

ISSN: 2658-6347

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

№ 2
2019

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Издаётся с октября 2018 года

Выходит 1 раз в год

Москва-Севастополь 2019

УДК 621.37+621.317+537.86
ББК 32.84

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

Научный редактор Гимпилевич Ю. Б., д-р техн. наук, профессор, директор Института радиоэлектроники и информационной безопасности ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

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

Редакционная коллегия:

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

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

Редькина Е. А., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»;

Тыщук Ю. Н., старший преподаватель кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет».

Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: сб. науч. тр. / под ред. Ю. Б. Гимпилевича. — Москва-Севастополь: Изд-ва: РНТОРЭС им. А.С. Попова, СевГУ, 2019. — №2. — 198 с.

Сборник содержит материалы 15-й международной молодежной научно-технической конференции «*Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2019*», посвященные теоретическим и практическим вопросам современных радиоэлектроники и телекоммуникаций.

Все материалы сборника проходят рецензирование.

ISSN 2658-6347

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Сопредседатели оргкомитета:

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

Заместители сопредседателей оргкомитета:

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

Члены организационного комитета:

- Абрамов И. И.,** профессор Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, г. Минск;
- Афонин И. Л.,** профессор, заведующий кафедрой Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
- Безгин А. А.,** младший научный сотрудник ФГБУН ФИЦ Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь;
- Гордеев Г. Г.,** директор филиала ФГУП РТРС «Радиотелевизионный передающий центр Республики Крым», г. Симферополь;
- Громоздин В. В.,** канд. техн. наук, заместитель директора Испытательного центра «Омега» — филиала ФГУП НИИР, г. Севастополь;
- Денисов Л. В.,** канд. техн. наук, заведующий лабораторией ООО «КБ коммутационной аппаратуры», г. Севастополь;
- Долгушев С. В.,** генеральный директор ОАО «КБ Радиосвязи», г. Севастополь;
- Ермолов П. П.,** доцент, заведующий базовой кафедрой Севастопольского государственного университета, директор ООО "Крымский научно-технологический центр им. проф. А.С. Попова", г. Севастополь;
- Иванов В. Э.,** профессор, заведующий кафедрой Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург;
- Ivashina M. V.,** Ph. D., Senior Antenna Scientist, Chalmers University of Technology, Goteborg;
- Калюжный Л. И.,** канд. техн. наук, генеральный директор ООО «Уранис», г. Севастополь;
- Лабунец В. Г.,** профессор Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург;
- Ленский В. Ф.,** генеральный директор ПАО «Центральное конструкторское бюро «Коралл», г. Севастополь;
- Михайлюк Ю. П.,** доцент, заведующий кафедрой Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
- Редькина Е. А.,** доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
- Савочкин А. А.,** доцент, заместитель директора Института радиоэлектроники и информационной безопасности Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
- Сердюк И. В.,** доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
- Синковская Е. В.,** директор библиотеки Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
- Скорик И. В.,** доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
- Смольский С. М.,** профессор Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Москва;

Ткачук В. Н.,	заместитель директора по техническим вопросам АО «Севастопольтелеком», 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:

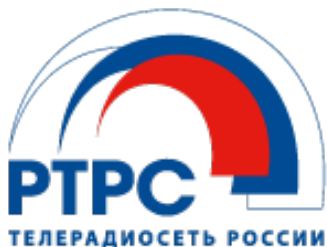
Афонин И. Л.,	профессор, заведующий кафедрой Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
Вертегел В. В.,	доцент, директор Инжинирингового центра Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
Головин В. В.,	доцент Севастопольского государственного университета, г. 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 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 — <u>ученый секретарь</u> , г. Севастополь;
Щекатурин А. А.,	доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь.



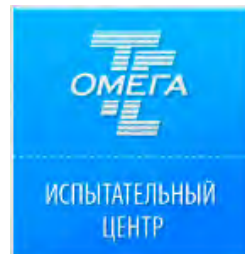
**СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**



**ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР
СЕВГУ**



ТЕЛЕРАДИОСЕТЬ РОССИИ



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
- МИП «Инжиниринговый центр СевГУ», г. Севастополь;
- Крымский научно-технологический центр им. проф. А. С. Попова, г. Севастополь.

СОДЕРЖАНИЕ

Алфавитный список авторов	14
---------------------------------	----

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Михайлюк Ю. П., Шевченко Н. В., Кулаковская Е. В. Кафедра «Электронная техника» — 50 лет	18
Чернега В. С. Инфокоммуникационные технологии в медицине	22

СЕКЦИЯ 1

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ, СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА

Безгин А. А. Автономное устройство дистанционной фоторегистрации объектов	24
Афонин И. Л., Баранов Н. А., Баранов А. Н. Инверсный логарифмический коэффициент передачи мультипликативно-стационарной системы	25
Тумко В. В., Снегур Д. А. Система мониторинга парковочных мест	26
Лукьянчиков А. В., Изетов М. Р. Устройство диагностики импульсных источников питания	27
Макаров В. К., Кузьмин А. С. SPLIT-система для RFID-считывателя	28
Кравченко И. В., Вертегел В. В. Высокоуровневая модель MIMO радара W-диапазона с использованием Matlab	29
Тыщук Ю. Н., Кожемякин В. С., Деримедведь М. С. Радиолокационное устройство для поиска квадрокоптеров	30
Малевич И. Ю., Меледин К. И., Лопатченко А. С. Радиотракт формирования сверхширокополосных квазинепрерывных ЛЧМ сигналов радиолокатора подповерхностного зондирования	31
Поляков А. Л., Приходько И. А. Анализ эффективности спутниковых навигационных систем	32
Боков Г. В., Рудык Я. А. Перспективы развития INMARSAT для обеспечения безопасности мореплавания	34
Андросова Ю. В., Малютин М. В. Оценка возможностей радиолокационного распознавания протяженных надводных объектов одного класса по энергетическому признаку	35
Редькина Е. А., Лукьянчиков А. В., Петрушин С. А., Сериков А. С., Федиско Н. С. «Умный» холодильник	36
Редькина Е. А., Лукьянчиков А. В., Хохуда А. Н., Орлов И. И., Шадрин М. А., Чернявская И. В. Автоматизированная система хранения продуктов	37
Ломоносов С. Е., Супрун М. А., Мишина К. Ю. Разработка требований к системе управления техническими средствами перспективных ионосферных станций	38
Ломоносов С. Е., Присяжнюк С. Н., Мишина К. Ю., Бандурин А. Г. Разработка алгоритма функционирования системы управления техническими средствами перспективных ионосферных станций	39
Ломоносов С. Е., Ильяш Д. В., Мишина К. Ю., Половцев В. С. Разработка интерфейса системы управления техническими средствами перспективных ионосферных станций	40
Афонин И. Л., Иевлев К. В., Атяшкин Д. В. Система идентификации гражданских беспилотных летательных аппаратов	41

Булат П. В., Волобуев И. А., Дудников С. Ю., Ли Р. В., Ухов А. А., Шаповалов С. В. Устройство дистанционного сбора данных с безбатарейным питанием	42
Булат П. В., Волобуев И. А., Дудников С. Ю., Ли Р. В., Ухов А. А., Шаповалов С. В. Беспроводная система сбора данных для перспективных авиадвигателей.....	43
Жуков Д. М., Шевгунов Т. Я., Вавилова Ж. А. Моделирование точности оценки пеленга при некратном положении моногармонической составляющей полезного сигнала	44
Боков Г. В., Столбова А. Е. Роль аварийных радиобуев в обеспечении безопасности мореплавания	45
Паслен В. В., Резникова К. С. Исследование системы обеспечения орнитологической безопасности аэропорта	46
Дегтярев А. Н., Топоровская Д. А. Помехоустойчивость системы «согласованный фильтр — коррелятор».....	47
Кузьмин В. А., Муха М. Г. Оценка ошибок определения пеленга протяжённого надводного объекта на выходе РЛС обзорного типа.....	48
Иськив В. М., Требунский В. В., Кузьменко В. А. Источник питания для телекоммуникационного оборудования стандарта POWER OVER ETHERNET	49
Коваленко Е. П., Тарасов Ю. В., Федосюк В. В., Гончар А. В. Радиолокационное обнаружение низколетящих малоразмерных объектов. Алгоритм расчета вероятностных и пространственно-временных характеристик.....	50
Михайлюк Ю. П., Цулеев А. А. Безэкипажные плавсредства: современное состояние и перспективы	51
Никифоров С. М., Вертегел В. В., Савинов В. В., Симонов И. А. Особенности разработки аппаратной части полетного контроллера БПЛА	53

СЕКЦИЯ 2

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

Preobrazhenskiy A. P., Ugryumova A. A. The management of building sensor networks	56
Preobrazhenskiy A. P., Melnikova T. V. The development of models for integrated assessment of the effectiveness of the internet of things	57
Андрянов Н. А., Кутузов В. И. Применение технологии LoRa для связи автономных транспортных средств	58
Головин В. В., Савинов В. В., Симонов И. А. Структура и характеристики сети WI-FI, выполненной по технологии ROF.....	59
Макаров В. К., Кузьмин А. С. Способ передачи информации по высоковольтным проводам.....	60
Савочкин А. А., Копцев П. А., Абдулгазиев О. Р. Разработка считывателя NFC для системы доступа.....	61
Преображенский А. П., Клименко Ю. А. Разработка комплекса управления участком распределительной электрической сети	62
Кудрявченко И. В., Тютюнник В. Т., Фролова М. А. Алгоритмы формирования роя частиц в трехмерном дискретном пространстве	63
Дегтярев А. Н., Харитонов В. Ф., Куня Эдсон Импульсно-кодовая модуляция как универсальный вид цифровой модуляции.....	64
Афонин И. Л., Шутов П. Р., Бугаева К. М. Особенности гибридного протокола беспроводной MESH-сети стандарта IEEE 802.11S.....	65
Мурзин Д. Г., Листопад И. И. Система дистанционного управления техническими устройствами на основе технологии ZIGBEE.....	66
Редькина Е. А., Колесников Д. Р. Построение и эксплуатация Gigabit-Capable Passive Optical Networks	67
Тлуховская-Степаненко Н. П. Алгоритмы имитации живого диалога в голосовом помощнике в медицинских информационных системах	68

СЕКЦИЯ 3

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ УСТРОЙСТВА МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Шевченко К. Д., Шевченко Н. В. Генератор электрический сигналов на базе микропроцессорного блока управления	70
Мальцев Р. В., Редькин М. О., Скорик И. В. Разработка специализированного драйвера для исследования ШИМ управляемых импульсных преобразователей напряжения	71
Тыщук Ю. Н., Сегеда А. С., Начаров Д. В. Разработка модуля управления вентиляцией для системы «Умное здание»	72
Иськив В. М., Деримедведь М. С. Счетчик капель на ESP8266	73
Никишин В. В., Дурманов М. А. Структура низко- и высокоуровневого программного обеспечения беспилотного морского аппарата	74
Петренко А. А., Кузьменко В. А., Невмержицкий М. В., Сизых Д. А., Янковский С. И. Система контроля слепых зон автомобиля	75
Дурманов М. А., Сизых Д. А., Янковский С. И., Петренко А. А., Лукьянченко Н. К. Система автоматического управления беспилотного летательного аппарата для обнаружения эпицентра пожара	76
Шевченко К. Д., Шевченко Н. В. Алгоритм работы блока управления генератора сигналов для электроэнцефалографа	77
Щекатурич А. А., Файден Д. А. Периферийный контроллер системы «Умный дом»	78

СЕКЦИЯ 4

АНТЕННЫ И УСТРОЙСТВА МИКРОВОЛНОВОЙ ТЕХНИКИ

Юрцев О. А., Завадский С. А. Фазовое сканирование в выпуклой решетке с двойной кривизной	80
Preobrazhenskiy A. P., Sychev K. V. The optimization of scattering characteristics of diffractive structures	81
Preobrazhenskiy A. P., Marenkov N. M. The building predictive and estimation modules of diffractive structures	82
Тыщук Ю. Н., Говенько А. Г., Кожемякин А. С. Двухчастотная антенна с круговой поляризацией поля излучения	83
Слѣзкин В. Г., Неведров М. Г. Кольцевая цилиндрическая антенна с круговой поляризацией излучения	84
Громоздин В. В., Хутро Л. А. Пеленгование источников сигнала с горизонтальной поляризацией излучения	85
Головин В. В., Ткаченко М. О. Фазированная антенная решетка для сетей 5G	86
Безгин А. А., Савочкин А. А. Принцип создания многодиапазонных антенн круговой поляризации	87
Савочкин А. А., Абдулгалиев О. Р., Копцев П. А. Исследование излучателя круговой поляризации на основе микрополосковой круговой меандр-линии	88
Головин В. В., Ткаченко М. О. Диагностическое устройство фазированной антенной решетки	89
Паслён В. В., Ермаков В. А. Уменьшение массогабаритных характеристик антенн	90

Паслён В. В., Колесник А. В. Моделирование антенн на основе нанопленки карбида титана в программе CST MWS.....	91
Паслён В. В., Энговатов Д. С. Исследование особенностей распространения электромагнитных волн в плазме путем электромагнитного моделирования.....	92
Савочкин А. А., Абдулгазиев О. Р., Копцев П. А. Патч-антенна для системы RFID диапазона 902 — 928 МГц.....	93
Галайба А. С., Щекатурич А. А. Моделирование антенны Харченко.....	94
Потылицын А. С., Щекатурич А. А. Анализ антенны Брюса.....	95
Кисленко Ю. Р., Щекатурич А. А. Исследование рамочной антенны с индуктивной связью.....	96
Егоров С. С., Щекатурич А. А. Моделирование двухвибраторной антенной решетки.....	97
Коваленко И. А., Щекатурич А. А. Моделирование H-образной антенны.....	98
Миронов А. Ф., Миронов П. А., Поляков Ю. В., Харин А. С. Радиолокатор с синтезированной апертурой.....	99

СЕКЦИЯ 5

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

Ланин В. Л., Фам В. Т. Моделирование лазерного формирования отверстий в неметаллических материалах.....	102
Ланин В. Л., Грищенко Ю. Н., Ратников Е. С. Моделирование краевого эффекта в зазоре магнитопровода при индукционном нагреве.....	103
Ланин В. Л., Хацкевич А. Д. Микрокомпьютерное управление термическими профилями пайки инфракрасных нагревателей.....	104
Сердюк И. В., Филимонов И. И., Листопад И. И., Муратов Р. Р. Измеритель характеристик аудио оборудования.....	105
Байрамуков А. А. Метод расчета параметров установки форсированной загрузки электрогенератора переменного тока.....	106
Поляков А. Л., Поляков Д. А. Способ повышения эффективности спектрометрической аппаратуры идентификации радиосигналов.....	107
Преображенский А. П., Клименко Ю. А. Разработка методики бесконтактного измерения силы электрического тока, протекающего в проводнике.....	109
Кудрявченко И. В., Краевский Д. Е. Метод определения координат роя мобильных объектов на основе лазера.....	110
Плоткин А. Д., Алкаев М. Е. Измеритель добротности резонаторов.....	111
Афонин И. Л., Иевлев К. В. Стенд формирования сигналов многочастотного набора номера.....	112
Цой О. А., Дурманов М. А. Устройство дистанционного контроля массы для пасеки.....	113
Дурманов М. А., Алексеичев А. А., Скорик И. В. Устройство контроля напряжения при скачках/посадках в промышленной сети.....	114
Дубяго М. Н., Полуянович Н. К., Бурьков Д. В. Экстраполяционный метод прогнозирования изоляционных материалов кабельных линий.....	115
Трушкин А. Н., Смаилов С. Ф. Микроволновый метод определения влажности нефтепродуктов.....	116
Трушкин А. Н., Смаилов С. Ф. Микроволновый метод контроля влажности бетона.....	117
Трушкин А. Н., Мороз Н. В. Микроволновый метод контроля влажности древесины.....	118
Сердюк И. В., Овчаров П. П., Невмержицкий М. В. Измерение диэлектрических параметров полосковой линии.....	119
Зиборов С. Р., Меркурьева Е. Д. Цифровой измеритель ёмкости.....	120

СЕКЦИЯ 6

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Гомця О. А., Карапетян А. К., Бадалян Б. Ф. Способ защиты данных в системах обнаружения дронов.....	122
Гаврилина Ю. Н., Андриянов Н. А. Квазиоптимальное обнаружение аномалий на последовательности изображений.....	123
Андриянов Н. А. Разработка программного комплекса реализации модуляции сигналов вероятностным методом	124
Андриянов Н. А., Сонин В. А. Идентификация параметров модели авторегрессии с линейным трендом для описания динамики поступления заказов службы такси.....	125
Штыков В. В., Кальщиков А. А. Алгоритм быстрой согласованной фильтрации широкополосных сигналов, распространяющихся в средах с частотной дисперсией фазовой скорости.....	126
Смаилов С. Ф., Коржуков В. В., Кузьменко А. И., Поляков А. Л. Разработка программного продукта «Расчёт зон радиовидимости космических аппаратов»	127
Смаилов С. Ф., Коржуков В. В., Кузьменко А. И., Поляков А. Л. Разработка программного продукта «Расчет полосы обзора космического аппарата»	129
Смирнов А. В. Влияние условий распространения звука в многомодовом изоскоростном волноводе на эффективность линейной антенны с оптимальной пространственной обработкой сигналов.....	131
Лебеденко А. В., Иминова А. С. Разработка защищенной системы контроля доступа с использованием биометрической аутентификации	132
Байздренко А. А., Шереметьев К. С. Макет лабораторной «просветной» радиолокационной системы с цифровой обработкой сигналов.....	133
Байздренко А. А., Никитин Р. Р. Физическое моделирование цифровых радиолокационных систем ультразвуковыми волнами	134
Мурзин Д. Г., Азаров А. А., Кулаковская Н. О. Разработка системы визуализации причаливания судна в режиме реального времени	135
Афонин И. Л., Дубина М. В. Использование программной среды Feko при анализе просветных радиолокационных систем	136
Баранов А. Н., Баранов Н. А., Черменева И. П., Дудников П. С. Ряд Фурье из гармоник с ГЧМ.....	137
Редькина Е. А., Полянский В. В. Устройство обнаружения препятствия	138

СЕКЦИЯ 7

ЦИФРОВАЯ И АНАЛОГОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Афонин И. Л., Баранов Н. А. Частотный коэффициент передачи и импульсная характеристика идеальной системы деформации временного масштаба	140
Мельников А. В., Куватов А. В. Усилитель с цифровым управлением коэффициента усиления	141
Тыщук Ю. Н., Кожемякин А. С., Говенько А. Г. Разработка цифрового делителя частоты с дробным коэффициентом деления в 130 нм SiGe BiCMOS технологии	142
Мельников А. В., Хижинский А. И. Анализ временных параметров схемы параллельной ВЧ коррекции.....	143
Михайлюк Ю. П., Иванов В. А. Многофункциональные экраны на основе OLED светодиодов	144

Михайлюк Ю. П., Иванов В. А. Анализ достоинств и недостатков OLED дисплеев	145
Дурманов М. А., Смаилов С. Ф., Слюсарчук Д. В., Скорик И. В. Противодребезговая защита кнопочного переключателя	146
Овчаров П. П., Лукьянченко Н. К., Сизых Д. А., Янковский С. И., Дурягин Д. С., Герасимчук К. В., Аввакумова В. Ю. Разработка макета станка с числовым программным управлением	147
Янковский С. И., Сизых Д. А., Петренко А. А., Лукьянченко Н. К. Панель управления станка с ЧПУ	148
Поморев А. С., Ковалевский Д. С., Ветров И. Л. Простой частотный детектор с токовым выходом для диапазона частот 30 МГц — 1 ГГц	149
Ковалевский Д. С., Поморев А. С., Ветров И. Л. Аналоговый смеситель до 1 ГГц с преобразователем Каприо	150
Харитонов С. А., Дученко Н. В. Автоматическая коррекция фазового сдвига в формирователе квадратурных сигналов на основе делителя частоты	151
Нестеренко В. Р., Лебеденко А. В. Сравнительный анализ сверточных и импульсных нейронных сетей в контексте задачи распознавания образов	152

СЕКЦИЯ 8

КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Абрамов И. И., Коломейцева Н. В., Романова И. А., Щербакова И. Ю. Влияние температуры на передаточные ВАХ полевых графеновых транзисторов	154
Абрамов И. И., Романова И. А., Коломейцева Н. В., Щербакова И. Ю. Моделирование трехбарьерных структур на основе углеродных нанотрубок	155
Бордусов С. В., Барахоев А. Л., Тихон О. И., Тубольцев В. В. Изучение особенностей процесса удаления фоторезиста с использованием озono-воздушной смеси	156

СЕКЦИЯ 9

WEB-ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Кудрявченко И. В., Карлусов В. Ю., Эссин А. Д. Роль искусственного интеллекта в поисковых системах Интернета	158
Савочкин А. А., Опалейко С. С. Особенности реализации системы IP-телефонии на основе АТС ASTERISK	159
Савочкин А. А., Копцев П. А., Абдулгалиев О. Р. Применение WEB технологий при исследовании мобильной сети	160

СЕКЦИЯ 10

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ И ИНФОРМАЦИИ

Лашенко И. В., Рыжанков А. П., Ситникова Е. С., Ярова А. В. Стенд систем контроля доступа для дисциплины «Технические средства обеспечения безопасности»	162
---	-----

Лашенко И. В., Большаков Б. В., Марченко Е. А., Соколова Т. А. Оценка эффективности мониторинга данных датчиков в аппаратно-программном комплексе «Безопасный город»	163
Сидоренко А. В., Шишко М. С. Разработка метода хеширования с применением хаотической динамики	164
Лукьянчиков А. В., Чунту М. Р. Разработка беспроводного датчика для GSM сигнализации.....	165
Лашенко И. В., Черненко И. С., Бригидин В. Л. Развитие способов защиты средств на банковской карте.....	166
Кудрявченко И. В., Дурягин Д. С. Перспективные методы защиты трафика локальной телекоммуникационной сети «АЭРОНЕТ»	167
Маслова М. А., Рыжая К. Ю. Актуальные угрозы кибербезопасности	168
Долгополова Е. А., Лебеденко А. В. Разработка расширения для браузера, позволяющего шифровать и просматривать зашифрованную информацию.....	169
Зиборов С. Р., Игнатенко Н. Г. Система сигнализации с радиоканалом	170
Лебеденко А. В., Ковальчук Ю. П. Разработка программного обеспечения для верификации контента на предмет принадлежности его к материалам экстремистского характера.....	171
Лашенко И. В., Василенко Е. Д. Система мониторинга транспорта в аппаратно-программном комплексе «Безопасный город»	172
Букач А. Б., Гевниш А. Б. Улучшение методики поиска радиозакладок на объекте информатизации	173
Иськив В. М., Малахов И. В. Методы визуализации данных о поисковом объекте для металлодетекторов TR-IV технологии	174
Иськив В. М., Малахов И. В. Методы визуализации данных о поисковом объекте для металлодетекторов PI технологии	175
Максимовская Н. Л., Мовчан Е. В. Методы и средства цифровой обработки информации и компьютерные технологии: информация, как объект защиты.....	176
Никишин В. В., Дурманов М. А., Сизых Д. А. Тепловая карта визуализации измерений глубины акватории.....	177
Склярчук В. Л., Бростовский Д. Д. Применение технологии биометрической идентификации в банковской сфере	178

СЕКЦИЯ 11

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Иванов М. В., Андриянов Н. А. Современный телеграф и тенденции развития	180
Гончар А. В., Бондарева М. А. Радиолокационные системы второй мировой войны	181
Смаилов С. Ф., Коржуков В. В., Кузьменко А. И., Поляков А. Л. Применение радиотехнических средств для управления межпланетными полётами. К 60-летию запуска первой межпланетной автоматической станции «Луна»	182
Тыщук Ю. Н., Сыпалова А. С. Широков Игорь Борисович — К 60-летию со дня рождения.....	184
Ермолов П. П., Кулаковская Е. В. Ученик А. С. Попова, первый начальник службы связи черноморского флота Вячеслав Никанорович Кедрин (к 150-летию со дня рождения)	187
Ермолов П. П., Кулаковская Е. В. Разработчик основ мобильной телефонии Леонид Иванович Куприянович (к 90-летию со дня рождения).....	188
Боков Г. В., Казачков И. Э. Этапы становления и перспективы развития морских радиотехнологий связи	189
Лукьянченко Н. К., Сизых Д. А. История развития беспилотников	190
Бутенко Е. Е. Перспективы сотрудничества с АО «ПО «СЕВМАШ».....	191

ШКОЛА ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

Абибуллаев Ю., Малай Д. Робот для соревнований «Кубок «РТК»	194
Юсупов Э., Хижняк М. Станок для раскрашивания пасхальных яиц	194
Дорошенко А. Структурная окраска.....	195
Лукьяненко Д. Система управления обратным маятником.....	195
Нечупарный В. Солнечная инсоляция и полезная мощность фотоэлектрических преобразователей	196
Диванис А. Программа шифрования входящих сообщений для мобильных устройств на базе Android Smsafe V1.0.....	196
Пахомова Е. Автономная интеллектуальная система для выращивания растений	197
Соколенко В. Подвижная платформа манипулятора для помощи маломобильным группам населения	197

АЛФАВИТНЫЙ СПИСОК АВТОРОВ

М

Marenkov N. M. 82
Melnikova T. V. 57

Р

Preobrazhenskiy A. P. 56, 57, 81, 82

С

Sychev K. V. 81

U

Ugryumova A. A. 56

А

Абдулгазиев О. Р. 61, 88, 93, 160
Абибуллаев Ю. 194
Абрамов И. И. 154, 155
Аввакумова В. Ю. 147
Азаров А. А. 135
Алексеичев А. А. 114
Алкаев М. Е. 111
Андриянов Н. А. 58, 123, 124, 125, 180
Андросова Ю. В. 35
Атяшкин Д. В. 41
Афонин И. Л. 25, 41, 65, 112, 136, 140

Б

Бадалян Б. Ф. 122
Байрамуков А. А. 106, 133, 134
Бандурин А. Г. 39
Баранов А. Н. 25, 137
Баранов Н. А. 25, 137, 140
Барахоев А. Л. 156
Безгин А. А. 24, 87
Боков Г. В. 34, 45, 189
Большаков Б. В. 163
Бондарева М. А. 181
Бордусов С. В. 156
Брастовский Д. Д. 178
Бригидин В. Л. 166
Бугаева К. М. 65
Букач А. Б. 173
Булат П. В. 42, 43
Бурьков Д. В. 115
Бутенко Е. Е. 191

В

Вавилова Ж. А. 44
Василенко Е. Д. 172
Вертегел В. В. 29, 53
Ветров И. Л. 149, 150
Волобуев И. А. 42, 43

Г

Гаврилина Ю. Н. 123
Галайба А. С. 94
Гевниш А. Б. 173
Герасимчук К. В. 147
Говенько А. Г. 83, 142
Головин В. В. 59, 86, 89
Гомця О. А. 122
Гончар А. В. 50, 181
Грищенко Ю. Н. 103
Громоздин В. В. 85

Д

Дегтярев А. Н. 47, 64
Деримедведь М. С. 30, 73
Диванис А. 196
Долгополова Е. А. 169
Дорошенко А. 195
Дубина М. В. 136
Дубяго М. Н. 115
Дудников П. С. 137
Дудников С. Ю. 42, 43
Дурманов М. А. 74, 76, 113, 114, 146, 177
Дурягин Д. С. 147, 167
Дученко Н. В. 151

Е

Егоров С. С. 97
Ермаков В. А. 90
Ермолов П. П. 187, 188

Ж

Жуков Д. М. 44

З

Завадский С. А. 80
Зиборов С. Р. 120, 170

И

Иванов В. А. 144, 145
Иванов М. В. 180
Игнатенко Н. Г. 170
Иевлев К. В. 41, 112
Изетов М. Р. 27
Ильяш Д. В. 40
Иминова А. С. 132
Иськив В. М. 49, 73, 174, 175

К

Казачков И. Э. 189
Кальщиков А. А. 126
Карапетян А. К. 122

Карлусов В. Ю.	158
Кисленко Ю. Р.	96
Клименко Ю. А.	62, 109
Ковалевский Д. С.	149, 150
Коваленко Е. П.	50
Коваленко И. А.	98
Ковальчук Ю. П.	171
Кожемякин А. С.	83, 142
Кожемякин В. С.	30
Колесник А. В.	91
Колесников Д. Р.	67
Коломейцева Н. В.	154, 155
Копцев П. А.	61, 88, 93, 160
Коржуков В. В.	127, 129, 182
Кравченко И. В.	29
Краевский Д. Е.	110
Куватов А. В.	141
Кудрявченко И. В.	63, 110, 158, 167
Кузьменко А. И.	127, 129, 182
Кузьменко В. А.	49, 75
Кузьмин А. С.	28, 60
Кузьмин В. А.	48
Кулаковская Е. В.	18, 187, 188
Кулаковская Н. О.	135
Куня Эдсон.	64
Кутузов В. И.	58

Л

Ланин В. Л.	102, 103, 104
Лашенко И. В.	162, 163, 166, 172
Лебеденко А. В.	132, 152, 169, 171
Ли Р. В.	42, 43
Листопад И. И.	66, 105
Ломоносов С. Е.	38, 39, 40
Лопатченко А. С.	31
Лукьяненко Д.	195
Лукьянченко Н. К.	76, 147, 148, 190
Лукьянчиков А. В.	27, 36, 37, 165

М

Макаров В. К.	28, 60
Максимовская Н. Л.	176
Малай Д.	194
Малахов И. В.	174, 175
Малевич И. Ю.	31
Мальцев Р. В.	71
Малютин М. В.	35
Марченко Е. А.	163
Маслова М. А.	168
Меледин К. И.	31
Мельников А. В.	141, 143

Меркурьева Е. Д.	120
Миронов А. Ф.	99
Миронов П. А.	99
Михайлюк Ю. П.	18, 51, 144, 145
Мишина К. Ю.	38, 39, 40
Мовчан Е. В.	176
Мороз Н. В.	118
Муратов Р. Р.	105
Мурзин Д. Г.	135
Мурзин Д. Г.	66
Муха М. Г.	48

Н

Начаров Д. В.	72
Неведров М. Г.	84
Невмержицкий М. В.	75, 119
Нечупарный В.	196
Нестеренко В. Р.	152
Никитин Р. Р.	134
Никифоров С. М.	53
Никишин В. В.	74, 177

О

Овчаров П. П.	119, 147
Опалейко С. С.	159
Орлов И. И.	37

П

Паслён В. В.	46, 90, 91, 92
Пахомова Е.	197
Петренко А. А.	75, 76, 148
Петрушин С. А.	36
Плоткин А. Д.	111
Половцев В. С.	40
Полуянович Н. К.	115
Поляков А. Л.	32, 107, 127, 129, 182
Поляков Д. А.	107
Поляков Ю. В.	99
Полянский В. В.	138
Поморев А. С.	149, 150
Потылицын А. С.	95
Преображенский А. П.	62, 109
Присяжнюк С. Н.	39
Приходько И. А.	32

Р

Ратников Е. С.	103
Редькин М. О.	71
Редькина Е. А.	36, 37, 67, 138
Резникова К. С.	46
Романова И. А.	154, 155
Рудык Я. А.	34
Рыжанков А. П.	162

Рыжая К. Ю. 168

С

Савинов В. В. 53, 59

Савочкин А. А. 61, 87, 88, 93, 159, 160

Сегеда А. С. 72

Сердюк И. В. 105

Сердюк И. В. 119

Серигов А. С. 36

Сидоренко А. В. 164

Сизых Д. А. 75, 76, 147, 148, 177, 190

Симонов И. А. 53, 59

Ситникова Е. С. 162

Скорик И. В. 71, 114, 146

Склярчук В. Л. 178

Слѣзкин В. Г. 84

Слюсарчук Д. В. 146

Смаилов С. Ф. 116, 117, 127, 129, 146, 182

Смирнов А. В. 131

Снегур Д. А. 26

Соколенко В. 197

Соколова Т. А. 163

Сонин В. А. 125

Столбова А. Е. 45

Супрун М. А. 38

Сыпалова А. С. 184

Т

Тарасов Ю. В. 50

Тихон О. И. 156

Ткаченко М. О. 86, 89

Тлуховская-Степаненко Н. П. 68

Топоровская Д. А. 47

Требунский В. В. 49

Трушкин А. Н. 116, 117, 118

Тубольцев В. В. 156

Тумко В. В. 26

Тыщук Ю. Н. 30, 72, 83, 142, 184

Тютюнник В. Т. 63

У

Ухов А. А. 42, 43

Ф

Файден Д. А. 78

Фам В. Т. 102

Федиско Н. С. 36

Федосюк В. В. 50

Филимонов И. И. 105

Фролова М. А. 63

Х

Харин А. С. 99

Харитонов В. Ф. 64

Харитонов С. А. 151

Хацкевич А. Д. 104

Хижинский А. И. 143

Хижняк М. 194

Хохуда А. Н. 37

Хутро Л. А. 85

Ц

Цой О. А. 113

Цулеев А. А. 51

Ч

Черменева И. П. 137

Чернега В. С. 22

Черненко И. С. 166

Чернявская И. В. 37

Чунту М. Р. 165

Ш

Шадрин М. А. 37

Шаповалов С. В. 42, 43

Шевгунов Т. Я. 44

Шевченко К. Д. 70, 77

Шевченко Н. В. 18, 70, 77

Шереметьев К. С. 133

Шишко М. С. 164

Штыков В. В. 126

Шутов П. Р. 65

Щ

Щекатурин А. А. 78, 94, 95, 96, 97, 98

Щербакова И. Ю. 154, 155

Э

Энговатов Д. С. 92

Эссин А. Д. 158

Ю

Юрцев О. А. 80

Юсупов Э. 194

Я

Янковский С. И. 75, 76, 147, 148

Ярова А. В. 162



**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

КАФЕДРЕ «ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА» — 50 ЛЕТ

Михайлюк Ю. П., Шевченко Н. В., Кулаковская Е. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: YPMikhaylyuk@sevsu.ru

Аннотация — Работа посвящена истории кафедры «Электронная техника», которой в 2019 году исполняется 50 лет.

1. Введение

Электроника — «кровь» цивилизации. Изобретение в 1948 г. полупроводникового триода-транзистора, а десятилетием позже — интегральных микросхем, стало катализатором нового витка научно-технической революции. Рождение новой отрасли промышленности — электронной — в Советском Союзе, появление крупных научно-производственных объединений электронной промышленности в гг. Москве, Ленинграде, Зеленограде, Киеве, Минске, Брянске привело к интенсивному развитию производства радиоэлектронных средств связи, компьютерной техники, электротехнических приборов, электронных систем автоматизации и контроля, электронной техники двойного назначения. Этот процесс не

оставил в стороне Севастополь и Крым, где были построены такие крупные предприятия как «Муссон», «Парус», «Маяк», «Фиолент», «Электрон», «Фотон» и других предприятий военно-промышленного комплекса страны.

Острая потребность в инженерах новой формации, которые обладают уникальной суммой знаний таких дисциплин как квантовая механика, физическая химия, физика твердого тела, микросхемотехника, физика и техника интегральных схем, компьютерная техника, технология микроэлектроники привела к решению о создании новой кафедры в Севастопольском приборостроительном институте, призванной обеспечить подготовку инженеров электронной техники для потребностей региона и страны.

2. Основная часть

История кафедры «Электронная техника» насчитывает 50 лет: в 1965 г. в Севастопольском



Кафедра «Полупроводниковые приборы» в 1969 г.

На снимке (слева направо): Онищенко И.Р., инженер; Васильев А.П., доцент; Юрченко В.Н., инженер; Гусев В.А., заведующий кафедрой; Бudyко Л.Г., лаборант; Тестоедов А.А., старший преподаватель; Кудрявченко В.И., доцент; Байздренко А.А., доцент; Иванов А.И., заведующий лабораторией; Руденко Н.В., старший лаборант; Бурьянов П.Д., доцент; Намгаладзе Э.Д., лаборант; Протыко Л.И., ассистент; Макаров В.К., старший преподаватель; Проскурня В.И., ассистент; Колесниченко А.Л., инженер.

приборостроительном институте впервые был проведен набор студентов на специальность «Полупроводниковые приборы», а в 1969 г. избран первый заведующий вновь образованной кафедры «Полупроводниковые приборы» — доцент Васильев А.П. В период с 1973 по 2000 г. и с 2005 по 2015 г. кафедру возглавлял Лауреат Премии Совета Министров СССР, доктор технических наук, профессор Владимир Александрович Гусев. За эти годы на кафедре подготовлено свыше 2000 инженеров электронной техники по специальностям «Полупроводниковые приборы», «Микроэлектроника и полупроводниковые приборы», «Физическая и биомедицинская электроника», «Электроника и нанoeлектроника».



Заведующий кафедрой «Полупроводниковые и микроэлектронные приборы»
Гусев Владимир Александрович

Научная школа профессора В.А. Гусева была хорошо известна далеко за пределами Украины и России. На кафедре подготовлено свыше 20 кандидатов и докторов наук. В середине восьмидесятых годов Севастопольский приборостроительный институт был головной организацией в СССР по разработке биотехнических систем в рамках комплексной программы АН СССР «Служебное использование морских животных». Проводившаяся под руководством В.А. Гусева научно-исследовательская работа по этой тематике дала возможность кафедре накопить большой опыт в разработке аппаратных способов реализации биотехнических систем и методов их проектирования. Это позволило в 1995 г. начать набор и подготовку инженеров - электронщиков по новой перспективной специальности «Физическая и биомедицинская электроника».



Коллектив кафедры на праздничной демонстрации



Финал учебы — получение диплома специалиста по электронной технике

Выпускники кафедры пользуются устойчивым спросом на рынке труда России, стран СНГ, Европы, работают в США, Израиле, Австралии и Канаде, восполняют дефицит специалистов по разработке и эксплуатации современных микроконтроллерных и биомедицинских электронных диагностических комплексов, интеллектуальных радиоэлектронных систем и устройств широкого назначения.

Научные интересы коллектива кафедры привели к установлению тесных научно-производственных контактов и проведению совместных НИР с предприятием «Таврида - Электрик» (сегодня — «КБ Коммутационной аппаратуры» (КБКА)), где сегодня трудятся свыше ста выпускников кафедры.

В КБКА, занимающейся проектированием и производством мощных вакуумных коммутаторов (реклоузеров), под руководством выпускников кафедры Хвороста В.П., Ледяева В.В., Богача Н.В.,



Из выпускного альбома 2005 года

Астраханцева А.В. освоено производство электронных блоков управления электропреобразовательных устройств на современной микроселектронной базе.

Эти приборы сертифицированы и пользуются устойчивым спросом на рынках России, Западной Европы и Юго-Восточной Азии. Сегодня выпускники кафедры принимают участие в реализации национальной технической инициативы в рамках проекта EnergyNet. Выпускники кафедры, директор завода «Муссон-Морсвязь-Сервис» Потапов М.М., доценты Тестоедов А.А. и Астраханцев А.В. являются авторами проекта и разработки микропроцессорных систем диагностики аппаратуры обеспечения безопасности морских судов и летательных аппаратов, производство которых налажено на указанном предприятии. Разработанная аппаратура диагностики отвечает уровню мировых стандартов, а по отдельным параметрам превосходит зарубежные аналоги. При этом цена таких систем вдвое ниже.

Сегодня кафедра располагает лабораториями, которые оснащены современным оборудованием и компьютерной техникой.



Студенческая конференция 2014 год

Современные разработки кафедры «Электронная техника» связаны с реализацией программ национальной технической инициативы MariNet и AeroNet: реализуются проекты систем дистанционного управления безэкипажными морскими и воздушными судами, высокоточного причаливания надводных и подводных судов и летательных аппаратов, средств обработки цифровых телевизионных изображений и других.

В 2019 году коллективом кафедры успешно лицензировано новое направление подготовки — «Конструирование и технология электронных средств» с востребованным профилем «Информационные технологии проектирования электронных средств».

3. Заключение

В год пятидесятилетия своего образования коллектив кафедры, представляющий сплав опыта преподавателей старшего поколения и энергии молодых, вступает с новыми идеями и планами повышения качества подготовки специалистов по электронной технике.

50TH ANNIVERSARY OF THE “ELECTRONIC ENGINEERING” DEPARTMENT

Mickhayluck Yu. P., Shevshenko N. V., Kulakovskaya E. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The paper is devoted to the history of the Electronics Engineering Department, which celebrates its fiftieth anniversary in 2019 year.

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ

канд. техн. наук, доц. Чернега В. С.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: v_chernega@rambler.ru

Аннотация — Рассмотрены задачи использования инфокоммуникационных технологий в медицине, в частности, в урологии, для повышения точности прогнозирования длительности лазерной литотрипсии.

1. Введение

В настоящее время радиоэлектронные устройства не ограничиваются применением в средствах связи, телевидения и радиолокации, а широко используются в различных отраслях хозяйственной, организационной и научной деятельности. Не осталась в стороне и область здравоохранения, где радиоэлектронные средства уже относительно давно применяются как для диагностики, так и лечения различных заболеваний. Несмотря на это, в медицине существует множество нерешенных на настоящее время различных задач, которые могут быть решены на основе использования современных инфокоммуникационных технологий и средств радиоэлектроники.

К таким задачам можно отнести следующие:

1) повышение качества эндоскопических видеоизображений при наличии различного вида мешающих воздействий; 2) создание мобильных приложений для медперсонала стационарных отделений лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ); 3) определение координат проколов при лапароскопических операциях и наличии снимков магниторезонансной и компьютерной томографии (МРТ) и (КТ) или трехмерных ультразвуковых исследований (УЗИ); 4) формирование трехмерных изображений по результатам МРТ, КТ на планшетном компьютере и смартфоне; 5) повышение точности диагностики заболеваний на основе искусственного интеллекта; 6) повышение защищенности персональных данных в медицинских информационных системах; 7) контроль медицинских капельниц в системах промывания урологических больных; 8) обнаружение наличие крови в отводящих жидкостях в урологии; 9) интеграция множества лабораторных медицинских систем в единый комплекс; 10) прогнозирование длительности хирургических операций; и ряд других задач.

2. Основная часть

Одной из актуальных задач применения инфокоммуникационных технологий в медицине, над которыми работает группа сотрудников под руководством автора, является прогнозирование длительностей операций трансуретральной контактной лазерной литотрипсии (дробления мочевого камня). Оценка длительности таких операций на этапе предоперационных обследований позволит более рационально планировать занятие операционных помещений и эффективнее использовать высокотехнологическое радиоэлектронное медицинское оборудование операционной и тем самым уменьшить время ожидания больными проведения плановых операций и увеличить финансовые поступления в ЛПУ от страховых компаний.

Для повышения точности прогнозирования длительности дробления мочевого камня лазерным гольмиевым литотриптером автором впервые в урологии для указания параметров мочевого камня пред-

ложено вместо линейного размера камня использовать массу камня [1]. Масса камня является более информативной единицей, так как она зависит как от его химического состава, так и от физической структуры. Масса камня до операции m может быть определена *in vivo* (внутри человеческого организма) на основе его V объема, измеренного при КТ, и физической плотности ρ . Причем физическая плотность вычисляется на основе рентгенологической плотности, измеряемой в условных единицах Хаунсфилда, определяемой при проведении компьютерной томографии. В результате выполнения теоретических и экспериментальных исследований нами введен и измерен показатель удельной потери массы камня на единицу затраченной энергии, являющийся инвариантным по отношению к объему и плотности камня, средняя величина которого равна $0,401 \pm 0,106$ мг/Дж.

Получена формула оценки длительности гольмиевой лазерной контактной литотрипсии, учитывающая чистое время дробления камня, а также дополнительные затраты на промывание области литотрипсии, ревизию результата дробления и другие вспомогательные манипуляции, зависящие от данных предварительного обследования больного и анатомических особенностей его организма.

Разработана стохастическая альтернативная сетевая модель операции лазерной литотрипсии [2], содержащая все этапы операции от момента поступления больного в операционный зал, проведение анестезии и, собственно, литотрипсии, до эвакуации больного из операционной. На основании этой модели построена компьютерная система прогнозирования длительности лазерной литотрипсии.

3. Заключение

В результате проведенных исследований получены оригинальные результаты по оценке параметров мочевого камня и удельной величины потери массы при воздействии лазерного излучения, а также аналитические выражения оценки длительности трансуретральной контактной лазерной литотрипсии, на основании которых разработана и реализована компьютерная система прогнозирования ожидаемой длительности операции дробления мочевого камня.

4. Список литературы

- [1] Чернега, В.С. Оценка скорости фрагментации мочевого камня при контактной литотрипсии гольмиевым лазером / В.С. Чернега, Н.П. Тлуховская-Степаненко, А.Н. Еременко, С.Н. Еременко // Урология, 2018, — №5. — С. 37 — 40.
- [2] Чернега, В.С. Сетевая модель для оценки длительности медицинского технологического процесса лазерной контактной литотрипсии / В.С. Чернега, Н.П. Тлуховская-Степаненко, А.Н. Еременко, С.Н. Еременко // Врач и информационные технологии, 2018. — №4. — С. 75 — 82.

INFOCOMMUNICATION TECHNOLOGIES IN MEDICINE

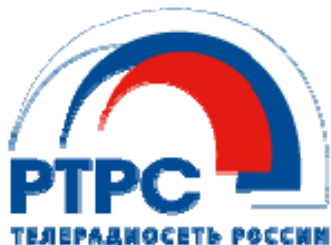
Chernega V.S.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Problems of use of infocommunication technologies in medicine, in particular, in urology, for increase in accuracy of prediction of a laser lithotripsy duration are presented.

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

АВТОНОМНОЕ УСТРОЙСТВО ДИСТАНЦИОННОЙ ФОТОРЕГИСТРАЦИИ ОБЪЕКТОВ

Безгин А. А.

Морской гидрофизический институт РАН, Россия

E-mail: bezghinaa@gmail.com

Аннотация — Рассмотрено создание устройства дистанционной фоторегистрации объектов с передачей изображений через спутниковый канал связи «Гонец».

1. Введение

Важной задачей является дистанционное наблюдение за объектами в удаленных труднодоступных местах. Это может быть наблюдение за животными, метеорологической обстановкой, природными явлениями (вулканическая активность, паводки и т.д.), автономно работающей аппаратурой.

Разрабатываемый спутниковый фоторегистратор «Гонец» (фоторегистратор) с передачей информации по спутниковому каналу связи предназначен для долговременной фотофиксации окружающей обстановки и измерения параметров окружающей среды в труднодоступных регионах.

2. Основная часть

Основным элементом управления работой фоторегистратора является контроллер управления, к которому подключаются камера и модем спутниковой системы связи «Гонец» АТ-МН-2.1. На рис. 1. изображена структурная схема контроллера управления фоторегистратора, основой которого является микроконтроллер STM32F051R8 производства компании ST Microelectronics. Он выполняет обработку фотоснимка и отправляет его в терминал связи АТ-МН-2.1. Сопряжение STM32F051R8 с АТ-МН-2.1 выполнено с помощью Ethernet контроллера ENC28J60 от Microchip, который в полном объеме поддерживает стандарт IEEE 802.3. Данный модуль имеет интерфейс SPI для связи с основным контроллером, который имеет 4 линии управления.

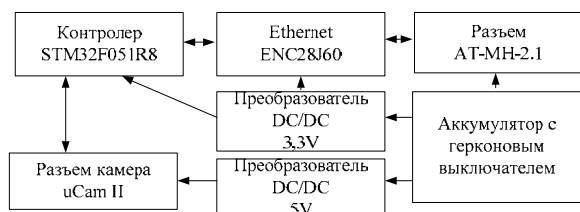


Рис. 1

Управляющий контроллер для связи с фотокамерой uCam II использует протокол UART, а для связи с Ethernet контроллером ENC28J60, который в свою очередь является мостом между управляющим контроллером и терминалом спутниковой связи «Гонец», использует протокол SPI.

Собранный фоторегистратор состоит из цилиндрического пластикового корпуса диаметром 270 мм и высотой 260 мм, внутри которого расположены аккумуляторная батарея, контроллер управления, приемник сигналов спутникового позиционирования и модем спутниковой системы связи Гонец. На верхней крышке установлена выносная штанга, в верхней части которой на высоте 1,5 м расположены передающая антенна спутниковой системы связи «Гонец» и камера в защитном кожухе. На рис. 2 показан внешний вид собранного фоторегистратора.



Рис. 2

Для проведения натурных испытаний фоторегистратор был установлен с 14.03.2019 по 22.02.2019 на берегу и направлен на объективом на море. Фотографирование осуществлялось два раза в день в 9.00 и 15.00 по московскому времени. Средний объем фотографий составил 30 кбайт. Среднее время отправки сообщения после фотографирования на широте г. Севастополя составило 20, 13 мин с максимумом 34, 33 мин и минимумом 1,05 мин. В более северных широтах время ожидания прилета спутника и, соответственно, время отправки сообщения будет меньше. На данный момент спутниковая группировка системы «Гонец» состоит из 12 спутников [1] (обслуживает абонентов 9).

Среднее время ожидания до прихода сообщения на электронную почту составило 182 мин. За время эксперимента было два случая, когда сообщения были переданы за 1,51 мин и 1,05 мин, а были доставлены на следующий день через 1140 мин и 1111 мин.

3. Заключение

Таким образом, разработано автономное устройство для дистанционной фотофиксации с передачей изображений с помощью спутниковой системы связи «Гонец» и проведены его натурные испытания.

4. Список литературы

- [1] Безгин, А. А. Современные системы спутниковой связи и особенности их применения для решения задач оперативной океанографии / А. А. Безгин, Н. Ю. Юркевич // Матер. молодеж. науч. конф. «Комплексные исследования морей России : оперативная океанография и экспедиционные исследования». — Севастополь, 2016. — С. 517 — 522.

STAND-ALONE PHOTORECORDER

Bezgin A. A.

Marine Hydrophysical Institute RAS, Russia

Abstract — The creation of stand-alone device for remote objects photo-registration with the transfer images via satellite communications system "Gonets" is presented.

ИНВЕРСНЫЙ ЛОГАРИФМИЧЕСКИЙ КОЭФФИЦИЕНТ ПЕРЕДАЧИ МУЛЬТИПЛИКАТИВНО-СТАЦИОНАРНОЙ СИСТЕМЫ

Афонин И. Л., Баранов Н. А., Баранов А. Н.

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

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

E-mail: magistri.avms@yandex.ru

Аннотация — Сформулированы требования к частотным характеристикам идеальной системы деформирования временного масштаба по аналогии с идеальной системой задержки. Для такой системы введено новое понятие обратного логарифмического коэффициента передачи.

1. Введение

Частотные характеристики линии задержки получают с помощью соотношения, констатирующего наличие задержки [1], $U_{\text{вых}}(t) = U_{\text{вх}}(t - t_3)$.

Полагая входное воздействие гармоническим и записывая его в комплексной форме на выходе системы задержки получают

$$\bar{U}_{\text{вых}}(t) = \bar{U}_{\text{вх}} \cdot e^{j\omega(t-t_3)} = \bar{U}_{\text{вх}}(t) \cdot e^{-j\omega t_3}$$

Комплексный коэффициент передачи идеальной линии задержки (ИЛЗ) имеет вид $\bar{K}(\omega) = \frac{\bar{U}_{\text{вых}}}{\bar{U}_{\text{вх}}} = 1 \cdot e^{-j\omega t_3}$, где $|\bar{K}(\omega)| = 1$ - амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) и $\Phi(\omega) = -\omega t_3$ - фазо-частотная характеристика (ФЧХ).

Сформулируем требования к частотным характеристикам другого четырехполюсника, известного как система деформации временного масштаба (СДВМ).

В теории четырехполюсников, в частности при анализе фильтров, у которых при изменении частоты коэффициент передачи меняется в больших пределах, используют коэффициент распространения, который, по сути, является инверсным логарифмическим коэффициентом передачи

$$\bar{\Gamma}(\omega) = -\ln \bar{K}(\omega) = -\ln |\bar{K}(\omega)| - j\Phi(\omega) = b + ja, \quad (1)$$

где b - затухание (инверсная логарифмическая амплитудно-частотная характеристика (ЛАЧХ)) и a - показатель фазы (инверсная ФЧХ). У идеальной линии задержки потери отсутствуют, поэтому $b = 0$ и $a = \omega t_3$.

2. Основная часть

Коэффициент распространения идеальной системы задержки (ИСЗ) будет иметь вид

$$\bar{\Gamma}(\omega) = j\omega t_3. \quad (2)$$

На рис. 1 показаны частотные характеристики (затухание (1) и показатель фазы (2)) ИЛЗ (а); входной и выходной сигналы идеальной линии задержки (б).

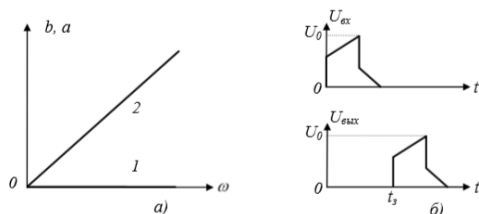


Рис. 1

Из рисунка видно, что сигналы всех частот от нуля до бесконечности передаются без затухания, то есть спектр любого сложного по форме сигнала передается таким четырехполюсником без искажения. Фазовый сдвиг же линейно зависит от частоты. Это означает, что идеальная линия задержки не искажает форму сигнала, а только задерживает его на вре-

мя t_3 (рис. 1б). Такую цепь называют неискажающей цепью.

Мультипликативно-стационарной системой (МСС) называют четырехполюсник, который осуществляет растяжение – сжатие временного масштаба сигнала без искажения его формы

$$U_{\text{вых}}(at) = TU_{\text{вх}}(at) \text{ или } U_{\text{вых}}(t/a) = TU_{\text{вх}}(t/a). \quad (3)$$

Если свойства системы не инвариантны относительно начала отсчета времени (зависят от времени), то такую систему называют нестационарной системой с переменными во времени параметрами

$$U_{\text{вых}}(at) = T U_{\text{вх}}(at) \quad (4)$$

От этой, нестационарной в обычном смысле системы, можно перейти к мультипликативно-стационарной, если применить нелинейное преобразование к аргументу и представить время в логарифмическом масштабе

$$u_{\text{вых}}(\ln t + \ln a) = T u_{\text{вх}}(\ln t + \ln a). \quad (5)$$

Частотный коэффициент передачи идеальной системы деформации временного масштаба, задаваемой системным оператором T , получим, взяв отношение

$$K_M(j\nu) = \frac{M_{\text{вых}}}{M_{\text{вх}}} = \alpha^{j\nu}, \quad (6)$$

где преобразования Меллина входного и выходного сигналов оператором T равны:

$$\begin{aligned} M_{\text{вх}} &= M\{s(t)\} = S_0(j\nu), \\ M_{\text{вых}} &= M\left\{s\left(\frac{t}{\alpha}\right)\right\} = \alpha^{j\nu} S_0(j\nu). \end{aligned} \quad (7)$$

3. Заключение

В итоге получены АЧХ $|K_M(j\nu)|=1$ и ФЧХ $\Phi(\nu) = -\nu \ln \alpha$. Отсюда затухание $b=0$, а показатель фазы $a = -\nu \ln \alpha$.

Таким образом, МСС также, как и ИЛЗ не искажает форму входного сигнала, а только изменяет его масштаб на $\ln \alpha$.

4. Список литературы

- [1] Линия задержки : учеб-метод. пособ. / В. А. Тюрин, Б. П. Бойко. — Казань: Казанский федеральный университет, 2015. — 39 с.
- [2] Баскаков, С. И. Радиотехнические цепи с распределенными параметрами / С. И. Баскаков. — М.: Книга по Требованию, 2013. — 78 с.

INVERSE LOGARITHMIC TRANSFER COEFFICIENT OF MULTIPLICATIVE-STATIONARY SYSTEM

Afonin I. L., Baranov N. A., Baranov A. N.

Scientific adviser: Afonin I. L.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — The requirements for the frequency characteristics of a ideal time-scale deformation system are formed, as analogy with the ideal delay system. A new concept of an inverse logarithmic transfer coefficient is introduced for it.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПАРКОВОЧНЫХ МЕСТ

Тумко В. В., Снегур Д. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: vladislavtumko@yandex.ru, dasnegur@sevsu.ru

Аннотация — Представлена система мониторинга, позволяющая в реальном времени на основе видеоизображения, полученного с камеры, определять свободные парковочные места и в наглядном виде отображать результат на информационное табло.

1. Введение

В настоящее время широко используются технологии интеллектуального видеонаблюдения. Основная идея заключается в обработке поступающего в реальном времени видеопотока с камер видеонаблюдения с целью автоматического распознавания различного рода событий. Ключевым преимуществом такого подхода является отсутствие необходимости использования большого количества датчиков.

В работе рассматривается пример создания интеллектуальной системы мониторинга парковочных мест. Такая система позволяет не только выполнить подсчет количества свободных парковочных мест, но и проинформировать об их конкретном расположении, что отображается на специальном табло, расположенном у въезда на парковку.

2. Основная часть

Основными элементами системы мониторинга являются: видеочасть, цифровой блок обработки и информационный стенд.

Основой цифровой части является одноплатный компьютер Raspberry Pi 3. Одиноплата используется для анализа поступающей информации с видеочасти и определения свободных парковочных мест, что выполняется следующим образом. Сначала выбираются области предполагаемых парковочных мест (возможен выбор в ручном режиме, а также с помощью автоматической генерации на основе дорожной разметки, нанесенной в парковочной зоне). Далее выбранные области при помощи специального алгоритма анализируются на предмет наличия в них автомобилей. Данный процесс происходит в реальном времени. На текущем этапе используется оптимизированный алгоритм работы программы, описанный в [1].

После этого информация о состоянии выделенных парковочных мест передается на микроконтроллер, расположенный в информационном стенде.

Для оценки работоспособности системы создана модель, представляющая собой уменьшенную копию автомобильной парковки, внешний вид которой показан на рис. 1, а. На рис. 1, б показан результат определения занятых и свободных парковочных мест (область с красным контуром означает, что место занято, а с зеленым — свободно).

Далее информация о заполненности парковки передается на удаленный информационный стенд, расположенный у въезда на парковку. На стенде, фото макета которого показано на рис. 1, в, выводится информация о количестве свободных мест, а также об их расположении на парковке. Связь блока обработки и информационного стенда в текущей реализации осуществляется проводным способом, однако, возможно использование и беспроводного интерфейса.

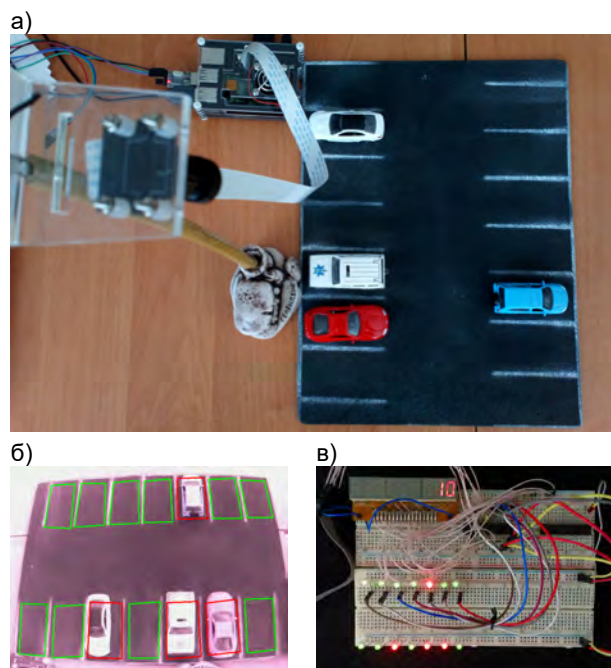


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, разработана система мониторинга парковочных мест, которая позволяет упростить поиск свободных парковочных мест путем заблаговременного информирования о текущей ситуации. Необходимо отметить, что данная система имеет большее преимущество при использовании ее в рамках парковок с большим количеством мест, где водитель тратит много времени на поиск свободного места. Используя представленную систему, имеется возможность заранее знать о наличии свободных мест в конкретном месте, например, при расположении их у входа в магазин.

К преимуществам полученной системы также относится простота её развёртывания. Это возможно практически в любом месте с парковочной разметкой или даже при её отсутствии.

Дальнейшими задачами являются модернизация программы с целью автоматического детектирования парковочных мест, а также изготовление макета информационного стенда с интуитивно понятным интерфейсом.

4. Список литературы

- [1] Rose, Olga Parking Space Detection in OpenCV [Электронный ресурс] / Olga Rose. — Режим доступа: <https://github.com/olgarose/ParkingLot>.

PARKING MONITORING SMART SYSTEM

Tumko V. V., Snegur D. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The parking monitoring system is presented. The system analyzes video stream, captured from the camera, to locate free parking spaces and transmits the result to the information board in real time.

УСТРОЙСТВО ДИАГНОСТИКИ ИМПУЛЬСНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Лукьянчиков А. В., Изетов М. Р.

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

Аннотация — Рассмотрены основные причины отказов импульсных источников питания и сформулированы основные требования к системе диагностики импульсных источников питания.

1. Введение

Для питания электронной аппаратуры в большинстве случаев требуется высокостабильное напряжение с различными номинальными значениями — от единиц вольт до нескольких сотен вольт, в ряде случаев даже больше. Благодаря высокому КПД наиболее часто в качестве вторичного источника питания используется импульсный источник питания.

Поэтому разработка устройства быстрой диагностики неисправностей импульсных источников питания является актуальной задачей.

2. Основная часть

В современном радиоэлектронном оборудовании, как бытового назначения, так и специального, наиболее часто используются импульсные источники питания благодаря высокому КПД. Однако сложность схемотехнической реализации и критические режимы работы элементов импульсных источников питания приводят к тому, что доля неисправностей радиоэлектронного оборудования в 80% случаев связана с неисправностью импульсного источника питания. В работе не анализируются причины отказов первичных источников питания, они приведены в [1]. На основе анализа характерных неисправностей вторичных импульсных источников питания в качестве диагностируемых элементов выбраны: контроллер ШИМ; импульсный трансформатор; электролитический конденсатор. Основываясь на обзоре параметров характеризующих качество конденсаторов принято решение измерять емкость конденсатора и его эквивалентное последовательное сопротивление (ЭПС).

Структурная схема прибора изображена на рис. 1. Структурная схема устройства состоит из микроконтроллерного блока и блока динамической индикации. Для измерения емкости и ЭПС конденсаторов в структурную схему введены два управляемых источника тока (30 мА — для измерения малых емкостей и 80 мА — измерения больших емкостей), блок электронного ключа, блок ограничителя (для защиты устройства от остаточного заряда конденсатора), датчик напряжения и блок компараторов.

Процесс измерения состоит из следующих шагов. Конденсатор разряжают путем его шунтирования. Затем конденсатор подключают к источнику постоянного тока требуемого диапазона. При этом конденсатор заряжается до некоторого порогового напряжения (не более 0,99 В).

При этом измеряется время заряда емкости, например, как описано в [2]. Зная ток, время заряда и пороговое напряжение можно вычислить емкость конденсатора. Затем источник тока отключается от конденсатора на некоторое время. После этого с

помощью АЦП производится измерение напряжения на конденсаторе.

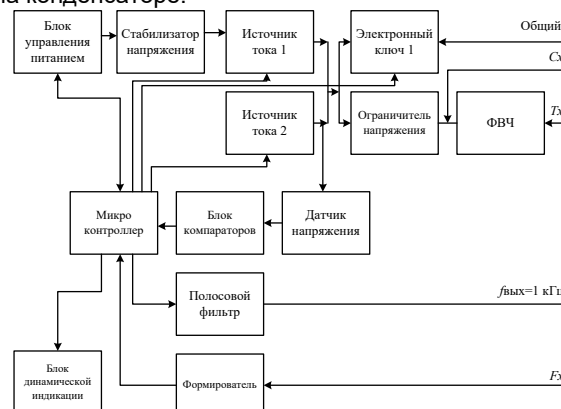


Рис. 1

Если измеренное значение меньше $0,9 U_{пор}$, то конденсатор считается нерабочим из-за повышенной утечки. Если утечка находится в норме, то далее измеряется ЭПС путем подачи на конденсатор кратковременных импульсов разряда. Разряд при этом осуществляется через ЭПС конденсатора и если ЭПС велико, то на конденсаторе останется высокое остаточное напряжение.

3. Заключение

Таким образом, разработана структурная схема устройства диагностики неисправностей импульсных источников питания. Выбран метод измерения емкости и ЭПС конденсатора, который заключается в измерении времени заряда конденсатора до определенного уровня. По измеренному интервалу оценивается ЭПС.

4. Список литературы

- [1] Naymanov, A. M. Multichannel stopwatch to monitor relay protection systems / A. M. Naymanov, A. S. Tkachishin, A. V. Lukjanchikov // «Достижения и перспективы инноваций и технологий» : матер. VIII Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных; под ред. Кручиной О. Н., Михайловой А. Г. — Севастополь, 2019. — С. 212 — 214.
- [2] Разработка и исследование модуля-носителя и модуля-мезонина измерения частоты вращения / Ю. Б. Гимпильевич [и др.] // Актуальные проблемы электронного приборостроения (АПЭП-2016), Новосибирск, 3—6 окт. 2016 г. — С. 487 — 491.

DIAGNOSTIC DEVICE FOR PULSE VOLTAGE SOURCES

Izetov M. R., Lukyanchikov A. V.
Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The main causes of failures of switching power supplies are considered and the basic requirements for the diagnostic system of switching power supplies are formulated.

SPLIT-СИСТЕМА ДЛЯ RFID-СЧИТЫВАТЕЛЯ

Макаров В. К., Кузьмин А. С.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: math_formula1@mail.ru

Аннотация — Представлен способ упрощения схемотехники RFID-считывателей для снижения стоимости систем радиочастотной идентификации объектов.

1. Введение

Технология RFID основана на использовании радиочастотного электромагнитного излучения. Технология RFID применяется для идентификации и учета объектов. Наиболее распространенные RFID-метки представляют собой самоклеющиеся этикетки, считывание данных с них осуществляется при помощи радиоволн.

Для применения данной технологии при идентификации объектов строятся RFID-системы, которые в свою очередь состоят из транспондера (RFID-метки) и считывателя (Reader). Транспондер и считыватель в своей конструкции содержат антенны, которые образуют трансформаторную связь, когда транспондер попадает в поле катушки считывателя. Транспондер в свою очередь получает энергию от электромагнитного излучения считывателя [1].

2. Основная часть

Стоимость считывателей на порядок выше стоимости меток. Для удешевления системы считывателя предлагается максимально использовать возможности микроконтроллера, который входит в состав устройства 1 (рис. 1), либо отдельный микроконтроллер (Reader, рис. 1) с минимальным набором периферийных модулей; антенна считывателя при этом вынесена в подключаемое устройство, которое необходимо идентифицировать.

Такой способ удобен для системы, где к одному устройству нужно подключать различные устройства, которые требуется идентифицировать при их эксплуатации.

Например, соединяются два устройства (см. рис. 1, а). В главном устройстве (устройство 1, рис. 1) выполняется обмен данными и управление устройством 2. При этом управление зависит от типа и серии подключенного устройства. Для этого необходимо идентифицировать устройство 2, применяя штрих-код или RFID-метки. Но в таком случае идентификация проводится вручную и вносятся соответствующие данные в устройство 1 также вручную. При этом возникает вероятность ошибки из-за человеческого фактора. В предлагаемом же способе раздельного использования считывателя и антенны считывателя (SPLIT-система) достаточно только подключить устройство 2, как устройство 1 сразу же определит тип и серию устройства 2.

Подключая различные устройства по проводам, которые служат для передачи управляющих сигналов, передается тип и серия подключенного устройства благодаря технологии RFID.

Кроме выше описанного, в RFID-системе предлагается использовать упрощенную схемотехнику, состоящую лишь из микроконтроллера и колебательно-контурного контура, то есть без детекторов сигнала. Детектирование сигнала производится программным способом за счет быстрого срабатывания таймеров и до-

статочно большого количества измерения АЦП микроконтроллера.

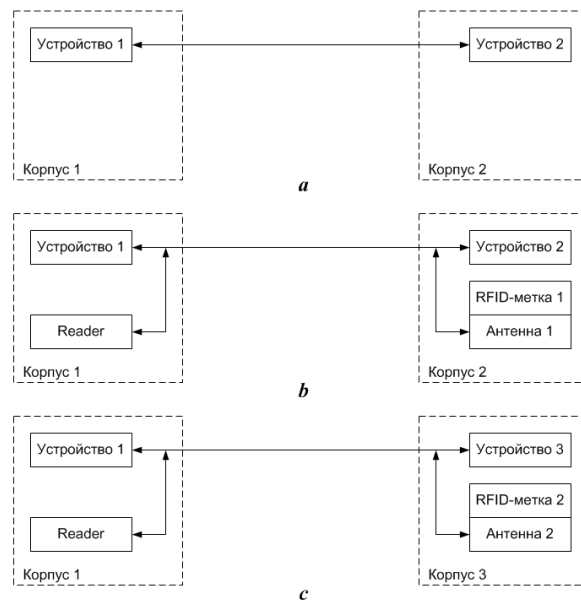


Рис. 1

3. Заключение

Преимуществом разрабатываемой системы раздельного использования RFID-считывателя и его антенны в системе двух устройств является то, что идентификация и управление устройствами производится автоматически. Нет необходимости вручную считывать по штрих-коду данные подключаемого устройства или брать эти данные из документации и вносить их в устройство управления вручную. То есть снижается вероятность ошибки. Также в RFID-считывателе предлагается исключить детектор, что упростит схемотехнику и как следствие снизит стоимость системы. Упрощение схемотехники сопровождается усложнением программного обеспечения. Программное обеспечение дает больше гибкости, нежели физический детектор. Достаточно изменить программный код и система будет работать иначе, не касаясь схемотехники.

3. Список литературы

- [1] Сандип, Л. RFID. Руководство по внедрению. / Л. Сандип. — М. : Кудиц-Пресс, 2007. — 312 с.
- [2] Финкенцеллер, К. RFID-технологии : справ. пособ. / К. Финкенцеллер. — М. : ДМК Пресс, 2016. — 490 с.

SPLIT-SYSTEM FOR RFID-READER

Kuzmin A. S., Makarov V. K.

Scientific adviser: Makarov V. K.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The way to simplify an electronic design of RFID readers, which leads to reduce the cost of radio frequency identification devices, is presented.

ВЫСОКОУРОВНЕВАЯ МОДЕЛЬ МИМО РАДАРА W-ДИАПАЗОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MATLAB

Кравченко И. В., Вертегел В. В.

Инжиниринговый центр изделий микро- и нанoeлектроники СевГУ, г. Севастополь, Россия

E-mail: kravchenkort@gmail.com

Аннотация — Представлена высокоуровневая параметризованная системная модель радара непрерывного излучения с частотной модуляцией W-диапазона. В разработанной модели реализована MIMO структура радара с изменяемой конфигурацией «виртуальных» приемников. Модель позволяет провести моделирование радара на системном уровне и получить его основные параметры.

1. Введение

Начальным этапом разработки радара является расчет временных и частотных параметров, а также проведение моделирования на системном уровне для подтверждения правильности расчета. В работе описана системная модель *Multi-Input Multi-Output* (MIMO) радара, которая позволяет с высокой точностью определить его параметры и провести моделирование на системном уровне с минимальными затратами времени.

2. Основная часть

Модель радара выполнена на основе объектов и функций, доступных в стандартном *Matlab*, *Phased Array System Toolbox* и *Communication Toolbox*.

Структурная схема модели показана на рис. 1.



Рис. 1

Модель описывает классическую структуру *Frequency-Modulated Continuous-Wave* (FMCW) радара, принцип работы которого основан на измерении параметров сигнала, полученного в результате перемножения излученного и принятого сигналов. Более подробно принцип работы такого радара описан в [1]. Все блоки модели параметризованы и позволяют задать основные параметры радара. В таблице 1 приведены использованные в модели объекты и функции *Matlab*.

Таблица 1

Блок радара	Объект в <i>Matlab</i>
ЛЧМ генератор	<code>phased.FMCWWaveform</code>
РЧ передатчик	<code>phased.Transmitter</code>
Канал «Передатчик-цель»	<code>phased.Platform</code>
Канал «Цель-приемник»	<code>phased.FreeSpace</code>
Цель 1...N	<code>phased.RadarTarget</code>
	<code>phased.Platform</code>
Приемник 1—4	<code>phased.ReceiverPreamplifier</code>
	<code>phased.Platform</code>
	<code>dechirp</code>

В модели имеется возможность задать несколько целей с различными положениями и ЭПР; это позволяет исследовать характеристики обнаружения радара и оптимизировать алгоритм цифровой обработки сигнала при наличии нескольких целей с различными параметрами.

Разработанная модель содержит два передающих и четыре приемных канала, что позволяет организовать MIMO-структуру с восемью «виртуальными» приемными каналами [2]. Такое число передатчиков и приемников позволяет получить одномерную или двумерную решетки «виртуальных» приемников для определения только азимута или азимута и угла места цели, соответственно.

На рис. 2 показаны результаты моделирования радара с использованием разработанной модели — матрица «расстояние-скорость» для трех целей (а) и зависимость ошибки определения положения цели от азимута цели (б).

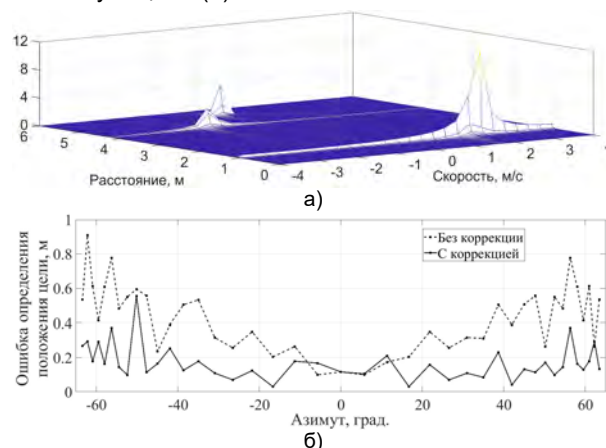


Рис. 2

3. Заключение

Разработанная системная модель FMCW радара W-диапазона со структурой MIMO позволяет определить основные параметры радара на этапе системного расчета и моделирования. Модель имеет изменяемую конфигурацию передатчиков и приемников, что позволяет реализовать решетки из «виртуальных» приемных антенн любой размерности.

4. Список литературы

- [1] Skolnik, M. Radar Handbook / M. Skolnik. — McGraw-Hill, 2008. — 1352 p.
- [2] Sandeep, Rao MIMO Radar / Rao Sandeep // Texas Instruments Application Report. — 2017. — 13 p.

HIGH-LEVEL MODEL OF W-BAND MIMO RADAR USING MATLAB

Kravchenko I. V., Vertegel V. V.

Engineering center of micro- and nanoelectronics devices SevSU, Russia

Abstract — High-level parametrized system model of W-band frequency-modulated continuous-wave radar is presented. MIMO structure with changeable configuration of “virtual” receivers is implemented in the designed model. Model allows to perform system-level simulation of the radar and to obtain its main parameters.

РАДИОЛОКАЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОИСКА КВАДРОКОПТЕРОВ

Тыщук Ю. Н., Кожемякин В. С., Деримедведь М. С.

Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: valdemar_kozhemyakin@list.ru

Аннотация — Разработана и промоделирована структурная схема радиолокационного устройства для поиска квадрокоптеров в программе *Simulink*.

1. Введение

В настоящее время для разведывательных операций на местности, для перевозки опасных грузов (гранаты, магазины для оружия, мины) применяют квадрокоптеры по причине небольших линейных размеров.

Классические радиолокационные системы (РЛС) не в состоянии с достаточной точностью определить наличие объектов небольших габаритов, в том числе и из-за материалов, плохо отражающих радиоволны, таких как пластик или композиты на основе стекловолокна, карбона и различных смол.

На данный момент ведутся разработки по созданию устройств для обнаружения разведывательных квадрокоптеров различного назначения.

2. Основная часть

Преимущества системы радиолокационного обнаружения с использованием доплеровского эффекта перед системами, в которых этот эффект используется, состоит в возможности обнаружения и классификации статично висящих в воздухе квадрокоптеров, позволяющее отличить их от похожих целей и избежать возможности ложных срабатываний.

Основой принцип действия радиолокационной системы заключается в измерении расстояния до цели путем расчета разности времен между принятым и излученным сигналами (см. рис. 1) [1].



Рис. 1

Классическая структурная схема радиолокационного устройства состоит из:

- источника гармонического сигнала;
- модулятора с угловой модуляцией;
- усилителя;
- приемной антенны;
- циркулятора;
- смесителя;
- передающей антенны;
- анализатора спектра.

На рис. 2 показана структурная схема радиолокационного устройства для обнаружения квадрокоптеров, смоделированная в программе *Simulink*.

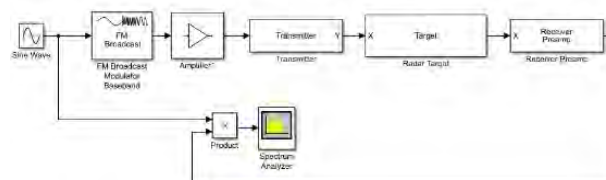


Рис. 2

На выходе модулятора формируется сигнал, частота которого линейно изменяется во времени. Далее сигнал с выхода модулятора усиливается и подается на антенну. Передающая антенна излучает эл. М. волну, которая в результате отражается от цели и принимается приемной антенной. После этого на входы смесителя поступают сигнал с выхода модулятора и сигнал с выхода приемной антенны: на выходе смесителя формируется сигнал, частота которого зависит от скорости движения цели [2].

Вывод о наличии летательного аппарата делается на основании появления Доплеровского сдвига частоты, возникающего при вращении винтов облучаемого радиолокационной станцией квадрокоптера. Данный эффект обусловлен свойством отраженных волн изменять свою частоту вследствие движения объекта относительно наблюдателя.

3. Заключение

Проведено исследование научной литературы, связанной с радиолокационной техникой. На основании исследованной литературы построена структурная схема радиолокационного устройства, которая в последующем промоделирована в программе *Simulink*.

4. Список литературы

- [1] Справочник по основам радиолокационной техники / А. М. Педак [и др.] ; под ред. Дружинина В. В. — М. : Военное изд-во министерства обороны СССР, 1967. — 768 с.
- [2] Основы радиолокации / А. П. Сиверс [и др.] ; под ред. Суслова Н. А. — М. : Сов. радио, 1956. — 247 с.

RADIOLOCATION DEVICE FOR QUADROCOPTERS DETECTION

Kozhemyakin V. S. Derimedved' M. S. Tyschuk Y. N.

Scientific adviser: Tyschuk Y. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The structural diagram of a radiolocation device for quadcopters detection has been developed and simulated in *Simulink*.

РАДИОТРАКТ ФОРМИРОВАНИЯ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ КВАЗИНЕПРЕРЫВНЫХ ЛЧМ СИГНАЛОВ РАДИОЛОКАТОРА ПОДПОВЕРХНОСТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Малевич И. Ю., Меледин К. И., Лопатченко А. С.

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

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: a.lopatchenko@gmail.com

Аннотация — Предложено техническое решение радиотракта формирования сверхширокополосных квазинепрерывных ЛЧМ сигналов радиолокатора подповерхностного зондирования заглубленных в грунт объектов. Приводятся описание реализованного устройства и результаты лабораторных исследований.

1. Введение

В числе перспективных подходов, решающих задачу обнаружения подповерхностных объектов, особым образом выделяются радары с широкополосным непрерывным ЛЧМ излучением [1, 2]. Теоретическим аспектам функционирования таких радарных систем посвящено большое число работ. При практической реализации ЛЧМ радаров подповерхностного зондирования возникает ряд технических задач, которые требуют предметного рассмотрения. Одной из таких проблем является разработка устройства формирования сверхширокополосных квазинепрерывных сигналов L-диапазона.

2. Основная часть

Классическая схема радиотракта формирования СВЧ сигнала с широкополосным непрерывным ЛЧМ излучением предполагает цепочечное включение генератора, управляемого напряжением (ГУН), усилителя мощности (УМ) и делителя, обеспечивающего ответвление части сформированного сигнала в радиотракт гомодинного приемника.

Техническое решение радиотракта, реализованное с использованием современных микроэлектронных компонентов, иллюстрируется на рис. 1.

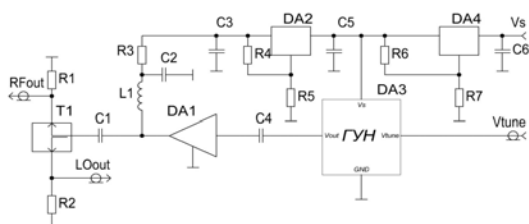


Рис. 1

Модулирующее напряжение, сформированное генератором пилообразного импульса, подводится к модуляционному входу микросборки ГУН DA3. Полученный сверхширокополосный ЛЧМ СВЧ сигнал усиливается микромодулем DA1 и через делитель мощности T1 с выхода RFout подводится к излучающей антенне радара. Ответвленная часть СВЧ сигнала с другого выхода T1 поступает на выход опорного сигнала LOout. Интегральные стабилизаторы напряжения DA2, DA4 формируют требуемые в схеме напряжения питания.

Основная роль в формировании сигнала выполняется ГУН, который представляет собой автоколебательную систему, которая снабжена цепью управления частотой напряжением и формирует на внешней нагрузке напряжение, обладающее формой

близкой к гармонической.

Выходная мощность ГУН на основе LC структур обычно варьируется в пределах от 5 до +16 дБм. Относительная ширина полосы перестройки частоты составляет октаву и более. Содержание высших гармоник в выходном сигнале ГУН зависит от вида колебательной системы, режима активного элемента автогенератора и от рабочей точки варикапа. Уровень второй гармоники изменяется в пределах от 7 дБ до 35 дБ. Питательные напряжения ГУН для большинства изделий составляют 3, 5 или 12 В. Ток потребления обычно не превышает 20 — 30 мА. Модуляционные характеристики ГУН монотонны и, как правило, достаточно линейны. Полоса модулирующих частот в большинстве изделий не опускается ниже 100 кГц.

На рис. 2 показан сигнал, сформированный разработанным радиотрактом путем изменения амплитуды модулирующего напряжения на входе ГУН.

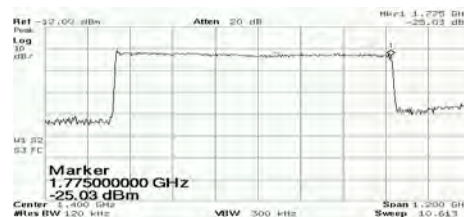


Рис. 2

Выходная мощность макета радиотракта в диапазоне 840—1700 МГц составляет 21...18,6 дБм, спектральной плотности фазового шума на отстройке 10 кГц составляет -99 дБс/Гц.

3. Заключение

Таким образом, выполнена разработка технического решения радиотракта формирования сверхширокополосного квазинепрерывного ЛЧМ сигнала для радиолокационных систем подповерхностного зондирования заглубленных объектов.

4. Список литературы

- [1] Taylor, J. D. Ultra-Wideband Radar Technology / J. D. Taylor. — CRC Press, 2001. — 422 p.
- [2] Вопросы подповерхностной радиолокации / А. Ю. Гринев [и др.]; под общ. ред. Гринев А. Ю. — М.: Радиотехника, 2005. — 416 с.

TX PATH OF ULTRA-WIDEBAND QUASI-CONTINUOUS FMCW GPR

Malevich I. Yu., Meledin K. I., Lopatchenko A. S.

Scientific adviser: Malevich I. Yu.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — The technical solution of the TX path ultra-wideband quasi-continuous FMCW GPR is proposed. The design description and results of the laboratory experiment are given.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Поляков А. Л., Приходько И. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук Поляков А. Л.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: katyn864@mail.ru, AL_Polykov@inbox.ru

Аннотация — В работе проведен анализ эффективности спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и «GPS Navstar». В качестве главного критерия оценки эффективности вместе с точностными характеристиками систем выбран геометрический фактор.

1. Введение

Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) все шире используются для решения навигационных задач в военной сфере, различных отраслях экономики, а также на уровне частных пользователей.

На сегодняшний день можно говорить о четырех ГНСС: ГЛОНАСС — Российская федерация; «GPS Navstar» — США; Beidou/Compass — Китай; GALILEO — Европейское космическое агентство.

Любая из этих систем включает в себя три основных сегмента: орбитальную группировку навигационных космических аппаратов (КА), наземный комплекс контроля и управления КА, навигационную аппаратуру потребителя. Но вместе с тем структура построения орбитальной группировки КА.

Показатели точности и доступности систем также различны. На основании этого, возникает практический интерес в проведении оценки эффективности ГНСС. Причем наибольший интерес представляет проведение сравнительного анализа прежде всего систем ГЛОНАСС и «GPS Navstar» [1].

2. Основная часть

Вплоть до начала 2000-х годов в мире не существовало реальной альтернативы американской системе глобального позиционирования GPS. Однако с начала 2000-х годов возобновились работы по развитию отечественной системы ГЛОНАСС (Глобальная НАвигационная Спутниковая Система).

Можно выделить некоторые отличия систем друг от друга:

а) Расположение спутников — в GPS спутники занимают 6 плоскостей по 4 аппарата в каждой, в ГЛОНАСС — по 8 спутников в трех плоскостях. При этом спутники GPS синхронизированы с вращением Земли, спутники ГЛОНАСС вращаются независимо от Земли;

б) Сигналы, передаваемые спутниками, разнесены по частоте (хотя некоторые сигналы в GPS и ГЛОНАСС передаются в близких диапазонах) [2].

в) И GPS, и ГЛОНАСС создавались для военных целей, но в США на 7 лет раньше по сравнению с ГЛОНАСС был снят запрет на ограничение точности для гражданских устройств. После снятия этого запрета система начала стремительно развиваться.

г) На сегодня погрешность в определении координат несколько ниже у системы GPS — от 2 до 4 метров. На территории США, Канады, Китая, Японии и стран благодаря работе станций, осуществляющих поправки дифференциального режима, погрешность снижается до 1 — 2 метров. Как ожидается, спутники последнего поколения GPS будут давать погрешность примерно в 0,6 — 0,9 м. У ГЛОНАСС погреш-

ность позиционирования составляет 3 — 6 метров, но теоретически, система имеет возможность снижения этого показателя до 10 см. Как обещают разработчики, этот параметр будет достигнут в 2020-х годах.

ГЛОНАСС покрывает 100% территории РФ и примерно 70% территории всего земного шара. GPS работает в любом месте Земли, исключая приполярные области. По сути, обе системы могут быть взаимно дополняемыми [3].

На рис. 1 показано видимое созвездие КА ГЛОНАСС.

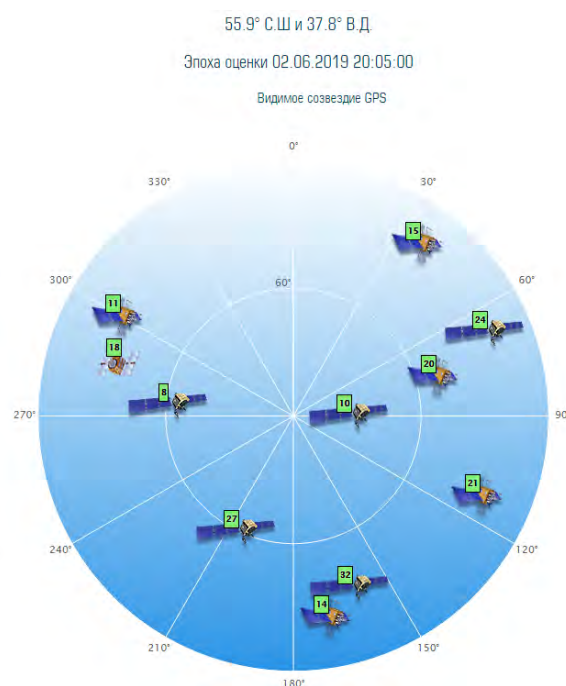


Рис. 1

Из него видно, что одновременно возможно наблюдение одновременно до 8 КА. В свое время в ГНСС GPS обеспечивается одномоментное наблюдение до 11 КА (рис. 2). Такое соотношение в определенной степени объясняет разницу в показателях точности систем. Хотя судить о эффективности систем, основываясь исключительно на таком сравнении категорически неправильно.

Всесторонняя оценка может быть проведена с учетом многих важных факторов, влияющих на показатели систем в целом. Результаты такого анализа будут наиболее объективными, а процесс достаточно сложным и громоздким.

Наиболее просто и с достаточной объективностью представляется провести анализ ГНСС основываясь на обобщенном показателе, а именно геометрическом факторе точности. Данный показатель дает возможность оценить во сколько раз ухудшается точность навигационных определений в любой точке земного шара по сравнению с максимальной

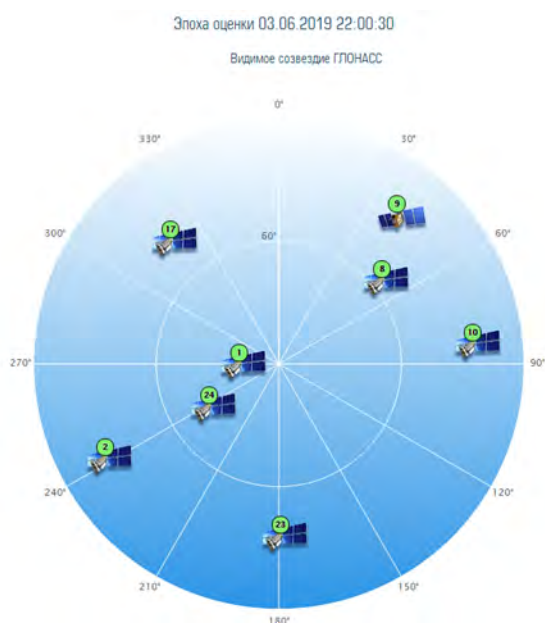


Рис. 2

На рис. 3 представлен геометрический фактор ГНСС GPS. Анализ показывает, что точность навигационных определений ухудшается в 3,5 — 4 раза.

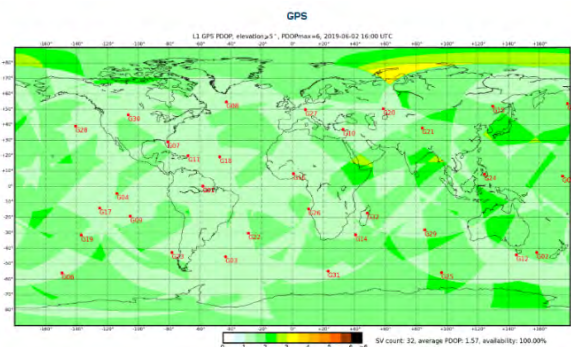


Рис. 3

В приполярных только в приполярных областях земного шара (выделено желтым цветом) в то время как в ГНСС ГЛОНАСС таких областей гораздо больше. Хотя точности в приполярных областях выше (рис. 4).

Следует отметить, что точность растет при увеличении количества наблюдаемых спутников. Т.е. количество наблюдаемых спутников является очень существенным аспектом.

Следует также отметить, что по данным системы дифференциальной коррекции и мониторинга точность навигационных определений существенно возрастает (до 3 — 5 м) при совместном использовании ГЛОНАСС и GPS.

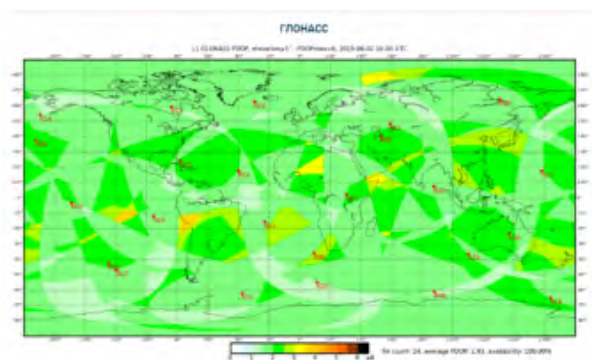


Рис. 4

3. Заключение

Таким образом на современном этапе более эффективной следует считать ГНСС GPS. В то же время существенным достоинством ГНСС ГЛОНАСС является более высокая стабильность КА ввиду отсутствия синхронности их движения с вращением Земли, что исключает необходимость дополнительных корректировок в течении всего срока активного существования КА.

Очевидно, что однозначного ответа на вопрос какая система лучше, на сегодняшний день дать невозможно.

Безусловными преимуществами будет обладать аппаратура. Которая поддерживает и ГЛОНАСС и GPS. В этом случае качество услуги навигационного определения с точки зрения доступности и эффективности для потребителя будет значительно выше.

4. Список литературы

- [1] Лукьянчук, А. Г. Работа в системах спутниковой радионавигации : учеб. пособ. / А. Г. Лукьянчук, Ю. П. Михайлюк. — Севастополь : Изд-во СевНТУ, 2007 — 190 с.

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS

Prihodko I. A., Polyakov A. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The article is devoted to the analysis of efficiency of satellite radio navigation systems GLONASS and GPS Navstar. The geometric factor was used as the main criteria of efficiency estimation as well as the accuracy characteristic of the system.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ INMARSAT ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МОРЕПЛАВАНИЯ

Боков Г. В., Рудык Я. А.

Научный руководитель: Боков Г. В.

Филиал "Государственный Морской Университет им. Адм. Ф.Ф. Ушакова" в г. Севастополь, Россия

E-mail: themechanic392@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены возможности и особенности использования системы Inmarsat в области судовождения. Приведена оценка перспектив развития системы в плане обеспечения безопасности мореплавания.

1. Введение

В наше время мореплавание остается до сих пор одной из самых опасных работ, угрожающей жизни моряка круглые сутки. В момент бедствия на судне важно каждое действие и каждая секунда. Надежная и непрерывная связь с береговыми спасательными центрами и другими судами обеспечивает высокий уровень безопасности и позволяет предотвратить гибель судна и членов его экипажа. Система Inmarsat уже 40 лет предоставляет судам надежную связь и является лидирующей в этой сфере по всему миру.

2. Основная часть

International Maritime Satellite Organization — международная организация, предоставляющая на коммерческой основе свои технические средства для связи с морскими и воздушными судами и сухопутным транспортом. Геоостационарные спутники, используемые для связи Системой Спутниковой Связи «Inmarsat», служат активными ретрансляторами радиосигналов между терминалами на подвижных объектах и фиксированными земными станциями «Inmarsat», соединенными с международными и национальными сетями связи.

Inmarsat включает в себя три составляющие:

- 1) Космическая составляющая. Охватывает при помощи спутников, расположенных на высоте 35786 км над экватором, следующие районы: западную часть Атлантического океана, восточную часть Атлантического океана, Индийский океан, Тихий океан.
- 2) Береговая составляющая. Состоит из глобальной сети береговых земных станций (БЗС, Land Earth Station), координирующих станций сети (Network Coordination Station) и Центра эксплуатации сети и управления космическими спутниками в Лондоне (Satellite Control Centre).
- 3) Мобильная составляющая. Судовые земные станции (СЗС, Ship Earth Station) — терминалы связи, устанавливаемые на борту судна и предназначенные для связи с абонентами через спутник и БЗС.

Одними из первых СЗС, удовлетворяющих требованиям глобальной морской системе связи при бедствии (ГМССБ), были: Inmarsat-A, Inmarsat-B, Inmarsat-C. А-версия в течение многих лет являлась основным стандартом связи и обеспечивала клиентов высококачественной телефонной и факсимильной связью, передачей данных, включая высокоскоростной режим. В-версия выпускалась как аналоговая замена А-версии, обладая меньшими габаритами и весом и более низким тарифом в связи. С-версия же разрабатывалась как дополнение к системе Inmarsat-A с целью обеспечения более дешевой глобальной связи при помощи небольших по размеру СЗС, которые могут быть установлены практически на любых по размеру судах. Inmarsat-C включает

в себя небольшую всенаправленную антенну, компактный приемопередатчик, блок обмена сообщениями и специальную кнопку бедствия для подачи тревоги. С-версия передает сообщения в пакетах данных в направлениях "судно-берег", "берег-судно" и "судно-судно", используя принцип передачи Store and Forward. Однако Inmarsat-C не обеспечивает режима телефонии. В случае аварии сообщение придется вводить вручную, либо использовать специальную кнопку бедствия. Для обеспечения безопасности приемопередатчик Inmarsat-C обладает встроенным приемником спутниковой системы навигации, обеспечивающим автоматическую передачу координат и подробностей о движении при бедствии судна в Спасательно-Координационный Центр.

Inmarsat Fleet Xpress — новейшая технология компании, основанная на системе Inmarsat Global Xpress и сервисе Inmarsat FleetBroadband, помимо обеспечения безопасности, открывает новые просторы в сфере коммуникации для моряков и обеспечивает первоклассную производительность во всём Мировом океане. С его помощью можно не только удобней управлять грузоперевозками, но и повысить эффективность, производительность и благополучие экипажа. Сервис FleetBroadband обеспечивает выгодную голосовую связь с берегом и командой на борту, частные звонки работников на борту, потоковую видеотрансляцию, передачу данных и факса, непрерывную связь с морским спасательным координационным центром, а также доступ к интернету, электронной почте, таблицам, прогнозам погоды, сервису SMS.

3. Заключение

Система Inmarsat продолжает активно развиваться. Компания выпускает различные пакеты тарифов, чтобы быть доступной на любом судне, при этом всё также обеспечивая его безопасность. Inmarsat-C задает стандарт связи для сообщения о беде на море. Inmarsat Fleet Xpress является доказательством того, что компания улучшает технологии коммуникации по сей день, тем самым повышая благосостояние членов экипажа и уровень безопасности мореплавания.

THE PROSPECTS OF INMARSAT DEVELOPING FOR SAFETY IN NAVIGATION

Bokov G. V., Rudyk I. A.

Scientific adviser: Bokov G. V.

Sevastopol Branch of FSFEI HE «AUMSU», Russia

Abstract — The possibilities and features of Inmarsat system in navigation are considered. The mark of the prospects of Inmarsat developing for providing the safety at sea is given.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАДИОЛОКАЦИОННОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ПРОТЯЖЕННЫХ НАДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОДНОГО КЛАССА ПО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМУ ПРИЗНАКУ

Андросова Ю. В., Малютин М. В.

Научный руководитель: канд. тех. наук Андросова Ю. В.

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

E-mail: yulia.ru.com@mail.ru

Аннотация — Представлено исследование амплитудных флюктуаций сигналов, отраженных от протяженных надводных объектов одного класса на выходе РЛС обзорного типа с цифровой обработкой для решения задачи различения. Исследовались две неподвижные протяженные цели (на якоре) при сходных дальности и пеленге облучения. Дана оценка эффективности различения на основе предложенного признака при определенных ракурсах и дальности нахождения целей.

1. Введение

Актуальной задачей использования навигационных РЛС является не только обнаружение, но и распознавание различных надводных целей, при этом задача распознавания целей по классам или распознавание целей одного класса разных проектов с помощью РЛС обзорного типа без системы активного опознавания со стороны целей сегодня не решена однозначно [1 — 3]. Для решения этой задачи проведение исследования амплитудных флюктуаций отраженных сигналов, на основании которого получен признак различения протяженных надводных объектов одного класса разных проектов.

2. Основная часть

В качестве информативного признака при различении использовались значения амплитуды сигналов, отраженных от протяженных надводных объектов.

Отраженный сигнал (U_s), характеризующий амплитуду представлен в виде:

$$U_s = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K U_{ij} \quad (1)$$

$$U_{ij} = U_{ij} U_p, U_{ij} = U_{ij} \\ U_{ij} = U_{ij} U_p, U_{ij} = 0$$

где $i=1...N$ — число дискретных отсчетов в азимутальной плоскости; $j=1...K$ — число дискретных отсчетов по дальности.

На основе вычисленных значений U_s проведен анализ динамики амплитудных флюктуаций при различных уровнях порога U_{p-r} , где $r=1...r$ — число заданных уровней порога.

Оценка информативности, полученного признака, проведена с использованием критерия Фишера [4]:

$$F = \frac{(\mu_{i_1}^{\xi} - \mu_{i_2}^{\xi})^2}{[(\sigma_{M_1}^{\xi})^2 + (\sigma_{M_2}^{\xi})^2]} \quad (2)$$

$$\sigma_{M_1}^{\xi}$$

где $\mu_{i_1}^{\xi}$ и $\mu_{i_2}^{\xi}$ — среднее значение признака для рассматриваемых надводных целей; $\sigma_{M_1}^{\xi}$ и $\sigma_{M_2}^{\xi}$ — дисперсии признака для рассматриваемых надводных целей.

Проведенные исследования показали, что указанный признак обладает информативностью при различении заданных надводных объектов, при этом наиболее информативными являются значения флюктуаций амплитуды в пакке принятых сигналов при определенном в настоящем исследовании пороге (U_p).

Построены графики плотностей распределения флюктуаций амплитуды при определенном пороге для первой и второй цели одного класса. На рис. 1

показаны плотности распределения флюктуаций амплитуды первого и второго надводного объекта



Рис. 1

Определена точка разделения признаков пространства [5]:

$$n_0 = \frac{\sigma_2^2 m_1 - \sigma_1^2 m_2 \pm \sigma_1 \sigma_2 \sqrt{(m_1 - m_2)^2}}{(\sigma_2^2 - \sigma_1^2)} \quad (3)$$

где m_1 и m_2 — средние значения амплитуды сигнала соответственно для первой и второй цели; σ_1 и σ_2 среднеквадратические отклонения амплитуды сигнала при выбранном пороговом уровне соответственно для первой и второй цели.

Используя критерий минимума среднего риска определена вероятность правильного распознавания для заданных надводных целей, которая составила 0,75 за один обзор.

3. Заключение

Показано, что использование оцифрованных амплитудных значений сигналов, отраженных от протяженных надводных объектов одного класса (при равнозначных значениях дальности и ракурсах облучения целей), является информативным для решения задачи распознавания. При этом вероятность правильного распознавания составила 0,75 за один обзор для рассмотренных целей.

4. Список литературы

- [1] Классификация надводных объектов по радиолокационному изображению / Е. А. Войнов [и др.]. — Информационно-управляющие системы, 2005. — № 2. — С. 29 — 31.
- [2] Селекция и распознавание на основе локационной информации / А. Л. Горелик [и др.]. — М.: Радио и связь, 1990. — 240 с.
- [3] К решению задачи построения судового радара повышенного класса точности для целей ближней навигации / А. Н. Нечипоренко [и др.] // Радиоэлектроника. — 2008. — № 7. — С. 59 — 63.
- [4] Распознавание образов: состояние и перспективы / К. Верхаген [и др.]. — М.: Радио и связь, 1985. — 104 с.
- [5] Горелик, А. Л. Методы распознавания / А. Л. Горелик, В. А. Скрипкин. — М.: Высшая школа, 1989. — 232 с.

THE CAPABILITIES ESTIMATION OF THE RADAR RECOGNITION OF THE ONE CLASS'S SURFACE EXTENDED OBJECTS BY ENERGY ATTRIBUTE

Androsova Y. V., Malutin M. V.

Scientific adviser: Androsova Y. V.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — The study of amplitude fluctuations of signals, which were reflected from surface extended objects of same classes, is presented. The signals are investigated at the output of a radar survey type with digital signal processing. Two extended stationary objects with similar ranges and bearing were researched. Recognition efficiency at certain ranges and bearings of two objects was estimated based on the proposed feature.

«УМНЫЙ» ХОЛОДИЛЬНИК

Редькина Е. А., Лукьянчиков А. В., Петрушин С. А., Сериков А. С., Федиско Н. С.
 Научные руководители: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А., канд. техн. наук. Лукьянчиков А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: elenaredkina@gmail.com

Аннотация — Работа посвящена проблемам разработки автоматизированной системы отслеживания параметров пищевых продуктов, которая может быть встроена в холодильник (система «Умный холодильник»).

1. Введение

На современном рынке бытовых приборов широко представлены так называемые «умные» холодильники. Они представляют собой миникомпьютер со множеством функций для отслеживания параметров окружающей среды и параметров, важных для хранения пищевых продуктов (помимо непосредственного отслеживания и информирования о количестве содержимого). Однако при этом данное оборудование очень дорогостоящее и не ориентировано на обычного пользователя или производство [1].

Таким образом, разработка недорогой системы, которая могла быть внедрена в существующие бытовые и профессиональные холодильники с целью простого удобства хранения при небольших затратах и обслуживании, является актуальной задачей. В докладе представлены предварительные результаты разработки системы «умный» холодильник, для измерения и отслеживания параметров содержимого контейнеров, а также для оповещения о состоянии хранимых в контейнере веществ и продуктов внутри холодильника.

2. Основная часть

Основополагающие принципы работы устройств системы «умный дом», а также принципы размещения и хранения продуктов в холодильнике, в совокупности с существующими санитарными нормами позволяют выделить основные обязательные элементы системы.

Разрабатываемая система представляет собой объединение трех частей: а) часть сбора данных, которые осуществляют модули контроля; б) локальная сеть, объединяющая модули контроля и центральный модуль; в) серверная часть для предоставления информации клиентам.

Модули с датчиками (температуры, давления, влажности) располагаются на специализированных контейнерах различного вида с содержимым в виде любого пищевого продукта. Модули запитываются по двухпроводной линии питания 12 В, которая одновременно является линией передачи 1-wire [2], по которой модули отправляют данные на центральный модуль, совершающий сбор, обработку и передачу информации на локальный сервер, информация с которого может наблюдаться на специальной веб-странице удаленно через интернет.

Для реализации взаимодействия модулей датчиков и главного модуля (располагаемого на дверце) принято решение использовать технологию передачи данных 1-Wire, ввиду нецелесообразности применения элементов питания на контейнерах. Скорость передачи между модулями контроля, а также частота обращений невелика, что обеспечит устойчивую работоспособность системы при использовании 1-Wire. Выбор протокола передачи и метода кодирования

позволит повысить помехоустойчивость и качество связи.

Для связи терминального модуля с сервером, он должен иметь выход в интернет. Выход в интернет системы может осуществляться с использованием технологии GPRS, 3G, LTE или Wi-Fi (или нескольких при резервировании канала) (рис. 1).

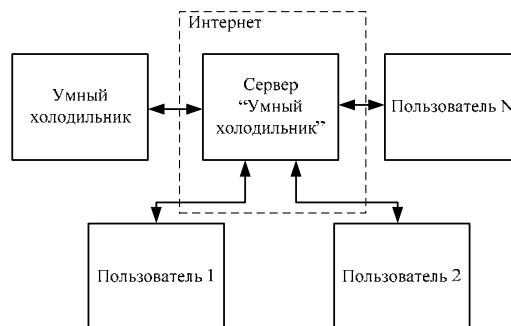


Рис. 1

Для передачи данных о состоянии продуктов в системе доступ терминального устройства (клиента) обеспечивается по протоколу TCP/IP к серверу системы «Умный холодильник». Для получения информации о состоянии продуктов внутри холодильника к серверу может подключаться ряд пользователей. Чтобы обеспечить максимальную гибкость системы и обеспечить платформу-независимость визуального интерфейса пользователя принято решение использовать технологию WEB для интерфейса пользователя. Это позволит подключаться к системе пользователей как с персонального компьютера, так и мобильных устройств, что очень удобно и позволит снизить затраты на разработку системы (поскольку отпадает необходимость писать клиентское ПО под каждую платформу).

3. Заключение

Представлены предварительные результаты разработки автоматизированной системы хранения продуктов в рамках концепции «умный дом». Предложена структура системы, принцип передачи, хранения и отображения информации о хранимых продуктах.

4. Список литературы

- [1] «Умный» холодильник: особенности и преимущества [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://infuture.ru/article/17988>.
- [2] Протокол 1-wire [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://avr.ru/beginner/understand/1wire>.

SMART REFRIGERATOR

Petrushin S. A., Serikov A. S., Fedisko N. S.,
 Redkina E. A., Lukjanchikov A. V.

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

Abstract — The problems of design of the automated system to control the different parameters for food storage, which can be implemented in a refrigerator («smart» refrigerator), are discussed.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ХРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ

Редькина Е. А., Лукьянчиков А. В., Хохуда А. Н., Орлов И. И., Шадрин М. А., Чернявская И. В.
 Научные руководители: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А., канд. техн. наук Лукьянчиков А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: elenaredkina@gmail.com

Аннотация — Работа посвящена проблемам разработки автоматизированной системы хранения продуктов в рамках концепции «умный дом». Предложена структура системы, принцип передачи, хранения и отображения информации о хранимых продуктах.

1. Введение

В современной тенденции развития бытовых электронных и радиоэлектронных устройств актуальна и широко представлена концепция так называемого «умного дома», «умного устройства». Подобные системы применяются и в промышленности и в быту. Также актуальным является применение различных систем хранения, в том числе и пищевых продуктов, при точном отслеживании количества содержимого, а также своевременном информировании в случае недостатка сырья и продуктов производства.

Однако на данный момент на рынке электронных изделий, относимых к концепции «умный дом» и «умный город» практически отсутствуют системы и устройства автоматизированного хранения продуктов для различных видов предприятий пищевой промышленности, а также домашних кухонь.

Таким образом, в докладе представлены предварительные результаты разработки устройства для измерения и отслеживания параметров содержимого контейнеров, а также для оповещения о состоянии, хранимых в контейнере веществ и продуктов.

2. Основная часть

Основополагающие принципы работы устройств системы «умный дом», а также принципы хранения продуктов и существующие санитарные нормы позволяют выделить основные обязательные элементы системы.

Разрабатываемая система представляет собой объединение трех частей: а) часть сбора данных, которые осуществляют модули контроля; б) локальная сеть, объединяющая модули контроля и центральный модуль; в) серверная часть для предоставления информации клиентам (рис. 1).

Модули с датчиками располагаются на специализированных контейнерах различного вида с содержимым в виде любого пищевого продукта. Указанные модули отправляют данные на центральный модуль, совершающий сбор, обработку и передачу информации на локальный сервер.

Для реализации взаимодействия модулей датчиков и главного модуля принято решение использовать приемники и передатчики диапазона частот 433 МГц, ввиду их невысокой стоимости и достаточных параметров связи в пределах помещения или промышленного цеха. Выбор протокола передачи и метода кодирования позволит повысить помехоустойчивость и качество связи.

В качестве датчиков используются датчики температуры-влажности, а также датчик давления.

Для связи терминального модуля с сервером, он должно иметь выход в интернет. Выход в интернет системы может осуществляться с использованием

технологии GPRS, 3G, LTE или Wi-Fi (или нескольких при резервировании канала).

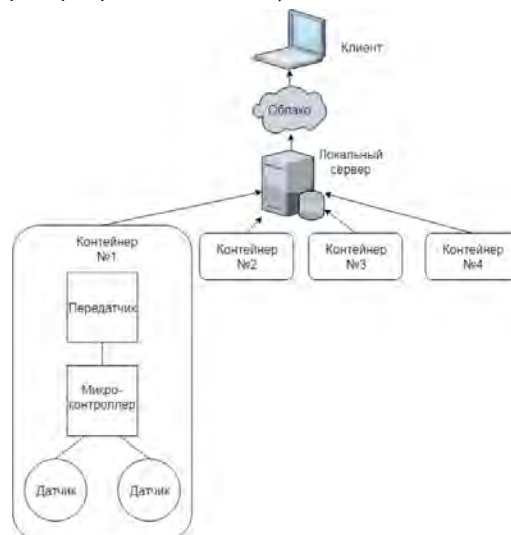


Рис. 1

Для передачи данных о состоянии продуктов в системе, используется технология «Интернета вещей» (IoT) с применением протокола MQTT. Этот протокол является клиент-серверным и разделяет пользователей на подписчиков и публикаторов событий. Сам сервер MQTT является брокером системы — связующим звеном между подписчиками и публикаторами событий. Терминальное устройство является публикатором событий, сервер системы хранения продуктов является подписчиком.

3. Заключение

Представлены предварительные результаты разработки автоматизированной системы хранения продуктов в рамках концепции «умный дом». Предложена структура системы, принцип передачи, хранения и отображения информации о хранимых продуктах

4. Список литературы

- [1] Литвинская, О. С. Основы теории передачи информации: учеб. пособ. / О. С. Литвинская, Н. И. Чернышев. — М. : Кнорус, 2013. — 168 с.
- [2] Зюко, А. Г. Теория передачи сигналов : учебник для вузов / А. Г. Зюко, Д. Д. Кловский. — М. : Радио и связь, 1986. — 304 с.
- [3] LoRaWAN™ 1.0.3 Specification [Электронный ресурс]. — Режим доступа: lora-alliance.org/sites/default/files/2018-07/lorawan1.0.3.pdf.

AUTOMATED FOOD STORAGE SYSTEM

Hohuda A. N., Orlov I. I., Shadrin M. A.,
 Hernjavskaya I. V., Redkina E. A., Lukjanchikov A. V.
 Scientific adviser: Redkina E. A., Lukjanchikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The problems of design of a new automated food storage system, which can be a part of smart house system, are considered. The structure of system, the technology of transferring, keeping and displaying the food storage information are proposed.

РАЗРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИОНОСФЕРНЫХ СТАНЦИЙ

Ломоносов С. Е., Супрун М. А., Мишина К. Ю.

Научный руководитель: канд. техн. наук, ст. науч. сотр. Ломоносов С. Е.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: lomnos@km.ru

Аннотация — Проведен обзор существующих средств контроля состояния ионосферы. Рассмотрены особенности функционирования основных типов ионозондов, определены пределы изменения параметров зондирования, режимы работы и требования к условиям эксплуатации. Результаты работ сведены и представлены в виде файла-задания.

1. Введение

Размещение ионосферных станций российского и зарубежного производства исходит из принципа создания широтно-долготных цепочек, охватывающих наиболее важные регионы РФ с точки зрения обеспечения их ионосферной информацией. К таким регионам относятся приполярные районы, характеризующиеся труднодоступностью, малой заселенностью и, как следствие, большими трудностями эксплуатации.

В докладе приведен обзор технических характеристик существующих ионозондов и сформулированы основные требования к системе управления ионосферных станций оснащенных несколькими типами ионозондов.

2. Основная часть

Все ионозонды функционируют в единой сети получая и предоставляя информацию из единых центров. Перспективная сеть будет использовать специально разрабатываемые отечественные сетевые приемники сигналов низкоорбитальных систем всех имеющихся в настоящее время типов и традиционных средств наклонного и вертикального зондирования. По мере выхода отечественной промышленности на мировые стандарты в производстве аналогичной продукции наращивание возможностей будет осуществляться за счет закупок импортных приемников [1]. Такой подход позволяет применить метод унификации отдельных программно-аппаратных средств и блоков.

В докладе проведен обзор существующих и перспективных ионозондов. Представлены сводные таблицы входных и выходных параметров средств. Определены их динамические диапазоны.

Ионозонд «Парус-А» предназначен для диагностики состояния ионосферы методами вертикально-гозондирования. Продуктом работы ионозонда является ионограмма, которая в зависимости от ее качества и степени детальности обработки может дать различную информацию о состоянии основных ионосферных слоев.

Ионозонд CADi является прибором канадского производства. По мнению экспертов для арктического сегмента отечественной сети станций вертикального зондирования целесообразно применение данного типа ионозонда.

Средства высокоорбитальной радиотомографии выполнены на основе приёмников высокоорбитальных навигационных и вспомогательных совместимых систем Javad Alpha G3T (плата TR G3TH) со встроенными автоматическими аккумуляторами, в сочетании с антеннами Javad GrAnt (модификация G3T). По аппаратным возможностям приёмники с антеннами

готовы к приёму сигналов спутниковых систем GPS, ГЛОНАСС, «Galileo», SBAS, «COMPASS/Beidou», QZSS.

Средства низкоорбитальной радиотомографии предназначены для автоматического проведения измерений относительного полного электронного содержания в ионосфере по спутниковым сигналам космических систем Цикада и Транзит [2].

Наземные ионозонды должны иметь синхронизатор, позволяющий по сигналам точного времени, в том числе сигналам GPS или ГЛОНАСС или внешним маркерам, включать программу совместной синхронной работы. Для обеспечения ЭМС (в том числе исключения наложения ионограмм и трансionoграмм в кадрах) режимы работы ионозондов и время их зондирования в сети следует сдвигать во времени по определенной утвержденной сетке, связанной с мировым временем. Необходимо учесть, что зондирование одновременно бортовыми и несколькими наземными ионозондами создает дополнительные трудности в обработке данных в реальном времени (даже при автоматизации обработки стандартных ионограмм) за счет значительного увеличения потока информации [3].

3. Заключение

Таким образом, определены содержание и формат файла-задания концептуальной системы управления.

Выявлена возможность создания ионосферных станций способных осуществлять одновременное сканирование ионосферы зондами различных типов.

4. Список литературы

- [1] Демченко, Н. Росгидромет предложил объединить все метеослужбы в единую госкорпорацию [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.rbc.ru/society/22/03/2018/5ab3bcbe9a79472d190a4177>.
- [2] Куницын, В. Е. Радиотомография ионосферы / В. Е. Куницын, Е. Д. Терещенко, Е. С. Андреева. — М.: Наука, 2007. — 335 с.
- [3] Барабашов, Б. Г. Ионосферное обеспечение однопозиционных пеленгаторов-дальномеров диапазона декаметровых волн / Б. Г. Барабашов, О. А. Мальцева // Труды научно-исследовательского института радио. — М., 2003. — С. 122.

DEVELOPMENT OF REQUIREMENTS FOR THE CONTROL SYSTEM OF TECHNICAL MEANS OF PERSPECTIVE IONOSPHERE STATIONS

Lomonosov S. E., Suprun M. A., Mishina K. Y.

Scientific adviser: Lomonosov S. E.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A review of existing means of monitoring the state of the ionosphere is presented. The features of the functioning of the main types of ionosondes are considered, the limits of variation of the sensing parameters, operating modes and requirements for operating conditions are determined. The results of the work are summarized and presented in the form of a task file.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИОНОСФЕРНЫХ СТАНЦИЙ

Ломоносов С. Е., Присяжнюк С. Н., Мишина К. Ю., Бандурин А. Г.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, ст. науч. сотр. Ломоносов С. Е.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: lomnos@km.ru

Аннотация — Предложен алгоритм функционирования ионосферной станции, оснащенной разнотипными техническими средствами. Разработана методика обработки ионограмм, основанная на создании автоматической системы, работающей в реальном масштабе времени и непрерывно выполняющей анализ состояния ионосферы различными методами и средствами.

1. Введение

Центральной проблемой при создании алгоритма функционирования ионосферной станции и обработки ионограмм является необходимость создания полностью автоматической системы, работающей в реальном масштабе времени и непрерывно выполняющей планетарное картирование. Наиболее разумным представляется использование интерактивного режима, при котором оператор вводит план и параметры сканирования ионосферы в ЭВМ, используя форматизированный файл-задание или его скорректированную версию [1].

2. Основная часть

Антенная система, радиоприемное устройство, промышленный компьютер и модуль приема ГЛОНАСС и GPS являются штатной аппаратурой ионозондов. Модуль кодирования/декодирования телеметрической информации, система управления на базе ПЭВМ и модуль управления, дополнительное программное обеспечение (ПО) расширяют возможности ионозонда [2].

Взаимодействие основных частей комплекса происходит следующим образом. ПЭВМ управления, получив по локальной сети, каналу телеметрии или (и) от оператора список решаемых задач, формирует временную диаграмму работы комплекса в соответствии с заданными приоритетами.

При наступлении времени события, соответствующего исполнению заданной задачи, модулем управления, выдаются команды включения соответствующего режима работы соответствующего средства. Формируются кодограммы управления, которые далее выдаются на электронный модуль управления РПУ и РПрДУ. В РПУ при точном (не более 1 мкс) совпадении времен исполнения задания включается соответствующий режим работы. Осуществляется излучение и (или) прием сигналов.

Принятая сигнальная информация поступает на модуль обнаружения и измерения параметров сигналов. Если заданы команды на измерение углов прихода в пределах обнаруженных сигналов формируется информация об амплитудах и фазах сигналов с каждого из активных антенных элементов (ААЭ), необходимая для оценки углов прихода, которая совместно с сигнальной информацией поступает по локальной сети на ПЭВМ. В ПЭВМ выполняются процедуры автоматической обработки ионограмм с восстановлением вертикального профиля электронной концентрации, при необходимости измеряются углы прихода сигналов.

Результаты обработки информации зондирования ионосферы по локальной сети передаются на ПЭВМ управления. ПЭВМ адаптивно выбирает режимы работы, а модуль управления формирует команды для работы различных радиотехнических систем, принятых на обслуживание.

Совместная синхронная работа наземных и спутниковых ионозондов обеспечивается единым для системы мониторинга протоколом, регламентирующим диапазоны зондирования, структуру используемых сигналов, временные режимы и т. п.

В результате выполнения работ формируется следующий набор (минимальный) выходных данных:

- величины критических частот основных ионосферных слоев;
- предельные частоты и частоты экранировки спорадического слоя;
- минимальные действующие высоты слоев;
- коэффициенты пересчета для наклонного распространения радиосигналов через ионосферные слои;
- степень диффузности вблизи максимума электронной концентрации;
- минимальная частота отражения для данного ионозонда;
- $N(h)$ — профиль.

3. Заключение

Таким образом пункты ионосферных наблюдений могут получить уникальную возможность осуществлять переконфигурирование целевой аппаратуры без замены комплекса управления ионозондов.

4. Список литературы

- [1] Отчет об ОКР «Разработка технологии и создание аппаратно-программного комплекса для радиотомографических наблюдений ионосферы с использованием сигналов космических навигационных систем в составе системы геофизического мониторинга», Москва, ГУ «ИПГ», 2010 г.
- [2] Данилкин, Н. П. Расчет высотных профилей электронной концентрации в ионосфере по ионограммам / Н. П. Данилкин, Н. Г. Котонаева // Радиофизика, 2002. — Т.75, № 5. — С. 367 — 374.

DEVELOPMENT OF ALGORITHM FOR THE CONTROL SYSTEM OF TECHNICAL MEANS OF PERSPECTIVE IONOSPHERE STATIONS

Lomonosov S. E., Prisyazhnyuk S. N., Mishina K. Y., Bandurin A. G.
 Scientific adviser: Lomonosov S. E.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The algorithm of functioning of the ionosphere station, equipped with various types of technical means, is proposed. A technique has been developed for processing ionograms, based on the creation of an automatic system that operates in real time and continuously analyzes the state of the ionosphere using various methods and means.

РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИОНОСФЕРНЫХ СТАНЦИЙ

Ломоносов С. Е., Ильяш Д. В., Мишина К. Ю., Половцев В. С.
Научный руководитель: канд. техн. наук, ст. науч. сотр. Ломоносов С. Е.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: lomnos@kms.ru

Аннотация — Предложен вариант интерфейса управляющей программы ионосферной станции оснащенной разнотипными ионозондами. Рассмотрена возможность визуализации планов задействования средств и их коррекции в соответствии с особенностями текущей обстановки.

1. Введение

В настоящее время рассматривается идея создания единой системы управления ионозондами в пределах одной ионосферной станции. Разрабатываемая система призвана решить задачу интеграции ионосферных станций с несколькими ионозондами в перспективную сеть геофизического мониторинга [1].

Для повышения качества и удобства организации и проведения работ необходимо разработать интерфейс управляющей программы.

2. Основная часть

Для определения требований к разрабатываемому программному комплексу управления необходимо рассмотреть технические характеристики существующих ионосферных станций. В настоящее время в эксплуатации находятся: DPS-4, VISO-01, Парус, Бизон, Авгур-К, Парус-А, CADI [2].

Исходя из характеристик перечисленных средств сформулированы следующие основные требования к видам и диапазонам значений управляющих параметров комплекса управления. Он должен обеспечивать ввод управляющих команд в следующих видов и диапазонов:

- диапазон частот, МГц 0,5 — 50
- шаг перестройки по частоте (кГц); 5 — 50
- диапазон высот, (км) 85 — 1050
- мощность излучения, кВт 0,15 — 15
- длительность ЗС, мкс 10 — 600
- частота повторения ЗС, Гц 0 — 200
- частота повторения сеансов от 1 до 15 раз в мин
- автоматическое построение N(h) профиля - д/н
- автоматическая обработка данных измерений д/н
- тип зондирования (вертикальное/наклонное) -в/н/
- углы прихода сигналов — по азимуту 0-360°
- по углу места 5-90°

Для решения задач сбора и распространения геофизической информации интерфейс должен обеспечивать выбор средства передачи информации. К ним относятся:

- телекоммуникационные каналы связи Росгидромета;
- подсистема низовой связи (ПНС), отвечающая за передачу информации от наблюдательных станций и постов в центры первичного сбора данных;
- ведомственная сеть связи (ВСС);
- автоматизированная система передачи данных (АСПД);
- система циркулярного распространения информации Росгидромета (СЦРИ);
- спутниковые телекоммуникационные системы сбора данных Росгидромета с использованием отечественных полярно-орбитальных и геостационарных КА (СССД);

— автономные пункты приема информации непосредственно с борта КА в квазинепрерывном режиме (АППИ);

— имеющиеся технические геофизические средства мониторинга, включая наземный комплекс приема, обработки и распространения спутниковой информации (НКПОР) Росгидромета;

— обмен информацией по протоколу FTP с использованием сети Интернет;

— электронная почта через Интернет/МЕКОМ.

После проведения исследований строится визуальная диаграмма, которая выводится в окно результатов работ. На рис. 1 показан пример отображения диаграммы исследования ионосферы.

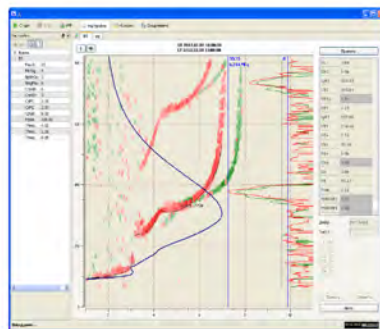


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, разработан макет интерфейса адаптивной системы управления ионосферными станциями позволяющий оператору:

- осуществлять выбор ионозонда;
- планировать режимы работ;
- редактировать файл-задание;
- выдавать потребителю данные в заданном режиме и формате.

4. Список литературы

- [1] Данилов, А. Д. Метеорологические эффекты в ионосфере / А. Д. Данилов, Э. С. Казимировский, Г. В. Вергасова, Г. Я. Хакикия. — Л. : Гидрометеиздат, 2017. — 69 с.
- [2] Брюнелли, Б. Е. Физика ионосферы / Б. Е. Брюнелли, А. А. Намгаладзе. — М. : Изд-во «Наука», 2014. — 58 с.

DEVELOPMENT OF INTERFACE FOR THE CONTROL SYSTEM OF TECHNICAL MEANS OF PERSPECTIVE IONOSPHERE STATIONS

Lomonosov S. E., Ilyash D. V., Mishina K. Y.,
Polovtsev V. S.

Scientific adviser: Lomonosov S. E.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The variant of interface of control program of the ionosphere station is offered by equipped types ionosondes. Possibility of visualization of plans of involving of facilities and their correction is considered in accordance with the features of current situation.

СИСТЕМА ИДЕНТИФИКАЦИИ ГРАЖДАНСКИХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Афонин И. Л., Иевлев К. В., Атяшкин Д. В.,

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

Испытательный центр «Омега» — филиал ФГУП НИИР, Россия

E-mail: ivlev@niir.ru

Аннотация — Представлена система идентификации гражданских беспилотных летательных аппаратов, предназначенная для идентификации по признаку «свой/чужой» гражданских летательных аппаратов. Система состоит из радиочастотной метки, устанавливаемой на БПЛА и считывателя РЧ-метки.

1. Введение

Рынок беспилотных летательных аппаратов в России и мире стремительно развивается. Бесконтрольное использование БПЛА может привести к серьезным последствиям.

БПЛА могут быть использованы террористами либо наркоторговцами. БПЛА могут перевозить взрывные, токсичные вещества и устройства и доставлять их в места массового скопления людей. Своевременное обнаружение и идентификация БПЛА позволяет определить санкционированность нахождения в данной зоне и принять необходимые меры по обеспечению безопасности [1].

Представлена система идентификации гражданских БПЛА.

2. Основная часть

Система дальней идентификации БПЛА основывается на принципах активных меток, установленных на беспилотных летательных аппаратах. Для обеспечения необходимой дальности действия используется технология LoRa. LoRa™ (от англ. Long Range) — это технология и одноименный метод модуляции. Метод модуляции LoRa запатентован компанией Semtech, основан на технике расширения спектра (spread spectrum modulation) и вариацию линейной частотной модуляции (chirp spread spectrum, CSS), при которой данные кодируются широкополосными импульсами с частотой, увеличивающейся или уменьшающейся на некотором временном интервале. [2] Такое решение, в отличие от технологии прямого расширения спектра, делает приёмник устойчивым к отклонениям частоты от номинального значения и упрощает требования к тактовому генератору, что позволяет использовать недорогие кварцевые резонаторы. LoRa использует прямую коррекцию ошибок (forward error correction, FEC), работает в субгигагерцовом диапазоне частот.

Встроенный 20 дБ усилитель в модуле обеспечивает выходную мощность 20 дБм и приёмник чувствительность которого не менее -148 дБм обеспечивают очень высокий динамический диапазон 168 дБ. Модуль может работать при температуре от минус 40°C до плюс 85°C.

На рис. 1 показана структурная схема системы идентификации гражданских БПЛА.

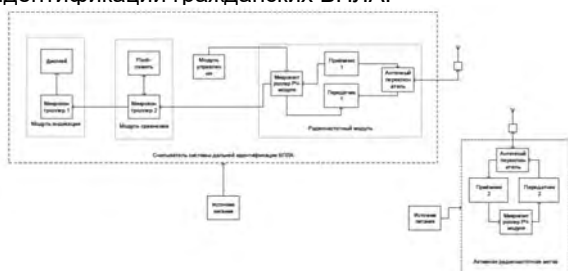


Рис. 1

На этапе получения БПЛА РЧ-метки, летательному аппарату присваивается личный номер, который заносится в систему. При получении разрешения на полёт БПЛА заносится в «чистый лист». Таким образом, при обнаружении БПЛА система сравнивает полученный код с «чистым листом» и если совпадение не найдено (полёт не является санкционированным), БПЛА заносится в «Чёрный список» и при необходимости может быть уничтожен для обеспечения безопасности [3].

Считыватель системы является переносным и оборудован внешней узконаправленной антенной. На рис. 2 приведен чертеж общего вида считывателя системы.

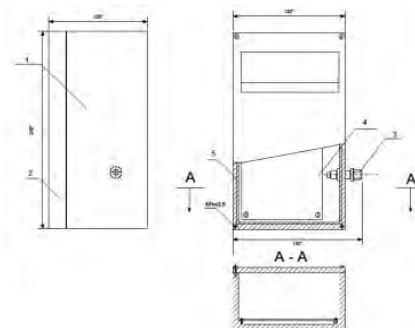


Рис. 2

3. Заключение

Разработана система дальней идентификации гражданских беспилотных летательных аппаратов, спроектирован корпус считывателя.

4. Список литературы

- [1] Microwave Journal [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://engage.advanced-pub.com/vm2/973ac0313798aafe/30011/eeacf431741f28fba6473c7b9fa19141>.
- [2] Методы расширения спектра [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://saankhyalabs.com/dhaval-cpe-modem-slc802odu/#1529316316577-73a2f898-f6b6>.
- [3] Электроника НТБ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.electronics.ru/journal/2017/6>.

IDENTIFICATION SYSTEM OF CIVIL UNMANNED AERIAL VEHICLES

Afonin I. L., Ievlev C. V., Atyashkin D. V.

Scientific adviser: Afonin I. L.

Sevastopol «Testing Center «Omega» — Affiliated Office of FSUE NIIR, Russia

Abstract — The system for the identification of civilian unmanned aerial vehicles, intended for identification on the basis of «our / foreign» civil-flying aircraft, is presented. The system consists of a radio frequency tag mounted on a UAV and an RF tag reader.

УСТРОЙСТВО ДИСТАНЦИОННОГО СБОРА ДАННЫХ С БЕЗБАТАРЕЙНЫМ ПИТАНИЕМ

Булат П. В.¹, Волобуев И. А.¹, Дудников С. Ю.², Ли Р. В.³, Ухов А. А.³, Шаповалов С. В.³

¹Университет ИТМО, Россия;

²Севастопольский государственный университет, Россия;

³Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

им. В. И. Ульянова (Ленина), Россия

E-mail: rvli@etu.ru

Аннотация — Рассмотрена проблема разработки устройства дистанционного сбора данных с безбатарейным питанием, заключающаяся во влиянии внешнего электромагнитного излучения на тракт обмена данными в устройстве. Приведена структурная схема устройства; рассмотрено решение проблемы за счет разнесения каналов питания и обмена данными по диапазонам частот; произведена оценка эффективности решения с помощью формулы передачи Фрииса.

1. Введение

Одной из задач при разработке беспроводных устройств является увеличение длительности автономной работы. Существуют решения данной задачи, заключающиеся в использовании технологии радиочастотной идентификации [1, 2]. Однако использование одного диапазона частот для питания и передачи данных влечет за собой снижение надежности передачи данных из-за возможности входа приемного усилителя в режим насыщения.

2. Основная часть

Для решения указанной проблемы предложено осуществить разнесение каналов питания и обмена данными по диапазонам частот. Структурная схема устройства показана на рис. 1.

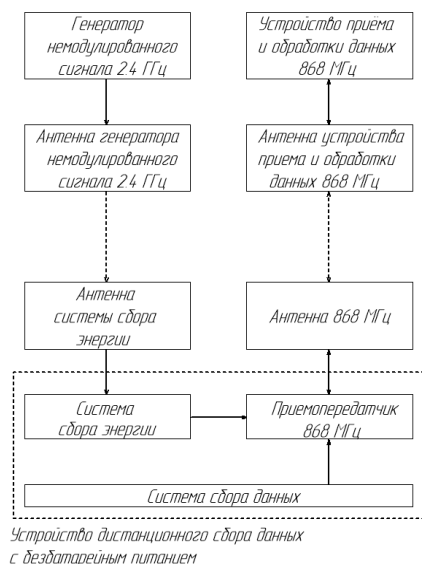


Рис. 1

Оценка эффективности данного решения осуществляется с помощью расчетов по формуле передачи Фрииса

$$P_r = P_t \cdot G_t \cdot G_r \cdot \left(\frac{\lambda}{4\pi R}\right)^2,$$

где P_r — принимаемая мощность в Вт; P_t — излучаемая мощность в Вт; G_t — коэффициент усиления передающей антенны; G_r — коэффициент усиления приемной антенны; λ — длина волны в м; R — рас-

стояние между приемным и передающим устройствами в м.

Приняв все прочие параметры за единицу, варьируя длину волны в формуле Фрииса, было получено:

$$P_{r868} = 7,56 \cdot 10^{-4} \text{ Вт},$$

$$P_{r2400} = 9,89 \cdot 10^{-5} \text{ Вт}$$

Из этого следует, что использование более коротких волн ведет к уменьшению принимаемой мощности на порядок. С учетом АЧХ входного усилителя, предназначенного для работы в полосе частот 868 МГц (ослабление на частотах, отличных от центральной, около –110 дБ для микросхемы CC1350 компании Texas Instruments), достигается отсутствие значимого влияния стороннего излучения на тракт обмена данными.

3. Заключение

Таким образом, в данной работе представлена структурная схема устройства дистанционного сбора данных с безбатарейным питанием, позволяющая исключить влияние мощного источника немодулированного сигнала на тракт обмена данными, а также осуществлена оценка эффективности данного решения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (соглашение № 14.575.21.0148, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57517X0148).

4. Список литературы

- [1] Беспроводной датчик перемещения с передачей данных посредством технологии радиочастотной идентификации / С. Ю. Дудников [и др.] // Труды XIV междунар. науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы электронного приборостроения» (АПЭП-2018). — Новосибирск, 2018. — Т.3. — С. 166 — 169.
- [2] Wireless sensor with energy harvester / A. Uhov [et. al] // Proc. of the 2017 IEEE Russia section young researchers in electrical and electronic engineering conference, Elconrus 2017. — St. Petersburg, 2017. — P. 1619 — 1621.

REMOTE DATA COLLECTING DEVICE WITH BATTERY-FREE POWER SUPPLY

Bulat P. V.¹, Volobuev I. A.¹, Dudnikov S. Yu.², Li R. V.³, Uhov A. A.³, Shapovalov S. V.³

¹ITMO University, Russia,

²Sevastopol State University, Russia,

³Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI", Russia

Abstract — An issue of developing a remote data collecting device was considered. The block diagram of device was presented. The frequency separation between data link and power link was considered as the solution of the issue. Calculations were provided by using Friis transmission equation.

БЕСПРОВОДНАЯ СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ АВИАДВИГАТЕЛЕЙ

Булат П. В.¹, Волобуев И. А.¹, Дудников С. Ю.², Ли Р. В.³, Ухов А. А.³, Шаповалов С. В.³
¹Университет ИТМО, Россия; ²Севастопольский государственный университет, Россия; ³Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), Россия
 E-mail: svshapovalov@etu.ru

Аннотация — Рассмотрена проблема разработки беспроводной системы сбора данных для перспективных авиадвигателей, заключающаяся в обеспечении низкого энергопотребления системы, осуществляющей беспроводной обмен данными. Приведена структурная схема системы, приведены расчеты энергопотребления рассмотренной системы.

1. Введение

Контроль параметров авиадвигателей подразумевает непрерывный мониторинг параметров и работу системы в режиме приема для мгновенного отклика на входящий запрос. При работе в таком режиме система потребляет до десятка миллиампер, что негативно влияет на срок автономного функционирования датчика [1]. Для увеличения продолжительности функционирования системы на срок 10 лет и более становится необходимым обеспечить снижение тока потребления системы до уровня десятков микроампер.

2. Основная часть

Проблема рассмотрена в случае, когда система используется для мониторинга параметров температуры и влажности. Данные параметры являются инерционными, поэтому система может проводить измерения этих параметров раз в секунду и передавать данные на сервер раз в минуту.

Один из вариантов реализации системы — на основе системы-на-кристалле CC1350 компании Texas Instruments и датчика температуры и влажности SHT21 компании Sensirion. Энергопотребление CC1350 в режиме «sleep mode» — 1,5 мкА, в активном режиме — порядка 10 мА, а в режиме передачи — около 25 мА. Энергопотребление датчика SHT21 в режиме «sleep» — 0,15 мкА, в активном режиме — 200 мкА. Структурная схема беспроводной системы сбора данных показана на рис. 1.

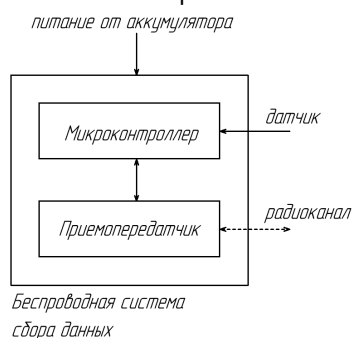


Рис. 1

Расчет тока потребления данной системы осуществляется по формулам (1) и (2).

$$I_c = I_{mk} + I_d = I_{mk_сп} + I_{mk_акт} + I_{mk_тх} + I_{d_сп} + I_{d_акт}, \quad (1)$$

$$I = t \cdot f \cdot I_n, \quad (2)$$

где I_c — общий ток потребления; I_{mk} — ток потребления микроконтроллера; I_d — ток потребления датчи-

ка; $I_{mk_сп}$, $I_{d_сп}$, $I_{mk_акт}$, $I_{d_акт}$ — токи потребления микроконтроллера и датчика в спящем и активных режимах; $I_{mk_тх}$ — ток потребления микроконтроллера в режиме передачи; t — ток режима; f — частота вызова режима.

Путем подстановки приведенных выше значения токов потребления в (1), (2) получено расчетное значение тока потребления системы 22,2 мкА. Максимальное время работы устройства при питании устройства от литий-полимерного аккумулятора емкостью 1200 мАч рассчитывается по формуле (3).

$$t_{max} = \frac{C_{bat}}{I_c \cdot N_h \cdot N_d \cdot N_m}, \quad (3)$$

где C_{bat} — ёмкость аккумулятора; I_c — ток потребления устройства; N_h , N_d , N_m — количество часов, дней, месяцев соответственно.

Исходя из значений, полученных из формулы (3), следует, что система способна непрерывно функционировать без замены аккумулятора около 5 лет. Дальнейшее увеличение длительности автономной работы может быть достигнуто за счет применения систем сбора энергии для заряда аккумулятора и технологии радиочастотной идентификации [2].

3. Заключение

Таким образом, в данной работе рассмотрена структурная схема системы, позволяющая обеспечить длительное время автономной работы устройства. Рассчитаны ток потребления и время автономной работы системы от элемента питания.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (соглашение № 14.575.21.0148, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57517X0148).

4. Список литературы

- [1] Беспроводной датчик перемещения с передачей данных посредством технологии радиочастотной идентификации / С. Ю. Дудников [и др.] // Труды XIV междунар. науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы электронного приборостроения» (АПЭП-2018). — Новосибирск, 2018. — Т.3. — С. 166 — 169.
- [2] Wireless sensor with energy harvester / A. Uhov [et. al] // Proc. of the 2017 IEEE Russia section young researchers in electrical and electronic engineering conference, Elconrus 2017. — St. Petersburg, 2017. — P. 1619 — 1621.

WIRELESS DATA COLLECTING SYSTEM FOR PROMISING AVIA ENGINES

Bulat P. V.¹, Volobuev I. A.¹, Dudnikov S. Yu.², Li R. V.³, Uhov A. A.³, Shapovalov S. V.³

¹ITMO University, Russia,

²Sevastopol State University, Russia,

³Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI", Russia

Abstract — An issue of developing energy efficient wireless data collecting system for promising avia engines was considered. Block diagram of the system and power consumption calculations were provided.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ОЦЕНКИ ПЕЛЕНГА ПРИ НЕКРАТНОМ ПОЛОЖЕНИИ МОНОГАРМОНИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПОЛЕЗНОГО СИГНАЛА

Жуков Д. М., Шевгунов Т. Я., Вавилова Ж. А.
Московский авиационный институт, Россия
E-mail: shevgunov@gmail.com

Аннотация — В работе представлены результаты численного моделирования оценки точности пеленга в зависимости от отношения сигнал-шум и числа отсчётов, по которым производится оценка.

1. Введение

В ходе исследования для решения задачи поиска более точных и менее ресурсозатратных алгоритмов оценивания источника местоположения применен подход, который состоит в использовании линейаризующих методов для получения грубой оценки, которая затем используется в качестве входной точки для метода оптимизации многоэкстремальной функции, подобранного специально для функции с известной структурой. В качестве метода оптимизации предложен алгоритм поиска глобального экстремума с использованием одноэтапных методов, основанных на функции правдоподобия для двух видов пассивных систем [1]:

— пассивной системы, состоящей из узкобазовых подсистем (ПСУП).

— комбинированной пассивной системы (КПС), в которую входят ПСУП и широкобазовая пассивная система (ШБПС).

По результатам исследования проведено численное моделирование оценки точности пеленга в зависимости от отношения сигнал-шум и числа отсчётов, по которым производится оценка.

2. Основная часть

Спектр, представляемый по оптимальному методу [2] для проведения оценки, — это комплексный гауссовский вектор из 64 отсчётов. Для удобства моделирования единственная гармоника размещена в позиции ровно посередине между 31 и 32 отсчётом спектра, что соответствует условному (нецелому) номеру 31,5 (из 64). Комплексная амплитуда (КА) этой гармоники генерируется как случайная величина, распределённая по нормальному закону. С использованием КА гармоники с заданной частотой восстанавливается временная последовательность отсчётов во времени, спектр которой вычисляется с использованием дискретного преобразования Фурье (ДПФ). Затем к спектру добавляется шум, распределённый по нормальному закону. Мощность шума каждого отсчёта спектра одинакова и определяется исходя из заданного отношения сигнал-шум.

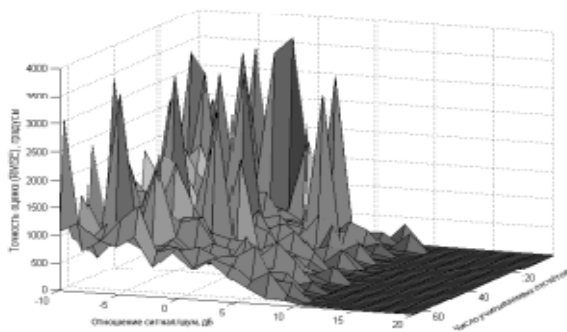


Рис. 1

Для проведения оконной обработки цифровой сигнал восстанавливается обратным ДПФ из своего спектра, умножается на оконную функцию и вновь преобразуется в спектр [3]. На рис. 1 в форме трёхмерного графика показаны результаты численного моделирования оценки точности пеленга в зависимости от отношения сигнал-шум и числа отсчётов, по которым производится оценка.

3. Заключение

В ходе численного эксперимента проводилось оценивание оптимальным алгоритмом по чётному количеству отсчётов, выбираемых симметрично слева и справа от указанного положения гармоники. Оптимальный алгоритм использовался в форме, при которой отношение сигнал-шум предполагалось одинаковым для каждого отсчёта спектра. В эксперименте было использовано прямоугольное (эталонное) окно. Общее количество рассчитанных точек — 640: 20 шагов SNR и 32 шага по количеству учитываемых отсчётов, каждый шаг соответствует симметричному увеличению числа отсчётов на два. Количество опытов, по которым проводилось усреднение каждой точке, равнялось 10 тысячам. Общее время расчёта составило порядка 20 часов на процессоре класса Core i5/i7 при двухпоточном выполнении. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов 18-37-00484 «мол_а»

4. Список литературы

- [1] Дубровин, А. В. Одноэтапное оценивание местоположения источника радиоизлучения пассивной системой, состоящей из узкобазовых подсистем / А. В. Дубровин, Ю. Г. Сосулин // Радиотехника и электроника, 2004. — Т. 49, № 2. — С. 156 — 170.
- [2] Алгоритм поиска глобального максимума при вычислении оценок местоположения источника радиоизлучения пассивной радиолокационной системой / Д. М. Жуков [и др.] // Журнал радиоэлектроники, 2018. — № 12. — С. 1 — 14.
- [3] Шевгунов, Т. Я. Точность оценки пеленга источника радиоизлучения при нерегулярной структуре спектра в полосе анализа пассивной системы местоопределения [Электронный ресурс] / Т. Я. Шевгунов, А. В. Дубровин // Журнал радиоэлектроники, 2014. — № 1. — Режим доступа: <http://jre.cplire.ru/jre/jan14/13/text.html>.

MODELING OF THE BEARING ESTIMATION ACCURACY FOR THE ALIQUANT POSITION OF A MONOHARMONIC COMPONENT OF A USEFUL SIGNAL

Zhukov D. M., Shegunov T. Ya., Vavilova Zh. A.
Moscow Aviation Institute, Russia

Abstract — The report presents the results of numerical simulation of the estimation of the accuracy of the bearing, depending on the signal-to-noise ratio and the number of scores, for which the estimate is made.

РОЛЬ АВАРИЙНЫХ РАДИОБУЕВ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ МОРЕПЛАВАНИЯ

Боков Г. В., Столбова А. Е.

Научный руководитель: Боков Г. В.

Филиал "Государственный Морской Университет им. Адм. Ф. Ф. Ушакова" в г. Севастополь, Россия

E-mail: kivi.man2017@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены функциональности аварийных радиобуев и требования к ним. Составлен вывод об их роли в обеспечении безопасности в судовождении.

1. Введение

Всем известна избитая истина, что море ошибок не прощает. Несмотря на это, ежегодно происходят сотни больших и малых происшествий на воде. ГМССБ (Глобальная морская система связи при бедствии) основана на том, что все суда в районе места бедствия мгновенно должны быть извещены об аварии и принять участие в поисково-спасательной операции с минимальными на то затратами времени. Радиобуй — одно из устройств, позволяющих незамедлительно оповестить о беде и долговременно указывать местоположение судна.

2. Основная часть

АРБ (Аварийный радиобуй), указывающий свою позицию, является неотъемлемой частью каждого судна, так как согласно системе ГМССБ немаловажная роль отводится местонахождению морского объекта, терпящего бедствие.

Существуют различные способы передачи сигнала радиобуем, обеспечивающие безопасность:

- Международная спутниковая система связи Inmarsat;

- Международная спутниковая поисково-спасательная система КОСПАС-САРСАТ;

- канал радиосвязи в диапазоне УКВ (Ультракороткие волны).

Спутниковая система связи Inmarsat имеет четыре геостационарных спутника над экватором, охватывающие практически всю поверхность Земного шара, за исключением выше 70° с. ш. и ниже 70° ю. ш. Несмотря на необходимость отправки сигнала с координатами местоположения и ограничение его по территории отслеживания, передача сигналов происходит незамедлительно, что делает АРБ важным элементом безопасности на борту судна при бедствии.

Система спутниковой группировки КОСПАС-САРСАТ состоит из нескольких спутников, находящихся на околополярных орбитах, и персональных аварийных радиобуев, установленных на судах. Подаваемый сигнал может быть принят в любой точке на поверхности Земли. Неограниченная зона действия и возможность определения местоположения АРБ, не получая информацию о координатах, путем исчисления величины доплеровского сдвига принятой частоты сигнала радиобуя — особенности, гарантирующие безопасность там, где Inmarsat уже не в силе. Однако слишком долгое время передачи сигнала, вплоть до двух часов, в условиях спасения при бедствии является значительным минусом.

Все суда, обеспеченные оборудованием ГМССБ, несут дежурства в диапазоне УКВ. Поэтому они могут сразу принять сигнал и перевести его в центр спасения, а также принять необходимые меры по

оказанию помощи судну, терпящему бедствие. В данной системе такими буями пользуются только в районе А1, зоне действия приема сигнала береговыми станциями на частотах УКВ. Благодаря буям данного типа поисково-спасательная операция в районе А1 будет оказана и проведена быстро.

Для надежной работоспособности АРБ оснащены автоматическим модулем включения, срабатывающим при помощи баростата во время ухода судна под воду и при контакте АРБ с водой, и ручным модулем включения для оповещения о бедствии, не связанным с затоплением судна. После получения сигнала наземные службы спасения и другие суда обязаны на него отреагировать и предпринять все усилия для обнаружения выживших и оказания помощи им.

Чтобы судно в случае бедствия точно могло быть обнаружено, АРБ обладают свободно всплывающей конструкцией, а их оборудование, крепление и устройство отделения делают надежными даже для экстремальных условий. Ёмкости их батареи должны хватать для обеспечения работы АРБ в течении 48 часов излучения сигнала.

Основные требования, соблюдаемые на борту:

- На каждом АРБ должны быть сделаны водонепроницаемые наклейки с указанием названия судна и его позывного на английском языке, и каждый член экипажа должен уметь самостоятельно привести в действие радиооборудование спасательных средств.

- В расписании по тревогам должны быть указаны лица, ответственные за доставку оборудования в спасательные шлюпки или плоты.

- В месте расположения оборудования на светопоглощающей пленке должна быть размещена схема использования данного прибора и стандартная маркировка на переборке.

3. Заключение

Таким образом, основная и немаловажная роль АРБ заключается в автоматическом запросе помощи в аварийной ситуации у береговых станций и судов и дальнейшей работе по указанию местоположения судна без участия в этом человека. Благодаря такому функционалу и соблюдаемым требованиям, с 1979 года посланными аварийными буями радиосигналами было спасено самое ценное — жизни людей, десятки тысяч людей.

THE ROLE OF EMERGENCY RADIOBEACONS IN PROVIDING THE NAVIGATION SAFETY

Bokov G. V., Stolbova A. E.

Scientific adviser: Bokov G. V.

Sevastopol Branch of FSFEI HE «AUMSU», Russia

Abstract — The features of emergency radio beacons and requirements for them are considered. The conclusion about its role in providing the safety in navigation is composed.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОРНИТОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АЭРОПОРТА

Паслен В. В., Резникова К. С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Паслен В. В.
Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
E-mail: karina.reznikova@yandex.ru

Аннотация — В работе рассмотрены основные мероприятия, направленные на борьбу с концентрацией птиц. Также рассмотрены регламентированные и не регламентированы методы борьбы с птицами.

1. Введение

Как только появилась авиация, одной из главных угроз стали рассматриваться птицы: столкновения птиц с самолетами начали приводить к летным происшествиям [1]. В России максимальное количество столкновений зарегистрировано в 2017 году — 1029 случая. В настоящее время фиксируется порядка 930 инцидентов за год.

2. Основная часть

Международная организация гражданской авиации (ИКАО) ежегодно регистрирует порядка 5400 столкновений воздушных судов (ВС) с птицами. Численность птиц, обитающих в городской черте, в том числе на территориях аэропортовых комплексов, ежегодно возрастает. Данный аспект является серьезной предпосылкой к летным происшествиям и, поэтому, ему посвящены специальные нормативные документы и различные научные разработки.

Все мероприятия по устранению условий, способствующих концентрации птиц, делятся на две группы: проводимые на аэродромах и на приаэродромной территории. К числу основных мероприятий, проводимых на аэродромах, относятся:

- вырубка зарослей кустарников в пределах территории;
- скашивание травяного покрова на летном поле до оптимальной высоты (20—25 см);
- уменьшение возможности гнездования птиц на аэродромных сооружениях;
- ликвидация имеющихся на территории аэродрома увлажненных и заболоченных участков;
- исключение доступа птиц к пищевым отходам самолетных и аэродромных кухонь;
- спиливание верхних ветвей деревьев, на которых расположены гнездовые колонии птиц в момент самого начала гнездования птиц (допускается сбивание гнезд с помощью водомета);
- запрещение сельскохозяйственных работ на территории аэродромов, за исключением сенокосения [2].

В зависимости от класса аэропорта, который определяется годовым объемом перевозок и годовой интенсивностью движения самолетов, предъявляются различные требования к необходимому оборудованию и персоналу. Эти требования регламентированы в руководстве по орнитологическому обеспечению полетов в гражданской авиации (РООП ГА-89) [2]. В РООП ГА в качестве мер борьбы с птицами предлагаются различные виды отпугивающих птиц оборудования, наиболее распространенными из которых являются:

— биоакустические отпугиватели, которые представляют собой передвижной комплекс, генерирующий тревожный сигнал по алгоритмам специальной

программы. Эти самые гуманные устройства, помогают прогнать птиц с насиженной территории с помощью комбинации специальных звуков. К недостаткам [3] относится то, что эти приборы узконаправленные, то есть отпугивают только один вид птиц в единицу времени.

— громпушка, отпугивающая птиц, издает сильный звуковой хлопок, похожий на гром. Устройство настраивается таким образом, чтобы не вызвать привыкания к звукам. Одной из особенностей пушки является ее всепогодность;

Помимо этого, в настоящее время разработаны и применяются отпугиватели, не регламентированные в РООП ГА-89, такие как:

— ультразвуковой отпугиватель, принцип действия которого основан на том, что колебание ультразвуковых частот вызывает у пернатых страх возможной опасности и инстинкт самосохранения не позволяет им обосноваться в этом месте. Основным недостатком является небольшая площадь отпугивания;

— лазерные отпугиватели, принцип действия которых основан на том, что птица воспринимает как угрозу для жизни яркий быстро перемещающийся луч. К недостаткам относится малая эффективность в светлое время суток;

— хищные птицы также широко применяются для борьбы с орнитологической угрозой. Их главная задача — испугать птиц своим присутствием.

3. Заключение

На кафедре радиотехники и защиты информации ведутся работы по выявлению причин столкновения птиц с самолетами, разработке рекомендаций по защите аэропортов и аэродромов от пернатых (с нанесением им минимальных повреждений) и технических устройств предотвращения столкновений самолетов с птицами.

4. Список литературы

- [1] Птицы против «птиц» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: avia-simply.ru/ptici-protiv-ptic.
- [3] Руководство по орнитологическому обеспечению полетов в гражданской авиации (РООП ГА-89) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: otpugivanie.narod.ru/documents/ROOP_GA-89.pdf.
- [2] Рогачев, А. И. Орнитологическое обеспечение безопасности полетов / А. И. Рогачев, А. М. Лебедев. — М. : Транспорт, 1984. — 126 с.

STUDY OF THE ORNITOLOGICAL SECURITY SYSTEM OF THE AIRPORT

Paslen V. V., Reznikova K. S.
 Scientific adviser: Paslen V. V.

Donetsk National Technical University, Donetsk

Abstract — In the article, the basic arrangements, aimed at combating the concentration of birds, are considered. Also, the regulated and not regulated methods of the bird control are considered.

ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМЫ «СОГЛАСОВАННЫЙ ФИЛЬТР — КОРРЕЛЯТОР»

Дегтярев А. Н., Топоровская Д. А.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: degtyaryov1966@yandex.ru

Аннотация — Рассматриваются вопросы помехоустойчивости устройства, содержащего согласованный фильтр и подключенный к его входу коррелятор.

1. Введение

Приемные устройства систем передачи информации содержат корреляторы или согласованные фильтры. В классической литературе доказывается, что коррелятор и согласованный фильтры эквивалентны в смысле отношения сигнал-шум в момент принятия решения [1]. Однако, согласованный с некоторым сигналом фильтр вырабатывает корреляционную функцию сигнала. Если сигнал имеет конечную длительность, то длительность корреляционной функции в два раза больше длительности сигнала. Можно ожидать, что в некоторых случаях энергия корреляционной функции будет больше, чем энергия сигнала.

Таким образом, целесообразно рассмотреть помехоустойчивость устройства, содержащего согласованный фильтр и подключенный к его входу коррелятор.

2. Основная часть

В качестве модели шума, действующего в канале связи примем белый шум с нулевым средним, который имеет спектральную плотность мощности

$$G(\omega) = \frac{N_0}{2} \text{ и корреляционную функцию в виде дельта-функции } B_n(\tau) = \frac{N_0}{2} \delta(\tau).$$

Пусть сигнал $s(t)$ имеет вид суммы $\sum_{n=1}^N a_n \varphi_n(t)$, причем a_n — n -я координата

сигнала, координатные функции $\varphi_n(t)$ имеют ортогональные корреляционные функции $B_n(t)$. Фильтр с импульсной характеристикой $g_n(t)$ согласован с координатной функцией $\varphi_n(t)$. Пусть, $n(t)$ — реализация шума. Энергия n -й компоненты сигнала равна

$$E_S = a_n^2 \int_{-\infty}^{\infty} \varphi_n^2(t) dt = a_n^2 B_n(0) = a_n^2 E_n, \text{ и } a_n^2 = \sqrt{E_S / E_n}.$$

На выходе n -го согласованного фильтра n -я компонента сигнал имеет вид

$$r_n(t) = a_n \int_{-\infty}^{\infty} g_n(t-\tau) \varphi_n(\tau) d\tau + \int_{-\infty}^{\infty} g_n(t-\tau) n(\tau) d\tau. \quad (1)$$

Первое слагаемое является полезной компонентой и имеет вид $a_n B_n(t)$. Второе слагаемое $\xi(t)$ в (1) представляет собой шумовую компоненту выходного сигнала согласованного фильтра, дисперсия которой равна

$$D_\xi = M \left\{ \left(\int_{-\infty}^{\infty} g_n(t-\tau) n(\tau) d\tau \right)^2 \right\} = \frac{N_0}{2} E_n. \quad (2)$$

В отсчетный момент времени отношение сигнал шум на выходе согласованного фильтра составляет

$$\rho_0 = \frac{a_n B_n(0)}{\sqrt{D_\xi}} = \frac{a_n B_n(0)}{\sqrt{B_n(0) N_0 / 2}} = \sqrt{\frac{2 E_S}{N_0}}. \quad (3)$$

На вход коррелятора поступает сигнал (1). Отсчетное значение выходного сигнала коррелятора в момент принятия решения равно

$$z = a_n \int_{-\infty}^{\infty} B_n^2(t) dt + \int_{-\infty}^{\infty} B_n(t) \xi(t) dt = a_n E_B + \eta. \quad (4)$$

Энергетический спектр $\Phi_n(t)$ равен

$$\Phi_n(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} B_n(t) e^{-j\omega t} dt.$$

Дисперсия является шумовой компоненты η :

$$D_\eta = M \left\{ \left(\int_{-\infty}^{\infty} B_n(t) \xi(t) dt \right)^2 \right\} = \frac{N_0}{8\pi^2} \int_{-\infty}^{\infty} \Phi_n^3(\omega) d\omega. \quad (5)$$

Отношение сигнал-шум на выходе коррелятора равно

$$\rho_K = \frac{a_n E_B}{\sqrt{D_\eta}} = \rho_0 \cdot \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \Phi_n^2(\omega) d\omega}{\sqrt{E_n \int_{-\infty}^{\infty} \Phi_n^3(\omega) d\omega}}.$$

3. Заключение

Численный эксперимент показывает, что если $\varphi_n(t)$ являются эквидистантно смещенными импульсными характеристиками линейной системы 1-го порядка $\varphi_n(t) = 1(t) e^{-t} \sin(t)$, то $\rho_K / \rho_0 = 1,6$. Если $\varphi_n(t)$ представляют собой функции отсчетов, то $\rho_K / \rho_0 = 1$.

Т.е. чем меньше порядок согласованного фильтра, тем больше выигрыш по помехоустойчивости может быть получен в предлагаемом случае.

4. Список литературы

- [1] Скляр, Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Б. Скляр. — М.: Изд. дом «Вильямс», 2003. — 1104 с.

NOISE IMMUNITY OF THE SYSTEM «MATCHED FILTER — CORRELATOR»

Toporovskaya D. A., Degtyaryov A. N.

Scientific adviser: Degtyaryov A. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The issues of noise immunity of the device, which contains a matched filter and a correlator, connected to its input, are considered.

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

Кузьмин В. А., Муха М. Г.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Кузьмин В. А.

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

E-mail: kuz_va56@mail.ru

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

1. Введение

При обработке первичной радиолокационной информации (РЛИ) сигналов, отражённых от протяжённых надводных целей (ПНЦ) в РЛС обзорного типа необходимо за время каждого обзора T_0 определять пеленга (Π_c) на заданном интервале наблюдения ($t=T_0 \cdot L$, где L — количество обзоров). В следствии флуктуаций параметров сигналов, отражённых от ПНО [1—3], определение Π_c при каждом обзоре РЛС будет сопровождаться ошибками на заданном интервале наблюдения.

2. Основная часть

Сигнал отражённый от ПНО за время одного обзора можно представить в виде матрицы размером $N \times K$:

$$\begin{pmatrix} U_{11} & U_{12} & \dots & U_{1N} \\ U_{21} & U_{22} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ U_{K1} & \dots & \dots & U_{KN} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где $i=1 \dots N$, $N=\theta_0/\Delta\theta$ — число дискретных отсчётов по азимуту, θ_0 — размер окна первичной обработки по азимуту; $\Delta\theta$ — размер дискретного отсчёта по азимуту; $j=1 \dots K$, $K=D_0/\Delta d$ — число дискретных отсчётов по дальности, D_0 — размер окна первичной обработки по дальности; Δd — размер дискретного отсчёта по дальности; U_{ij} — амплитуда сигнала, отражённого от i -го импульса ПНЦ и j -го дискретного отсчёта по дальности.

Определение пеленга цели при каждом обзоре РЛС ($T_{обз}$ — время одного обзора) производилось по максимальному значению амплитуды (U_{max-i}) в огибающей пачке принятого сигнала, отражённого от ПНО.

Для этого в исходной матрице (1) определялись максимальные значения амплитуды сигнала для каждого столбца (U_{max-i})

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

По результатам вычислений (2) формирование матрица строка размером $N \times 1$:

$$[U_1 \dots U_i \dots U_N]. \quad (3)$$

Для измеренного значения U_i определялось местоположение (n_i) в азимутальной плоскости с точностью $\Delta\theta$.

Вычисление пеленга ПНО на интервале наблюдения за время каждого обзора вычислялось по формуле:

$$\Pi_c = n_i \cdot \Delta\theta. \quad (4)$$

Ошибка определения пеленга цели ($\Delta\Pi_c$) за время наблюдения $t_n=L \cdot T_{обз}$ ($L=50$), при линейном перемещении ПНО определялось как разница между измеренным значением (Π_{c-i}) и значением функции тренда (Π_{c-tr-i})

$$\Delta\Pi_c = \Pi_{c-i} - \Pi_{c-tr-i}, \quad (5)$$

где i — номер обзора.

Вычисленное значение среднеквадратического отклонения ошибки определения пеленга ПНО составило 0,26 град.

Ошибка определения пеленга как функции от углового размера ПНО (Θ_c — в градусах) показана на рис. 1.

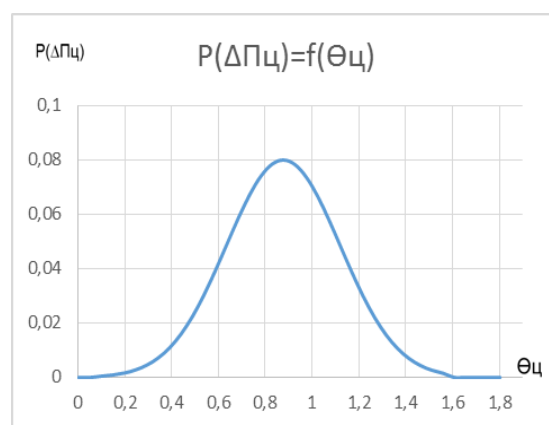


Рис. 1

3. Заключение

Полученные результаты ошибок определения пеленга цели при линейном перемещении на интервале наблюдения $t_n=L \cdot T_{обз}$, $L=50$ распределены по нормальному закону на 80% углового размера ПНО.

4. Список литературы

- [1] Морская радиолокация / Под ред. Винокурова В. И. — Л. : Судостроение, 1986. — 256 с.
- [2] Сколник, М. Справочник по радиолокации / М. Сколник. — М. : Сов. радио, 1976. — 456 с.
- [3] Селекция и распознавание локационной информации / Под ред. Горелика А. Л. — М. : Сов. радио, 1990. — 240 с.

THE BEARING ERROR ESTIMATION AT THE OUTPUT OF A SURVEILLANCE RADAR FOR EXTENDED SURFACE OBJECT

Kuzmin V. A., Mucha M. G.

Scientific adviser: Kuzmin V. A.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — The estimation of a bearing error of an extended surface object (ESO) using the experimental study with a surveillance radar with a digital processing of primary radar information.

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ СТАНДАРТА POWER OVER ETHERNET

Иськив В. М., Требунский В. В., Кузьменко В. А.

Научный руководитель: Иськив В. М.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: yiksnubert@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена реализация источника питания для телекоммуникационного оборудования, поддерживающего стандарт *Power over Ethernet*.

1. Введение

В настоящее время технология *Power over Ethernet* (PoE) стала неотъемлемой частью для организации электропитания с задействованием структурированной кабельной системой (СКС) не только для передачи данных, но и питания для различных сетевых устройств, используемых в корпоративных сетях, где провести отдельную линию питания бывает проблематично.

Технология PoE предусматривает питание сетевого оборудования (IP камер, Wi-Fi роутеров, сетевых коммутаторов и концентраторов), к которым нет возможности завести отдельный питающий кабель, а запитывать напрямую, через использование *Ethernet* кабеля. В технологии PoE стандартное сетевое напряжение 230 В преобразуется в низковольтное напряжение, которое подается по СКС на PoE совместимые устройства.

Так как передача мощности происходит с использованием витых пар на расстоянии, избежать потерь при передаче электроэнергии практически невозможно. Поэтому, к примеру в стандарте IEEE 802.03 af-2003, на входе выдают 15,4 Вт, а на выходе в результате потерь доступно только 12,95 Вт. [1]

2. Основная часть

В ходе анализа стандартов можно сделать вывод, что система состоит из оборудования, питающегося электроэнергией *Power Sourcing Equipment* (PSE) и устройств его получающих *Power Devices* (PD). Оборудование PSE обычно выполнено в виде оконечных или промежуточных блоков питания. Оконечный PSE обычно встроен в порт коммутатора *Ethernet*. Как следует из названия, оконечный PSE находится на одном конце кабельной линии, а питаемое устройство на другом. Подача электропитания по кабельной линии с оконечного PSE иллюстрируется рис. 1.

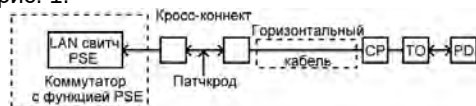


Рис. 1

Промежуточный PSE, расположенный между *Ethernet*-коммутаторов и питаемым устройством, питает силовую составляющую, которая подается без помех для информационных сигналов.

С развитием технологии создан новый стандарт IEEE 802.03 at 2009, более известный как *PoE Plus* который предусматривает передачу постоянного тока, мощности до 30 Вт, соответственно мощность устройств PD может достигать до 25 Вт.

Кроме того, поскольку в настоящее время широко используется технология *Gigabyte Ethernet*, возникла необходимость адаптировать PoE к работе на более скоростных каналах, таких как 10GBASE-T. [2]

Развитием стандарта IEEE 802.03. at-2009 является стандарт IEEE 802.3 bt, который позволит производителям создавать решения обеспечивающие подачу большей мощности при одновременном повышении эффективности и поддержке подключений 10 Гбит/с.

На рис. 2 показана схема систем PoE согласно стандарту IEEE 802.3 at-2009. В решениях *PoE Plus* для подачи питания по двум парам проводом может использоваться один из двух вариантов либо А или Б. Стандарт IEEE 802.3 bt позволит одновременно использовать оба варианта, что удвоит подаваемую мощность. Подача энергии происходит сразу по четырём парам, что позволит сократить потери по сравнению с двухпарной реализацией.

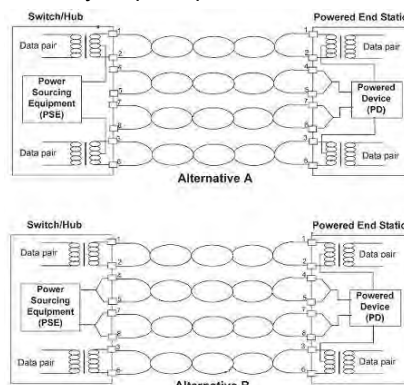


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, рассмотрены различные варианты реализации источников питания для телекоммуникационного оборудования.

Исследования выполнены в рамках внутреннего гранта ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» (идентификатор проекта 525/06-31)

4. Список литературы

- [1] IEEE 802.03 af-2003 Standard. Power over Ethernet [Электронный ресурс]. — Режим доступа: www.dipolnet.com/poe_iee_802_3af_and_iee_802_3at_bib746.htm.
- [2] IEEE 802.03 bt Standard [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.microsemi.com/document-portal/doc_download/136209-next-generation-poe-ieee-802-3bt-white-paper.

POWER SUPPLY FOR TELECOMMUNICATIONS EQUIPMENT OF POWER OVER ETHERNET STANDARD

Iskiv V. M., Trebunskiy V. V., Kuzmenko V. A.

Scientific adviser: Iskiv V. M.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The implementation of a power supply for telecommunication equipment, which is supporting the Power over Ethernet standard, is considered.

РАДИОЛОКАЦИОННОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ НИЗКОЛЕТЯЩИХ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ. АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ВЕРОЯТНОСТНЫХ И ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Коваленко Е. П., Тарасов Ю. В., Федосюк В. В., Гончар А. В.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Коваленко Е. П.
Черноморское высшее военно-морское училище имени П. С. Нахимова
E-mail: Keps43@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен алгоритм расчета вероятностных и пространственно-временных характеристик процесса радиолокационного обнаружения низколетящих малоразмерных объектов на фоне пассивных помех, вызванных отражением энергии зондирующего сигнала от взволнованной морской поверхности.

1. Введение

Задача радиолокационного обнаружения низколетящих малоразмерных объектов на фоне пассивных помех, вызванных отражением энергии зондирующего сигнала от взволнованной морской поверхности (ВМП) является актуальной. В связи с этим представляет интерес рассмотрение алгоритма аналитических расчетов вероятностных и пространственно-временных характеристик процесса обнаружения таких объектов.

2. Основная часть

Алгоритм расчета включает в себя следующие этапы:

- расчет мощности отражений от ВМП и объекта;
- расчет вероятности обнаружения сигнала на фоне отражений от ВМП;
- определение вероятностных и пространственно-временных характеристик процесса обнаружения траектории низколетящих малоразмерных объектов (НМО).

Средняя мощность отражений от ВМП, поступающих на вход приёмника РЛС по главному лепестку диаграммы направленности равна (ДНА) [2,3]:

$$P_{mg} = \frac{P_u \cdot G_m^2 \cdot c \cdot \tau_u \cdot F \cdot \lambda^2}{2 \cdot (4 \cdot \pi)^3 R^3 \cos(\varepsilon_c)} 10^{-0.2\delta R}, \quad (1)$$

$$f^2(\varepsilon_m) \cdot \sqrt{\frac{\pi}{5.56}} \cdot \Delta\beta_{0.5} \left[2\Phi(1.67 \frac{\Delta\beta_m}{\Delta\beta_{0.5}}) - 1 \right] \cdot \sigma^0 \cdot \eta$$

где P_u — импульсная мощность передатчика, Вт; G_m — коэффициент усиления антенны; τ_u — длительность импульса; F — коэффициент освещённости; ε_c — угол скольжения, рад; δR — множитель ослабления; σ^0 — удельная ЭПР площадки разрешения; η — коэффициент потерь мощности обратных отражений; $\Delta\beta_{0.5}$ — ширина ДНА в горизонтальной плоскости; $f^2(\varepsilon_m)$ — значение ДН по мощности в направлении на площадку разрешения относительно положения максимума ДН; $\Phi(x)$ — функция Лапласа.

Аналогично определяется средняя мощность отражений от ВМП P_{mb} , поступающих на вход приемника по боковым лепесткам ДНА [2,3]

Суммарная мощность отражений от ВМП, поступающих на вход приёмника по главному и боковым лепесткам ДНА равняется

$$P_{m\Sigma}(R) = P_{mg}(R) + P_{mb}(R)$$

Фактическая дальность обнаружения НМО определяется по следующей формуле [3]

$$d_\Phi = d_{rh} \left[1 - \frac{d_{rh} \left(1 - \frac{d_{rh}}{4A} \right)}{2A} \right], \quad (2)$$

где d_{rh} — дальность радиогоризонта
 Коэффициент A , учитывающий влияние основных параметров среды

$$A = \sqrt{\frac{4\pi d_0 h_a h_0}{\lambda}},$$

где h_a — высота антенны РЛС; h_0 — высота полёта объекта; d_0 — энергетическая дальность обнаружения объекта определяемая по известной формуле [1].

Характеристики обнаружения НМО строятся, исходя из релеевского распределения амплитуды отраженного от объекта сигнала [3]:

$$D = \frac{1}{F^{1+g/2}},$$

где D — вероятность правильного обнаружения объекта; F — вероятность ложной тревоги; g — отношение сигнал/шум по мощности.

Для увеличения вероятности конечного обнаружения объекта используется накапливающаяся вероятность обнаружения его траектории. Эта вероятность определяется из рекуррентного соотношения:

$$P_{обн.тр}(i) = P_{обн.тр}(i-1) + \Delta P_{обн.тр},$$

где $P_{обн.тр}(i)$ — вероятность обнаружения траектории на i -м цикле обзора; i — номер цикла обзора.

3. Заключение

Детальный анализ процесса обнаружения траектории цели сводится к анализу размеченного графа переходов. Интерес представляет решение этой задачи как на этапе завязки траектории, так и слежения за объектом.

4. Список литературы

- [1] Справочник по радиолокации // Ред. М. Скольник. — М.: Советское радио, 1976, — Том 1. — 455 с.
- [2] Гарнакерыан, А. А. Радиолокация морской поверхности / А. А. Гарнакерыан, А. С. Сосунов. — Изд-во Ростовского университета, 1978. — 144 с.
- [3] Финкельштейн, М. И. Основы радиолокации / М. И. Финкельштейн. — М.: Радио и связь, 1983. — 536 с.

RADAR DETECTION OF LOW-FLYING SMALL OBJECTS. AN ALGORITHM FOR CALCULATING PROBABILISTIC AND SPACE-TIME CHARACTERISTICS IS PROPOSED

Tarasov Y. V., Fedosyuk V. V., Gonchar A. V., Kovalenko E. P.

Supervisor: PhD. tech. Sciences, Assoc. Kovalenko E. P.

Black sea higher naval school named after P. S. Nakhimov

Abstract- — An algorithm for calculating probabilistic and spatio-temporal characteristics of radar detection of low-flying small-sized objects against the background of passive interference caused by the reflection of the energy of the sounding signal from the excited sea surface is considered.

БЕЗЭКИПАЖНЫЕ ПЛАВСРЕДСТВА: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Михайлюк Ю. П., Цулеев А. А.

Руководитель: канд. техн. наук, доц. Михайлюк Ю. П.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: alexnotebook@mail.ru

Аннотация — Описаны достигнутые результаты в области реализации проектов безэкипажного и автономного судовождения, примеры практического применения безэкипажного судосудовождения.

1. Введение

На сегодняшний день новая отрасль безэкипажного судовождения (БЭС) показывает всё больше примеров реальных применений данной системы в практике. Актуальность данного направления обосновывается экономией человеческих ресурсов, экономией на выплате зарплаты экипажу, затрат топлива и энергии.

2. Основная часть

Одна из пяти дорожных карт, подписанных премьер-министром РФ Дмитрием Медведевым, по реализации направления Национальной технологической инициативы под названием «Маринет», включает в себя создание условий для применения средств безэкипажного судовождения в России. Текущий этап «Маринета» при поддержке Минпромторга РФ в 2019 — начало 2020 года — это запуск проекта по апробированию технологических средств дистанционного управления судов. В ходе форума «Транспорт России» от гендиректора «Отраслевого центра Маринет» Александром Пинским было предложено проведение испытаний автономных систем на трех коммерческих судах типа танкер, ледокол, сухогруз [1].

В области разработки гражданского безэкипажного судосудовождения ведутся не только «Маринетом», а также «Росатом» с проектом о создании автономных судов для работы на Севморпути. Проект находится на стадии разработки цифровой модели во Всероссийском институте экспериментальной физики.

Одним из ярких примеров зарубежных разработок безэкипажных технологий является создание электрического автономного контейнеровоза *YaraBirkeland* норвежской компании *Kongsberg*. С 2020 года судно будет обслуживать 3 порта в Южной Норвегии по маршруту протяженностью около 40 миль. Первичная эксплуатация будет проводиться с экипажем на борту; полностью автономное плавание запланировано с 2022 года [2].

Японская компания *Nippon Yusen* разрабатывает «автопилот» для грузовых кораблей *Japan Marine United*, которые будут способны анализировать внешние факторы для поддержания автономного управления. В свою очередь *Rolls-Royce Holdings* совместно с партнером *Intel* разрабатывают систему судосудовождения для обеспечения автономности судов торгового флота. В ближайшее время на сотнях различных коммерческих судов планируется установить систему предупреждения о столкновении *Intelligent Awareness*, что является лишь первым шагом на пути к морским беспилотникам [3].

АО «Кронштадт Технологии» делает систему, которая автоматически собирает всю информа-

цию, анализирует и передает в береговой центр. По сути работы система представляет собой эдвайзер (*Advisor*): предлагает экипажу те или иные действия, не влияя на судно [4].

В первом полугодии этого года компания из Дании *Svitzer* группы компаний *Rolls-Royce* представили общественности судно, которое управляется удаленно. Как презентационный образец использовали созданный турецкий буксир *Hermod*, длина которого составляет двадцать восемь метров. Работу судна с удаленным управлением демонстрировали в порту датской столицы.

По договоренности *Rolls-Royce* и финским государственным перевозчиком *Finneries* реализован проект беспилотного паром с названием *SVAN (Safer Vessel with Autonomous Navigation)*. С момента его старта разработчики провели более 400 часов испытаний около Турку. В них участвовал специально переделанный под автономный режим 53-метровый паром *Falco*. После сотен часов закрытых тестов компании решили провести публичную демонстрацию. В ходе демонстрации паром в полностью беспилотном режиме прошел в одну сторону маршрута. Обратно судно управлялось дистанционно из командного пункта, расположенного в 50 км. Этим компании хотели показать, что управление в любой момент может быть перехвачено человеком. Также была показана система автономного захода в доки: судно само снижает скорость и швартуется [5].

Первое в мире беспилотное судно *Sea-Kit*, разработанное организацией *SEA-KIT International Ltd*, весьма компактное судно длиной 12 метров и шириной 2,2 метра, пересекло пролив Ла-Манш без единого члена экипажа на борту. Миниатюрный корабль доставил из Британии в Бельгию груз в виде 5 килограммов отмененных моллюсков и вернулся на родину с бельгийским пивом [6].

В феврале 2019 года было представлено английское беспилотное судно под названием *Inspector 125 Unmanned Surface Vehicle (USV)* компании *ECAGroup*, которое подходит для ряда операций в области обороны и безопасности, таких как противолодочная оборона, океанографические исследования, разведка, наблюдение и разведка, противодействие минам, а также поддержка и защита подразделений. На своем вооружении судно имеет автономный подводный аппарат (АНПА), телеуправляемый необитаемый подводный аппарат (ТНПА) и различные радары, при весе 12 тонн и ширине 12,3 метра [7].

Специалисты *China Shipbuilding Trading Co* представили свою концепцию безэкипажного надводного корабля (БНК) *XLOONG* на выставке *IDEX*, проходившей в феврале текущего года в ОАЭ. С помощью БНК *XLOONG* можно выполнять операции по блокированию, патрулированию и разведке, наблюдению и обследованию. Угловатая форма корабля соответствует требованиям стелс-технологий. По данным компании-разработчика, БНК обладает высокой степенью автономности как в части планиро-

вания маршрутов, так и планирования задач/управления выполнением задач. Несколько транспортных средств могут работать вместе, как часть «объединённой структуры». Помимо работы в режиме без экипажа, БНС также может эксплуатироваться с экипажем на борту [8].

Еще один образец английского беспилотного плавсредства под названием *L3 ASV* обладает вооружением на борту как ТНПА, что также позволяет производить множество поисковых и обследовательских работ.

Китайский образец беспилотного катера под названием *JARI* способен передвигаться со скоростью до 78 км/ч на расстояния до 1000 км с использованием стелс-технологий при параметрах судна 15 метров длины и 4,8 метра ширины.

Норвежская компания *Massterly* планирует в ближайшие годы запустить судоходную компанию, весь «парк» которой будут составлять только самоуправляемые морские корабли. Корабль-робот *YaraBirkeland*, созданный компанией *Kongsberg*, так же входит в структуры вышеупомянутой компании. В масштабный проект включено не только производство судов-роботов, но и проектирование, разработка и строительство наземных центров управления, оборудование которых будет контролировать передвижение судов и в случае необходимости будет использоваться для дистанционного управления. Первые корабли-роботы должны начать курсировать у побережья Норвегии уже в 2020 году.

Беспилотное судно научно-исследовательское судно (НИС) под названием *Sounder* длиной 8 м и шириной 2,2 м может быть снабжено дополнительным оборудованием, исходя из целей владельца. Его можно использовать для картографирования морского дна, а также для поиска рыбных ресурсов. Автономность НИС составляет порядка 20 дней [9].

На Средне-Невском судостроительном заводе в Санкт-Петербурге уже началось строительство безэкипажного НИС «Пионер-М» — первого в отечественном кораблестроении, создаваемого промышленным способом; на судне в качестве источника энергии будут использоваться солнечные батареи (см. рис. 1). Проект реализуется при поддержке Минобрнауки России в лице Севастопольско-го государственного университета, ОСК и Агентства стратегических инициатив [10].

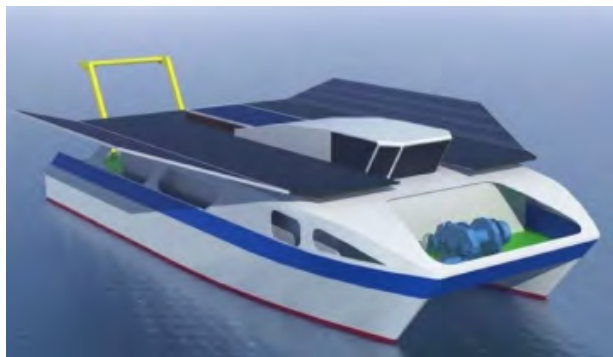


Рис. 1

3. Заключение

В дальнейшем безэкипажное судоходство будут развиваться поэтапно. Первым этапом появятся малозэкипажные суда со сниженными требованиями к

квалификации персонала. Следующим шагом будут суда, на которых экипаж будет выполнять вспомогательную функцию по отношению к машинам. Далее будет возможно активное внедрение автономных судов, на которых человек будет нужен только в роли пассажира.

Исследования выполнены при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России (уникальный идентификатор проекта RFMEFI57817X0259).

4. Список литературы

- [1] НТИ [Электронный ресурс] / Гос. фонд фондов Институт развития Российской Федерации. — Режим доступа: <https://www.rvc.ru/press-service/media-review/nti/137242>.
- [2] Техника глазами дилетанта [Электронный ресурс] / Яндекс Дзен. — Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/tgd/sudaroboty-uje-riadom-bezekipajnye-tehnologii-doshli-do-grajdanskogo-flota-rf-5bf6af80c366e400a98d2e17>.
- [3] Роботы выходят в море: зачем бизнесу беспилотные суда [Электронный ресурс] / *LIVEJOURNAL*. — Режим доступа: <https://luckyea77.livejournal.com/2977168.html>.
- [4] Шаг к безэкипажному флоту [Электронный ресурс] / *Korabel.ru*. — Режим доступа: https://www.korabel.ru/news/comments/shag_k_bezekipazhnmu_flotu_kronshtadt_tehnologii_predstavil_sistemu_bering.html/.
- [5] *Rolls-Royce* представил первый полностью беспилотный паром [Электронный ресурс] / *LIVEJOURNAL*. — Режим доступа: <https://luckyea77.livejournal.com/2577079.html>.
- [6] *Sea-Kit* первое беспилотное грузовое судно [Электронный ресурс] / *Knowhow*. — Режим доступа: <https://knowhow.pp.ua/sea-kit-usv/>.
- [7] *Inspector 125 Unmanned Surface Vehicle (USV)* [Электронный ресурс] / *Naval technology*. — Режим доступа: <https://www.naval-technology.com/projects/inspector-125>.
- [8] О китайской концепции безэкипажного корабля *XLOONG* [Электронный ресурс] / *Ракетная техника*. — Режим доступа: <http://base.new-factoria.ru/news/xloong>.
- [9] Миру представлено безэкипажное НИС *Sounder* [Электронный ресурс] / *Sudostroenie.info*. — Режим доступа: http://sudostroenie.info/novosti/26443.html?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop&utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ua%2Fnews.
- [10] В Петербурге заложили первое в России судно с технологией безэкипажного вождения [Электронный ресурс] / *Производство России*. — Режим доступа: <https://productcenter.ru/articles/russia/18996/v-nbsp-pietierburgie-zalozhili-piervoe-v-nbsp-rossii-sudno-s-nbsp-tiekhnologiiie-biezekipazhno-go-vozhdieniia>.

UNMANNED SHIPS: CURRENT STATE AND PROSPECTS

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

Abstract — The achieved results are described in the field of implementation of unmanned ships and autonomous navigation projects, examples of the practical application of crewless and unmanned shipping.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ АППАРАТНОЙ ЧАСТИ ПОЛЕТНОГО КОНТРОЛЛЕРА БПЛА

Никифоров С. М., Вертегел В. В., Савинов В. В., Симонов И. А.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Вертегел В. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: ilyasimonov0@gmail.com

Аннотация — В работе представлены результаты разработки аппаратной части полетного контроллера беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с использованием, преимущественно, отечественных компонентов.

1. Введение

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) все чаще находят гражданское применение в сельском хозяйстве, при проведении поисковых работ, аэрофотосъемка местности, почтовой связи и др..

Важнейшим элементом БПЛА является полетный контроллер, предназначенный для управления исполнительными механизмами (двигателями), на основе информации полученной от различных датчиков. В настоящее время на российском рынке представлены полетные контроллеры преимущественно зарубежного производства, либо изготовленные на основе импортных комплектующих. Таким образом, весьма важными являются разработка и производство полетных контроллеров преимущественно на отечественных компонентах.

Целью работы является разработка аппаратной части полетного контроллера, обладающего требуемой функциональностью и выбор соответствующих комплектующих.

2. Основная часть

При проектировании аппаратной части полетного контроллера решались следующие задачи: формирование на несущие двигатели сигналов управления, зависящих как от команд с пульта управления, так и от информации с датчиков ориентации в пространстве, датчика атмосферного давления и модуля позиционирования ГЛОНАСС/GPS.

Кроме того, возможности полетного контроллера существенно расширяются при наличии у него выходов цифровых интерфейсов: *UART*, *I2C*, *USB*, разъем для установки *SD*-карты, а также выходов питания 5В для подключения приемника сигналов пульта управления.

Упрощенная структурная схема полетного контроллера изображена на рис. 1.



Рис. 1

Проведенный анализ элементной базы показал отсутствие на рынке комплектующих российского производства: МЭМС-датчиков (трехосевые гироскопы и акселерометры, датчики атмосферного давления, трехосевые магнитометры); преобразователей интерфейсов *USB-UART*; миниатюрных интеграль-

ные *DC/DC* преобразователей; разъемов *micro-USB* и *micro-SD*.

Итогом проведенных работ стали разработка принципиальной схемы и печатной платы полетного контроллера (рис. 2) на основе отечественного микроконтроллера *K1986BE92QI* (фирма «Миландр»). Кроме того, в разработке используются следующие отечественные компоненты:

- навигационный приемник ПРО-04 (производства АО «НИИМА «Прогресс»);
- чип-резисторы и чип-индуктивности «Эркон»;
- чип-конденсаторы «Монолит» и «Гириконд»;
- танталовые конденсаторы «Оксид»;
- ИМС мультиплексора от «Интеграл».

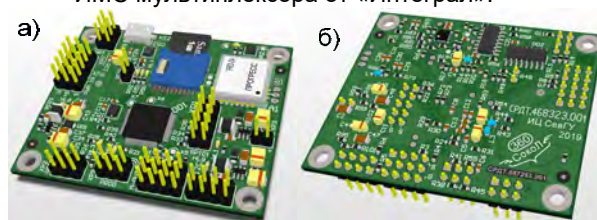


Рис. 2

3. Заключение

В результате работы разработана аппаратная часть полетного контроллера преимущественно на отечественных компонентах.

Результат сравнения показал, что при использовании отечественных компонентов их стоимость в расчете на одно изделие составляет около — 7,5 тыс. руб., а импортных около 2,7 тыс. руб. при закупках малых партий компонентов.

Благодаря тому, что посадочные места отечественных и аналогичных импортных компонентов в большинстве случаев полностью совпадают, это позволяет обеспечить широкое варьирование степени использования отечественных комплектующих в готовом изделии, в зависимости от требований конкретного потребителя: от частных лиц до государственных учреждений.

4. Список литературы

- [1] Микросхема 32-разрядного однокристального микроЭВМ с памятью Flash-типа 1986BE9ху, K1986BE9ху, K1986BE92QI, K1986BE92QC, 1986BE91H4, K1986BE91H4, 1986BE94H4, K1986BE94H4 : спецификация [Электронный ресурс] / Миландр. — Режим доступа: https://kra.terraelectronica.ru/pdf/show?pdf_file=%252Fds%252Fpdf%252F1%252F1986%25D0%2592%25D0%25959X.pdf.

FEATURES OF THE DESIGN OF THE HARDWARE OF THE UAV FLIGHT CONTROLLER

Vertegel V. V., Nikiforov S. M., Savinov V. V., Simonov I. A.

Scientific adviser: Vertegel V. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of design of the hardware part of the flight controller of unmanned aerial vehicles (UAVs), using the maximum number of domestic components, are presented.

Севастопольский «Испытательный центр «Омега» — филиал ФГУП НИИР



г. Севастополь,
ул.Вакуленчука, 29
Тел. +7 (8692) 53-70-72, +7 (978) 057-64-79
Факс: +7 (8692) 46-96-79
<http://stcomega.ru>

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

Секция 2

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

THE MANAGEMENT OF BUILDING SENSOR NETWORKS

Preobrazhenskiy A. P., Ugryumova A. A.

Scientific adviser: associate prof. Preobrazhenskiy A. P.

Voronezh Institute of High Technologies, Russia

E-mail: komkovvvt@yandex.ru

Abstract — The paper proposes a methodological approach, which considers the possibility of controlling the characteristics of wireless sensor networks.

1. Introduction

In modern conditions, due to the fact that information technology is developing, there is an integration of various computer networks. Sensor networks play an important role among them [1].

The entire network infrastructure is seen as an evolving system.

Its analysis should be based on an optimization approach.

This is due to the fact that there is a maximum level of potential efficiency.

Also, development begins the control influence in the system associated with development, will be implemented when it overcomes a certain threshold.

2. The optimization model

Under this mechanism, the optimization problem will be solved when there are given descriptions of the systems S_i to be aggregated. In this case, the aggregated system will have the required properties when the parameters $U_n, n = \overline{1, N}$ are varied.

Then there is the consideration of the diversity of S_i systems, despite the fact that there is a multialternative task implementations of elements of s_i .

Then the all system will have the required properties for structural optimization due to the fact that the types W_i and connections R_q among them are vary.

After structural optimization, the process of parametric set $U_n, n = \overline{1, N}$ optimization is carried out. Then there is the implementation mechanism of the multialternative aggregation.

If you write a formalized way the problem associated with the aggregation of systems in a common connected system S ,

it is represented as a set of optimization models [2]:

$$\begin{aligned} F &= \Psi(f_q) = \Psi(\Psi_q(U_q)) \rightarrow \text{extr}, \\ \phi_i(U_q) &\leq b_i, i = \overline{1, I}, \\ (U_q) &\geq 0, q = \overline{1, Q}, \end{aligned} \quad (1)$$

where

$U_q = (U_{1q}, U_{2q}, \dots, U_{nq})$ — vector of parameters of the q -th corresponding system,

$R_q, q = \overline{1, Q}$,

$\Psi()$ — a function that describes the mathematical relationship between the exponent of the system S , to which extreme requirements and indicators of systems

$R_q, q = \overline{1, Q}$,

$\Psi_q()$ — a function describing the mathematical relationship between indicators f_q and the parameter vector,

$\phi_i(U_q)$ — a function describing the mathematical relationship between the indicators of the main system and the parameters of the corresponding system,

$b_i, i = \overline{1, I}$, the restrictions are defined by relationships of the primary and enabling systems in their aggregation.

An analysis was conducted of options for how the development of the system of sensor networks in the framework of the existing parameters.

Development strategies as well as performance criteria were carried out. On their basis, experts make the final decision.

There is a process of multivariate selection in the program-target approach.

Those changes that have been, share related to the development and modernization of sensor networks. Technical characteristics in the technical means associated with modernization changes.

The development is connected with the changes in the applied technologies in the formation of the network.

The analysis of possibilities of growth of number of nodes in sensor networks within the organization was carried out. Using the proposed optimization models, it is possible to increase the number of nodes by 20% compared to conventional approaches.

3. Conclusion

The formation of the main optimization problems associated with multi-alternative aggregation for some types of wireless complex sensor networks.

Its are focused on the possibility of processing expert information, when assessed as independent indicators with alternative variables and parameters.

4. References

- [1] О характеристиках беспроводных каналов связи / Я. Е. Львович, И. Я. Львович, А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // Интеллектуальные информационные системы : Труды Междунар. науч.-практ. конф. ; в 2-х ч. — 2018. — С. 184 — 188.
- [2] Львович, Я. Е. Моделирование сложных компьютерных сетей на основе многоальтернативной оптимизации / Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // Информатика: проблемы, методология, технологии : Сб. матер. XIX междунар. науч.-метод. конф. ; Под ред. Борисова Д. Н. — Воронеж, 2019. — С. 1492 — 1496.

УПРАВЛЕНИЕ ПОСТРОЕНИЕМ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ

Преображенский А. П., Угрюмова А. А.

Научный руководитель:

Д-р. техн. наук, проф. Преображенский А. П.
Воронежский институт высоких технологий,
Россия

Аннотация — В работе предлагается методический подход, в рамках которого рассматриваются возможности управления характеристиками беспроводных сенсорных сетей.

THE DEVELOPMENT OF MODELS FOR INTEGRATED ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF THE INTERNET OF THINGS

Preobrazhenskiy A. P., Melnikova T. V.
Scientific adviser: associate prof. Preobrazhenskiy A. P.
Voronezh Institute of High Technologies, Russia
E-mail: komkovvvt@yandex.ru

Abstract — A methodological approach that allows to evaluate the integral indicators of the Internet of things, is proposed in the paper

1. Introduction

This year marks 20 years since the concept of the Internet of things was formulated.

The concept deals with a system, based on a computer network of physical objects that can interact with each other or with the external environment.

New ideas and practical solutions related to its implementation are constantly emerging in the concept [1].

At paper a model for the integrated assessment of the efficiency of the Internet of things system, is proposed.

2. The development of models

The Internet of things uses physical objects. They are in most cases connected to data networks, although this is not mandatory.

At first, RFID technology was actively used. But as such technologies, you can use all the tools that are used in automatic identification.

In the Internet of things system, which is considered as a whole, we can distinguish a set of objects V_i , $i=1, l$, which are associated with different classes of characteristics $h=1, \dots, H$.

We assume that there is a certain control center in the system.

Objects in the system can be grouped in different ways to ensure that user-defined goals are met. Thus it is necessary to reach optimum variants of their grouping.

That is, an effective network of objects will be formed, while the corresponding integral resource F is distributed.

The search for optimal variants is carried out in such a way that the work of objects in the k -th group will be more effective than in $k+1$.

Integral estimation [2] can be constructed in different ways.

For example, if you have a uniform way to improve all the characteristics, then the model of integral evaluation is written:

$$Y_i = F(y_{ij}) = \min_{1 \leq j \leq J} \alpha_j y_{ij}, \text{ where } \alpha_j > 0, \sum_{j=1}^J \alpha_j = 1. \quad (1)$$

here α_j are coefficients that show relative importance for each of the indicators.

If the integral evaluation of objects tend to improve at least one indicator, then the model will be of the form:

$$Y_i = F(y_{ij}) = \max_{1 \leq j \leq J} \alpha_j y_{ij}, \text{ where } \alpha_j > 0, \sum_{j=1}^J \alpha_j = 1. \quad (2)$$

We used neural network modeling to solve the problem of distributing objects into groups with given performance indicators.

Due to the neural network, those groups of objects that are characterized by close sets of performance indicators $y_i = (y_{i1}, \dots, y_{ij}, \dots, y_{iJ})$ were determined.

The organization in which 241 objects of the Internet of things were designated was considered.

They were used to calculate the integral index. As a result, all objects were divided into 3 groups.

The first group included those objects for which the value of the indicator was more than 67%, if compared with the maximum possible.

The last group was formed by objects for which the value of the indicator did not exceed 22% when compared with the maximum value.

The full-scale experiment of optimization of the Internet of things objects network is carried out.

From the total number of analyzed indicators, two characterizing the speed and volume of data transmitted were selected.

The indicators are considered in terms of equal weight.

They uniformly show the operation of the system in general.

The sigmoid function is used to limit the ranges of change in the values of indicators within the interval from 0 to 1 on the basis of nonlinear functional pre-formation of data.

3. Conclusion

Based on the results of computational experiments, it is possible to choose the parameters of modeling algorithms and numerical optimization of systems of objects of the Internet of things in terms of criteria of efficiency and representativeness of the solutions achieved.

4. References

- [1] Проблемы использования технологий интернет вещей / И. Я. Львович, А. П. Преображенский, Ю. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // Вестник Воронежского института высоких технологий. — 2019. — № 1 (28). — С. 73 — 75.
- [2] Руссман, И. Б. О проблеме пересчета интегральных показателей при сравнении многомерных объектов / И. Б. Руссман // Сб. «Проблемы функционирования и развития инфраструктуры народного хозяйства». — М. : ВНИИСИ, 1983. — С. 19 — 24.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ

Преображенский А. П., Мельникова Т. В.

Научный руководитель:

д-р. техн. наук, проф. Преображенский А. П.
Воронежский институт высоких технологий,
Россия

Аннотация — В работе предлагается методический подход, позволяющий проводить оценку интегральных показателей объектов интернет вещей.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ LORA ДЛЯ СВЯЗИ АВТОНОМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Андриянов Н. А.^{1,2}, Кутузов В. И.¹

¹Ульяновский государственный технический университет, Россия

²Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации

Б. П. Бугаева, Россия

E-mail: nikita-and-nov@mail.ru

Аннотация — В работе рассмотрены известные методы организации канала связи между беспилотником и пультом управления. Отмечается перспективность использования технологии LORA. Рассмотрена реализация такого устройства связи.

1. Введение

Важнейшим критерием работы системы связи с удаленными объектами является скорость передачи, качество связи, а также дальность действия. Организация работы группы автономных транспортных средств возможна при обеспечении качественной связи между ними и центром управления. Кроме того, важным элементом является реализация алгоритмов позиционирования и навигации.

2. Основная часть

Некоторые системы беспроводной связи рассмотрены в работах [1 — 5], но они обладают значительными недостатками для использования при управлении автономным средством. Система связи между мультикоптером и пунктом управления — один из важнейших компонентов беспилотного летательного аппарата (БПЛА). Она обеспечивает передачу команд управления контроллеру полёта, передачу данных о текущем состоянии основных систем, а также данные о местоположении летательного аппарата. Все перечисленные типы сведений, обмен которыми происходит в процессе выполнения любого лётного задания, могут быть объединены в одну группу — данные телеметрии. Помимо критически важных данных, о которых шла речь ранее, системой связи решается задача передачи информации от устройств «полезной нагрузки» БПЛА (фото/видео камеры, дальнометры и различные датчики, установленные на борту). На рис. 1 представлена общая структурная схема такой системы.

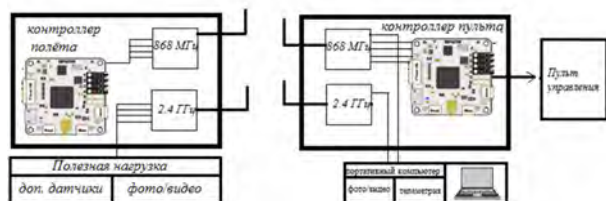


Рис. 1

Технология LoRa (LongRange), разработанная альянсом LoRa, позволяет осуществлять передачу небольших порций данных на расстояния до 15 км на открытом пространстве и до 5 км в городской застройке. Модем LoRa способен принимать и модулировать сигналы на 19,5 дБ ниже уровня помех, в то время как для систем с частотной манипуляцией в лучшем случае необходимо, чтобы мощность сигнала была выше на 8 — 10 дБ.

В качестве такого модема может выступать приёмопередатчик HM-TRLR-S. Данный модуль работает на частоте 433 МГц. Поддерживает следующие режимы модуляции: LoRa, FSK, GFSK, OOK. Работа-

ет в полудуплексном режиме. Максимальная чувствительность приёмника при его работе в режиме LoRa составляет -139 дБм. Выходная излучаемая мощность может регулироваться в пределах от 2 дБ до 20 дБ. Питание осуществляется от источника с напряжением 3,3 В (2,4 В — 3,6 В). Модуль показан на рис. 2.

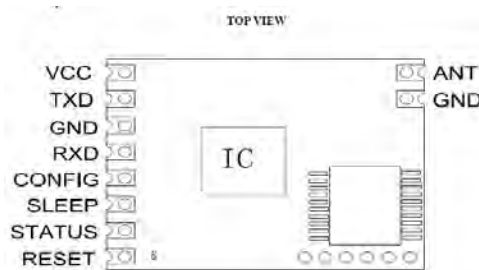


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, в настоящей работе рассмотрены основные принципы и особенности построения системы передачи телеметрии на базе технологии LoRa.

4. Список литературы

- [1] Андриянов, Н. А. Протокол NFC и его угрозы / Н. А. Андриянов // REDS: Телекоммуникационные устройства и системы. — 2018. — Т.8, № 4. — С. 9 — 10.
- [2] Ключков, В. Е. Анализ IoT и его перспектив / В. Е. Ключков, Н. А. Андриянов // Актуальные проблемы физической и функциональной электроники : Матер. 21-й Всерос. молод. науч. шк.-семинара. — 2018. — С. 111 — 112.
- [3] Андриянов, Н. А. Построение сенсорных сетей на базе технологии Bluetooth / Н. А. Андриянов // Радиотехническая техника. — 2016. — №1 (9). — С. 13 — 15.
- [4] Андриянов, Н. А. Низкое энергопотребление в беспроводных сетях : BluetoothLowEnergy или ANT? / Н. А. Андриянов, В. Е. Дементьев // Радиотехническая техника. — 2015. — №2 (8). — С. 254 — 257.
- [5] Mal'kov, P. The using of Bluetooth 4.0 technologies for communication with territorial-distributed devices / P. Mal'kov, S. Elyagin, V. Dement'ev, N. Andriyanov // Lecture Notes in Computer Science. — 2015. — Т. 9247. — С. 518 — 528.

APPLICATION OF LORA TECHNOLOGY FOR COMMUNICATION OF AUTONOMOUS VEHICLES

Andriyanov N. A.^{1,2}, Kutuzov V. I.¹

¹Ulyanovsk State Technical University, Russia

²Ulyanovsk Civil Aviation Institute, Russia

Abstract — The well-known methods of organizing the communication channel between the drone and the remote control are discussed. There is a promising use of LORA technology. The implementation of such a communication device is considered.

СТРУКТУРА И ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕТИ Wi-Fi, ВЫПОЛНЕННОЙ ПО 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 — В докладе представлены результаты исследования принципов построения топологии сети с применением технологии RoF, предназначенной для развёртывания сети Wi-Fi в городских условиях.

1. Введение

В условиях активного развития технологий беспроводных телекоммуникационных сетей, ведётся активная конкурентная борьба за улучшение эксплуатационных и энергетических характеристик разрабатываемых, модернизируемых или эксплуатируемых сетей. Одним из перспективных подходов решения этих задач на системном уровне является внедрение волоконно-эфирных структур RoF в архитектуру сетей беспроводных телекоммуникационных систем передачи данных.

Целью работы является организация сети Wi-Fi по технологии RoF с применением ранее разработанной оригинальной конструкции антенны [1] в программе *TamoGraph Site Survey*.

2. Основная часть

Рассмотрим структуру сети RoF «точка-точка» [2], с применением технологии WDM (рис. 1).

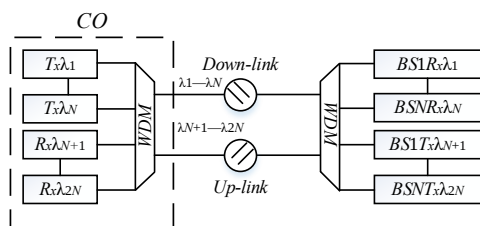


Рис. 1

На рис. 1 (а) показано, как нисходящий и восходящий тракты могут быть реализованы с использованием двух отдельных оптоволоконных линий и двух WDM-мультиплексоров / демультиплексоров.

Рассмотрим структуру сети RoF, организованной по топологии «звезда», с применением технологии WDM (рис. 2).

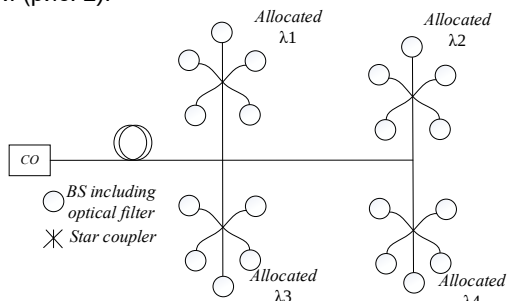


Рис. 2

Операции в центральной станции (CO) остаются без изменения. Однако теперь оптический сигнал с определенной λ подводится не напрямую к удалённому модулю (RN), а к центральному узлу, через который далее сигнал подаётся на несколько удалённых друг от друга базовых модулей. При такой

организации сети, происходит охват большей зоны покрытия.

Рассмотрим структуру сети RoF, организованной по кольцевой топологии (рис. 3).

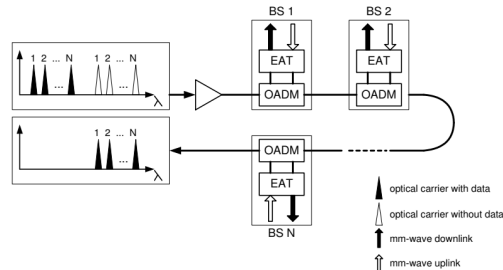


Рис. 3

На каждой базовой станции (BS) пара длин волн нисходящей и восходящей линии связи отбрасывается через мультиплексор ввода-вывода (OADM).

Модулированные каналы восходящей линии связи снова добавляются в магистральную линию, возвращаются обратно в CO, где они демультиплексируются и обнаруживаются. Основным преимуществом этой многоточечной кольцевой сети WDM является централизация всех требуемых источников света в CO, что обеспечивает простую конфигурацию BS.

3. Заключение

Исследованы различные варианты организации топологии сети Wi-Fi, реализованной на основе волоконно-эфирных структур (RoF). Показано, что наиболее эффективно в условиях выбранной зоны эксплуатации сети будет работать кольцевая топология. Проведено моделирование покрытия проектируемой RoF сетью.

4. Список литературы

- [1] Савинов, В. В. Нерегулярная многозаходная цилиндрическая спиральная антенна для телекоммуникационных систем / В. В. Савинов, И. А. Симонов, В. В. Головин // Современные проблемы в радиоэлектронике и телекоммуникаций, РТ-2018 : матер. XIV-й молодежной науч.-техн. конф., Севастопольский гос. ун-т; Под ред. Савочкина А. А., 22 — 26 окт. 2018 г. — Севастополь, 2018. — С. 105.
- [2] Pardeep, Kaur Radio over Fiber networks / Kaur Pardeep, R. S. Kaler // Proc. of National Conf. on Challenges & Opportunities in Information Technology (COIT-2007) RIMT-IET, 23 Mar. 2007. — Mandi Gobindgarh, 2007. — P. 277 — 281.

STRUCTURE AND CHARACTERISTICS OF THE WI-FI NETWORK, DESIGNED USING ROF TECHNOLOGY

Golovin V. V., Savinov V. V., Simonov I. A.

Scientific adviser: Golovin V. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the results of investigation of operation principle of RoF network topologies, used for development of the Wi-Fi network in city region, are presented.

СПОСОБ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ПО ВЫСОКОВОЛЬТНЫМ ПРОВОДАМ

Макаров В. К., Кузьмин А. С.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: math_formula1@mail.ru

Аннотация — Представлен способ селективной связи по линиям электропередач для устройств релейной автоматики.

1. Введение

Взаимодействие диспетчерского пункта и контролируемого реклоузера может быть организовано различным способом. Связь можно организовать по беспроводному протоколу передачи данных, однако возникает вероятность появления помех и потеря данных при действии злоумышленников. Единственным каналом связи между диспетчерским пунктом и контролируемым реклоузером является воздушная линия электропередачи. Чтобы не добавлять дополнительных проводов, можно использовать имеющуюся высоковольтную линию в качестве канала связи.

При этом передача данных по линиям электропередач требуется также для устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики [1].

2. Основная часть

Для целей организации каналов связи с реклоузером по воздушным линиям электропередачи (ЛЭП) применяется электромагнитная катушка в виде кольца, устанавливаемая на проводе линии передачи.

На стороне реклоузера подключение модуля связи осуществляется при помощи блока согласования, устанавливаемого в линию между корпусом питающего трансформатора 10/0,22 кВ и устройством заземления [2].

Существует множество способов передачи по ЛЭП. Чаще всего используется частотное разделение сигналов. Методы модуляции сигналов и кодирования команд, в общем случае, не рассматриваются как проблемы, но тесно связаны с нарушением работы сети.

Что касается метода модуляции, в связи с передачей различных сигналов по частотам и иммунитету к импульсным помехам используются в основном только широкополосные методы передачи. Все они в данном применении ограничены и требуют совершенствования, как по селекции, так и по качеству, скорости и дальности связи.

В предлагаемом способе передача данных по ЛЭП осуществляется сигналом относительно небольшой частоты (звуковой частоты) с аналоговой амплитудной модуляцией.

Передаваемые данные представляют собой цифровые данные, поэтому каждой команде ставится в соответствие три тональные частоты из некоторого набора. Такое соответствие называется трехтональным кодированием. Данные сигналы тональных частот модулируют несущее колебание и передаются по каналу связи в течении некоторого периода времени. Такой способ передачи (модуляции) носит название TTMF (Triple-Tone Multi-Frequency), по аналогии с существующей двухтональной передачей DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency), который используется для набора телефонного номера.

Для кодирования команд в TTMF-сигнал необходимо сложить три синусоидальных сигнала. Таким

образом, каждая передаваемая команда или символ данных кодируется частотной посылкой из смеси трех частот.

Полученный TTMF-сигнал должен быть принят определенным устройством, включенным в линию электропередачи. В команде закладывается адрес устройства и команда, либо данные, которые необходимо обработать.

Полученный сигнал воспринимается модулем устройства релейной защиты, в котором установлен микроконтроллер. Микроконтроллер устройства с помощью встроенных модулей АЦП и таймеров производит преобразование Фурье. То есть программное обеспечение микроконтроллеров организовано таким образом, что устройство производит преобразование Фурье, затем из полученного набора частот выделяется адрес и команда. Если адрес соответствует данному устройству, то выполняется команда, иначе команда игнорируется.

Разрабатываемая система по предложенному способу будет иметь относительно небольшую стоимость и обладать высокой селективностью, а также гибкостью и при правильном построении алгоритма преобразования Фурье будет достаточно высокая скорость обработки данных.

3. Заключение

Преимуществом разрабатываемой системы на основе кодирования передаваемых данных в TTMF-сигналы является высокая селективность, что и требовалось обеспечить.

Предполагается, что генерация TTMF-сигнала и преобразование Фурье осуществляется ресурсами микроконтроллера.

Физическая реализация данного способа находится на стадии разработки схемотехнического решения. Передача данных при этом должна осуществляться в течение 5 мс, с учетом преобразования Фурье и генерации TTMF-сигнала. В разработке можно использовать уже существующие power-модемы, coupler и другие устройства.

4. Список литературы

- [1] Булычев, А. В. Релейная защита в распределительных электрических сетях / А. В. Булычев, А. А. Наволочный. — М.: ЭНАС, 2011. — 208 с.
- [2] Алексеев, В. С. Реле защиты / В. С. Алексеев, Г. П. Варганов, Б. И. Панфилов, Р. З. Розенблюм. — М.: Энергия, 1976. — 464 с.

METHOD OF AN INFORMATION TRANSFER THROUGH HIGH-VOLTAGE WIRES

Kuzmin A.S., Makarov V.K.

Scientific adviser: Makarov V.K.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A method of a selective communication over power lines for devices of relay automatics is presented.

РАЗРАБОТКА СЧИТЫВАТЕЛЯ NFC ДЛЯ СИСТЕМЫ ДОСТУПА

Савочкин А. А., Копцев П. А., Абдулгалиев О. Р.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: pashakoptsev@gmail.com

Аннотация — В докладе рассматриваются технические особенности разработки NFC считывателя. Выполняется сравнение существующих вариантов и обоснование выбора элементной базы.

1. Введение

Технология NFC быстрыми темпами проникает в различные сферы жизни. Она базируется на принципах радиочастотной идентификации, то есть технологии передачи информации по радиоканалу, которая поддерживает как активные, так и пассивные устройства. Подобный принцип работы значительно облегчает повседневную эксплуатацию и повышает надежность работы системы [1].

Использование устройств NFC в системах контроля и управления доступом позволяет создавать эффективные системы безопасности на производстве и в офисе, в том числе мобильные КПП или осуществлять контроль доступа к конкретным помещениям

2. Основная часть

Связь в NFC осуществляется таким же образом, как и в технологии RFID. Посредством индукции магнитного поля между двумя рамочными антеннами, расположенными в пределах ближнего поля друг друга, формируется трансформатор с воздушным сердечником. Этот стандарт работает в общественно доступном и нелицензируемом диапазоне радиочастот, *ISM band* — это промышленные, научные и медицинские частоты около 13,56 МГц и шириной полосы пропускания около 2 МГц.

Рассмотрим несколько образцов промышленных NFC ридеров. Например, считыватель CN5650B, работает со всеми типами карт в частотном диапазоне 13,56 МГц. Им поддерживаются следующие стандарты: 8059 (NFC), ISO14443A 4, Felica. Ридер работает с различными типами карт: MIFARE, Sony Felica, Ntag 203 и другие ISO 14443A совместимые карты. Напряжение для работы считывателя находится в границах 9-12 В и потребляемый ток не более 150 мА. Возможны различные варианты подключения к ПК, как с помощью интерфейсов RS232, RS485, так и с помощью протокола TCP/IP.

Также рассмотрим считыватель Smartec ST-PR010MF58-BK, который предназначен для работы в составе систем контроля доступа со смарт-картами формата MIFARE с 7B UID и подходит для решений с высокими требованиями по надежности и безопасности.

Общим недостатком рассмотренных считывателей является отсутствие возможности передачи считанных идентификаторов по беспроводным сетям. Для решения данной проблемы было принято решение разработки ридера с возможностью передачи данных по технологии Wi-Fi [2].

Разрабатываемое устройство может решать задачу учёта посещаемости студентами аудиторных занятий, при этом размещаться рядом со входом в аудиторию. Каждый входящий и выходящий человек прикладывает электронный пропуск к устройству, после чего считанный идентификатор будет передан на сервер по Wi-Fi.

Упрощенная структурная схема разрабатываемого устройства изображена на рис. 1.



Рис. 1

Устройство состоит из высокочастотного приёмопередатчика, подключённого к рамочной антенне и работающего на частоте 13,56 МГц. В качестве высокочастотного приёмопередатчика устройства был выбран готовый модуль MFRC522 на базе одноимённой микросхемы. В состав модуля входят микросхема, цепь согласования, рамочная антенна, работающая на частоте 13,56 МГц, выводы интерфейсов для подключения других модулей, микроконтроллер управляющий непосредственно считыванием и проводящий обработку полученных данных, кварцевый генератор. Через интерфейс SPI данный модуль подключается к контроллеру. В качестве контроллера выбран Atmega328P. Контроллер имеет 8-битную архитектуру и работает на логике 5 В. Для осуществления передачи информации по беспроводным каналам связи в качестве приёмопередатчика Wi-Fi выбран ESP12E. Wi-Fi модуль ESP12E разработан компанией Ai-thinker, построенный на базе процессора с ядром ESP8266. Ядро ESP8266 интегрировано в Tensilica L106 — 32-битный микроконтроллер с низким энергопотреблением. Модуль поддерживает стандарт IEEE802.11b/g/n, полный стек TCP/IP протоколов. По интерфейсу GPIO приёмопередатчику Wi-Fi обменивается информацией с контроллером.

3. Заключение

В докладе представлена разработка устройства считывания идентификаторов меток с передачей их на сервер по беспроводной линии связи, использующей технологию Wi-Fi. Выполнен обзор существующих вариантов реализации ридеров и беспроводных технологий передачи данных.

4. Список литературы

- [1] Что такое NFC [Электронный ресурс] / FAQ Hard. — Режим доступа: <https://faqhard.ru/base/17/01.php>.
- [2] Koptsev, P. A. Reader of radio frequency identification NFC / P. A. Koptsev, O. R. Abdulgaziev, A. A. Savochkin // Recent Achievements and Prospects of Innovations and Technologies. — Керчь : ФГБОУ ВО «КГМУ»; Севастополь : ФГАОУ ВО СевГУ, 2019. — С. 262 — 266.

DEVELOPMENT OF NFC READER FOR ACCESS SYSTEM

Abdulgaziev O. R., Koptsev P. A., Savochkin A. A.

Scientific adviser: Savochkin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The technical features of designing NFC reader are considered in the paper. A comparison of present models is done, and the reasons of choice of the electronic component are discussed.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ УЧАСТКОМ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Преображенский А. П., Клименко Ю. А.

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

Воронежский институт высоких технологий, Россия

E-mail: klm71165@mail.ru

Аннотация — В работе рассматривается возможность создания комплекса управления в сетевых организациях для улучшения процесса контроля параметров качества электрической энергии в распределительных электрических сетях 10/0,4 кВ. Приведены схемы структуры комплекса управления качеством электроэнергии.

1. Введение

Применение новых научных разработок в области энергетики направлено на совершенствование сетевого хозяйства поставщиков энергоресурсов, модернизацию технологического оборудования.

Представляет интерес разработка предложений по формированию комплекса управления участком распределительной электрической сети, на основе которого можно проводить учет потерь электрической энергии.

2. Основная часть

Процесс контроля качества ЭЭ в распределительных электрических сетях состоит из операций по определению состояния параметров сети и их изменению [1] с целью приведения данных параметров в соответствии с требованиями ГОСТ 32144-2013 [2]. Схема комплекса управления участком распределительной электрической сети представлена на рис. 1. Структурная схема управляющего измерительного комплекса 0,4(10) кВ изображена на рис. 2.

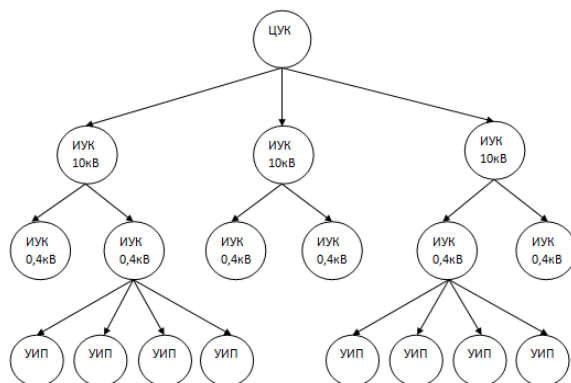


Рис. 1

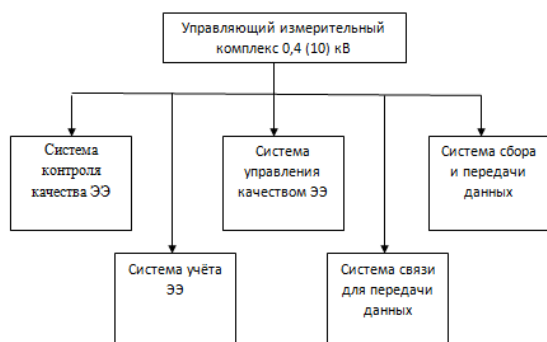


Рис. 2

Параметры качества ЭЭ в сети характеризуются высоким уровнем нестабильности. Процесс контроля

параметров сети является основным условием качества ЭЭ. Комплекс контроля и управления участком распределительной сети представляет собой симбиоз телекоммуникационной сети, программного и технологического обеспечения. Состоит из центрального управляющего комплекса (ЦУК), измерительно-управляющих комплексов по 10 кВ и 0,4 кВ (ИУК), удалённых измерительных пунктов (УИП) (рис. 1). ЦУК расположен в диспетчерском пункте района электрических сетей (РЭС) и отображает полную информацию о состоянии энергетического оборудования сетевой организации и контроле показателей качества ЭЭ на всех уровнях сети. Оборудование ИУК-10(0,4) кВ (рисунк 2) располагается на подстанциях 35/10(10/0,4) кВ. Состав УИК: система контроля качества ЭЭ; система управления качеством ЭЭ; система сбора и передачи данных; система учёта ЭЭ; система связи. УИК 10(0,4) кВ выполняет следующие функции: контроль показателей качества ЭЭ; сбор, обработка, передача данных в ЦУК; управление техническими средствами регулирования показателей качества ЭЭ. Оборудование УИП размещается на конечных опорах ВЛ-0,4 кВ. Состав УИП: система контроля качества ЭЭ; система сбора и передачи данных; система связи. УИП выполняет следующие функции: контроль показателей качества ЭЭ; сбор, обработка, передача данных в ЦУК.

3. Заключение

Разработана концепция структуры комплекса контроля и управления качеством электрической энергии в распределительных электрических сетях 10/0,4 в низовых звеньях сетевых организаций при оказании услуг энергоснабжения потребителей. За счет разработанной структуры управления электрической сети возникают возможности детального учета потерь в сети, нестабильной ее работы.

4. Список литературы

- [1] Александров, А. Г. Оптимальные и адаптивные системы / А. Г. Александров. — М.: Высш. шк., 2003. — 287 с.
- [2] ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения, [Электронный источник]. — Режим доступа: www.garant.ru.

DESIGN OF THE CONTROL COMPLEX FOR THE DISTRIBUTIVE ELECTRIC NETWORK AREA

Preobrazhenskiy A. P., Klimenko Yu. A.

Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.

Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — The possibility of creating a control complex in grid organizations to improve the process of monitoring the parameters of quality of electrical energy in 10 / 0.4 kV electrical distribution networks is considered in the paper. The schemes of the structure of the power quality control complex are given.

АЛГОРИТМЫ ФОРМИРОВАНИЯ РОЯ ЧАСТИЦ В ТРЕХМЕРНОМ ДИСКРЕТНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Кудрявченко И. В., Тютюнник В. Т., Фролова М. А.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Кудрявченко И. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: IVKudryavchenko@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрены алгоритмы формирования роя частиц на основе модели трехмерного дискретного пространства [1]. Для предотвращения столкновений частиц использовались методы помехоустойчивого кодирования.

1. Введение

В ближайшие 10 — 20 лет ожидается расширение использования распределенных систем беспилотных летательных и малых космических аппаратов [2]. Планируется создание флота беспилотных аппаратов, который должен во многом заменить сегмент пилотируемой авиации, обслуживающий различные авиаработы: мониторинг транспортного потока; поиск и спасение людей в труднодоступных зонах и зонах чрезвычайных ситуаций; перевозка грузов; экологический мониторинг; связь и телекоммуникации; сельское хозяйство, фото- и киносъемка; дистанционное зондирование Земли. Для реализации указанных задач необходимо разработать эффективные алгоритмы управления роем частиц, в частности, на этапе его формирования.

2. Основная часть

Для безопасного функционирования роя между каждой парой его элементов должно выдерживаться необходимое расстояние. Будем придерживаться следующих ограничений: скорость частицы $v = 1$ [1 переход/1 такт]; покрытие дискретного пространства: кубическое; направления возможного перемещения элемента из текущего узла: на Север, на Юг, на Запад, на Восток, вверх, вниз. При указанных ограничениях минимальное расстояние между каждой парой узлов не должно быть меньше трех единиц.

При малом числе элементов роя ($n \leq 8$) их сравнительно легко можно разместить в узлах дискретного пространства, руководствуясь собственным опытом и интуицией, если нет ограничений на плотность упаковки роя. Однако, при наличии таких ограничений (допустим, требуется, чтобы в дискретном пространстве заданного размера размещалось максимальное число элементов), задача усложняется и становится трудноразрешимой, если не использовать некоторые математические правила.

Воспользуемся понятием минимального кодового расстояния. В случае однократных ошибок, то есть смещения элемента роя на одну единицу от «правильного» местоположения, минимальное расстояние должно быть равно трем ($d_{\min}=3$). Для размещения элементов роя в дискретном пространстве будем кодировать координатные оси отраженными/зеркальными кодами. В качестве примера рассмотрим дискретное пространство размером $8 \times 8 \times 8$, в котором местоположение элементов роя будем задавать с помощью укороченного циклического кода (9,5) с образующим полиномом

$$P(x) = x^4 \oplus x \oplus 1.$$

Результат кодирования показан на рис. 1, где выделенным цветом кубикам соответствуют видимые

заполненные узлы дискретного пространства с находящимися в них частицами.

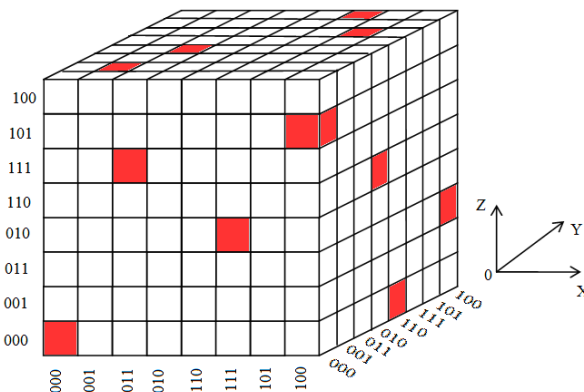


Рис. 1

В зависимости от решаемой задачи могут использоваться другие устойчивые к коллизиям начальные конфигурации роя, например, «пирамида», «пирамидальный рупор», «сфера», «сфера внутри сферы» и ряд других.

3. Заключение

Таким образом, предложены алгоритмы формирования роя частиц в трехмерном дискретном пространстве на основе методов помехоустойчивого кодирования. Данный рой позволяет осуществлять коррекцию траекторий отдельных частиц после их нежелательного сближения.

4. Список литературы

- [1] Кудрявченко, И. В. Оценка надежности двумерной инфокоммуникационной сети на основе мобильных сенсоров в среде распространения с плоскими границами / И. В. Кудрявченко, В. Ю. Карлусов // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. — 2019. — Т.2, №1. — С. 71 — 85.
- [2] План мероприятий («дорожная карта») «Аэронет» Национальной технологической инициативы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.nti2035.ru/docs/DK_aeronet.pdf.

FORMATION ALGORITHMS FOR SWARM OF PARTICLES IN 3D DISCRETE SPACE

Kudryavchenko I. V., Tyutyunnik V. T., Frolova M. A.
 Scientific adviser: Kudryavchenko I. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The formation algorithms for the swarm of particles, based on a model of 3D discrete space are considered. To prevent particles collisions, error-correcting coding methods were used.

ИМПУЛЬСНО-КODOVАЯ МОДУЛЯЦИЯ КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ВИД ЦИФРОВОЙ МОДУЛЯЦИИ

Дегтярев А. Н., Харитонов В. Ф., Куня Эдсон

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

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

E-mail: degtyaryov1966@yandex.ru

Аннотация — Рассматривается способ формирования сигналов с произвольными видами модуляции, основанный на использовании откликов каналоформирующего оборудования на соответствующие последовательности коротких импульсов. Прием сформированных подобным образом сигналов осуществляется с помощью корреляторов.

1. Введение

Любая система передачи информации (СПИ) обязательно включает в себя каналоформирующее оборудование (КО): фильтры промежуточной частоты передатчика и приемника. Эффективно используют полосу пропускания канала связи только сигналы, спектральные характеристики которых близки к соответствующим характеристикам канала связи. Сигналы с любыми известными типами модуляции всегда искажаются каналами связи. Для снижения влияния таких искажений на правильный прием сигналов на передающем и приемном концах СПИ используют специальные корректирующие устройства.

Целью работы является разработка принципов построения систем передачи информации, эффективно использующих полосу пропускания канала связи.

2. Основная часть

Предпосылками к созданию таких систем является рассмотренный в [1] способ формирования ансамбля квазиортогональных сигналов.

В соответствии с этим способом, сигнал $S(t)$ может быть представлен в виде ряда, составленного из смещенных на кратные интервалы времени $n\alpha$ функцией $g(t - n\alpha)$, где $g(t)$ представляет собой импульсную характеристику каузальной линейной инвариантной во времени (ЛИВ) системы, с выхода которой снимается сигнал $S(t)$. При этом на вход ЛИВ-системы поступает последовательность отсчетов сигнала $S(t)$ с интервалом α .

В [1] предложен способ определения веса ортогональности $\rho(t)$ функцией $g(t - n\alpha)$ и величины α .

Для достижения поставленной цели предлагается в качестве КО использовать ЛИВ-систему, а все необходимые виды сигналов формировать на выходе КО. Входными сигналами КО являются последовательности взвешенных коротких импульсов.

Рассмотрим формирование некоторых основных видов модулированных сигналов.

Амплитудно-модулированный сигнал может быть получен в результате сложения откликов высокочастотного полосового фильтра на эквидистантную последовательность взвешенных информационными коэффициентами коротких импульсов (рис. 1).

На рис. 1 приняты следующие обозначения: $u(t) = \sum_n a_n \delta(t - n\alpha)$; $\delta(t)$ — функция Дирака; $S(t) = \sum_n a_n g(t - n\alpha)$ — сигнал на выходе приемного устройства; $K(j\omega)$ — комплексный коэффициент

передачи высокочастотного (ВЧ) полосового фильтра (ПФ), a_n — информационные коэффициенты.

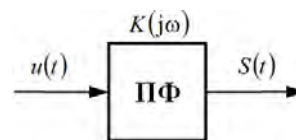


Рис. 1

Частотно-манипулированный сигнал формируется на выходе сумматора, ко входам которого подключены два полосовых ВЧ фильтра с равными полосами пропускания и разными центральными частотами. При этом импульсы входной последовательности $u(t)$ поступают на входы ПФ в зависимости от закона соответствия передаваемого символа частоте несущего колебания (рис. 2).

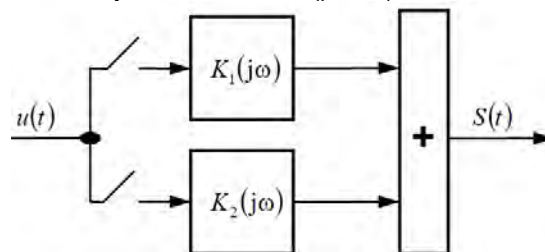


Рис. 2

Структурные схемы модулятора и демодулятора двумерных сигналов, которые могут быть положены в основу СПИ, рассмотрены в [1].

Приемники, работающие с рассмотренными сигналами, являются корреляторами ортогональных сигналов.

3. Заключение

Предлагаемые системы передачи информации не используют в явном виде несущее колебание.

4. Список литературы

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

PULSE-CODE MODULATION AS A UNIVERSAL KIND OF DIGITAL MODULATION

Degtyaryov A. N., Charitonov V. F., Kunya Adson

Scientific adviser: Degtyaryov A. N.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — The method for generating signals with arbitrary types of modulation, based on the use of the responses of channel-forming equipment to the corresponding sequence of short pulses, is considered. Reception of signals generated in this way is carried out using correlators.

ОСОБЕННОСТИ ГИБРИДНОГО ПРОТОКОЛА БЕСПРОВОДНОЙ MESH-СЕТИ СТАНДАРТА IEEE 802.11S

Афонин И. Л., Шутов П. Р., Бугаева К. М.

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

Испытательный центр «Омега» — филиал ФГУП НИИР, Россия

E-mail: shutov@niir.ru

Аннотация — Представлен гибридный протокол маршрутизации беспроводной mesh-сети стандарта IEEE 802.11s. Определены и акцентированы его особенности.

1. Введение

Основной задачей протоколов маршрутизации является выбор пути между исходным узлом и конечным узлом (узлом назначения).

Поиск этого пути необходимо произвести надежно, быстро и с минимальной величиной накладных расходов. Оптимальным вариантом вышеизложенного процесса может являться гибридный протокол маршрутизации стандарта IEEE 802.11s.

2. Основная часть

Протоколы маршрутизации представляется возможным классифицировать и разделить на протоколы базирующиеся на основе топологии и позиционирования.

Протоколы маршрутизации на основе топологии выбирают пути исходя из топологической информации, такой как ссылки между узлами, а протоколы на основе позиционирования выбирают пути на основе местоположения и географической информации с геометрическими алгоритмами.

Существуют протоколы маршрутизации, которые объединяют эти две концепции, одним из которых и является гибридный протокол маршрутизации.

Гибридный протокол маршрутизации является базовым протоколом для стандарта IEEE 802.11s.

Этот протокол работает на втором канальном уровне, отличающийся от обычных протоколов работающих на третьем сетевом уровне [1].

Обладая уникальной функцией гибридной маршрутизации если существует проактивное дерево, оно может использоваться по умолчанию во время обнаружения маршрута по требованию для пунктов назначения внутри сетки.

Для внутрисетевой связи с гибридным протоколом узел периодически передает сообщения корневого оповещения (RANN, Root Announcement messages), а все другие узлы отвечают на сообщения типа «Ответ пути» (PREP, Path Replies) для построения топологии дерева. Когда исходный узел хочет отправить данные узлу назначения, но без действительного маршрута, он отправляет данные в корень. После определения данных из внутренней ячеистой сети в соответствии с собственной таблицей маршрутизации корень перенаправляет данные в пункт назначения и уведомляет его о том, что данные поступают из внутренней сети. Узел-получатель получает данные и находит кратчайший путь к узлу-источнику по протоколу AODV (Ad hoc On-Demand Distance Vector). Наконец, другие данные отправляются из источника в пункт назначения по кратчайшему пути, а не по корню [2].

На рис. 1 изображен процесс реализации гибридного протокола маршрутизации. Из изображенного процесса имеем возможность наблюдать что недостатком этого подхода является то, что узел на-

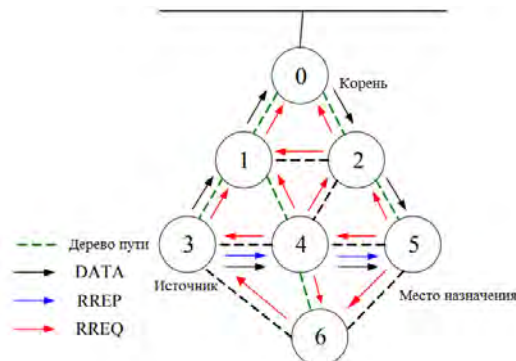


Рис. 1

значения транслирует пакеты сообщений запроса пути (PREQ, Path Requests) для поиска узла-источника при использовании AODV маршрутизации по требованию, а узел-источник должен ответить сообщением типа PREP, чтобы построить двусторонний путь между источником и пунктом назначения. Помимо этого, корень периодически передает сообщения RANN для построения топологии дерева [3].

3. Заключение

Рассмотрены особенности гибридного протокола маршрутизации, являющимся базовым в реализации беспроводных mesh-сетей. Гибридный протокол беспроводной сети представляет собой комбинацию специальных и охватывающих дерево протоколов маршрутизации, которые включают в себя как упреждающие, так и реагирующие компоненты для целевого использования на всех специализированных рынках инфраструктуры и гибридных сетей.

4. Список литературы

- [1] Zhang, Y. Wireless Mesh Networking / Y. Zhang, J. Luo, H. Hu // Architectures, Protocols and Standards, Auerbach Publications, 2007.
- [2] Bahr, M. Proposed Routing for IEEE 802.11s WLAN Mesh Networks / M. Bahr // Proc. of the 2nd Annual Int. Wireless Internet Conference, Aug. 2006.
- [3] Lim, A. O. A Hybrid Centralized Routing Protocol for 802.11s WMNs / A. O. Lim, X. Wang, Y. Kado, B. Zhang // Mobile Networks and Applications. — 2008. — Vol. 13, No. 1—2. — P. 117 — 131.

FEATURES OF A HYBRID PROTOCOL OF A WIRELESS MESH-NETWORK OF IEEE 802.11S STANDARD

Afonin I. L., Shutov P. R., Bugaeva K. M.

Scientific adviser: Afonin I. L.

Sevastopol «Testing Center «Omega» — Affiliated Office of FSUE NIIR, Russia

Abstract — A hybrid protocol for routing in wireless mesh-network of standard IEEE 802.11s is presented. Its features are identified and accentuated.

СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ УСТРОЙСТВАМИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ZIGBEE

Мурзин Д. Г., Листопад И. И.

Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: jilud@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрена возможность построения системы дистанционного управления техническими устройствами на основе технологии ZigBee и проведены опыты на дальность применения технологии.

1. Введение

ZigBee — название набора протоколов высокого сетевого уровня, использующих маленькие, мало-мощные радиопередатчики, основанные на стандарте IEEE 802.15.4. Этот стандарт описывает беспроводные персональные вычислительные сети (WPAN). ZigBee нацелена на приложения, которым требуется большее время автономной работы от батарей и большая безопасность, при меньших скоростях передачи данных. Особенность ZigBee заключается в том, что, в отличие от других беспроводных технологий, она предназначена для реализации не только простых соединений “точка-точка” и “звезда”, но также и сложных сетей с топологиями “дерево” и “ячеистая сеть”, способных поддерживать ретрансляцию и поиск наиболее эффективного маршрута для передачи данных.

2. Основная часть

Структурная схема устройства на основе технологии ZigBee на рис. 1.

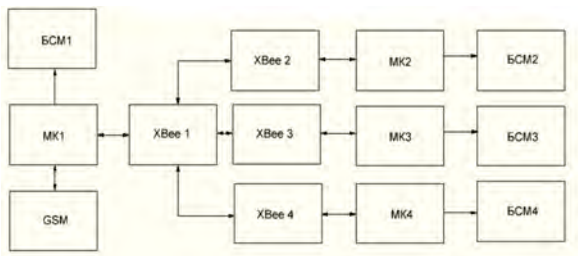


Рис. 1

Микроконтроллер МК принимает сигнал управления с Global System for Mobile Communications (глобальный стандарт цифровой мобильной связи) GSM. После обработки сигнала МК передает на модуль XBee команды для ретрансляции сигнала на остальные модули. После передачи сигнала Xbee модуль переходит в спящий режим для экономии энергии. Для проверки передачи протокола ZigBee использовался блок светодиодной матрицы БСМ.

Оценка количества принятых и потерянных пакетов проводилась с использованием бесплатной программы X-CTU. Она позволяет оценивать уровень сигнала RSSI, и подсчитывать процент принятых пакетов. Фактически приемлемый для приема уровень сигнала наблюдался и на расстоянии порядка 70 м, однако при попытках передачи потока информации количество потерянных пакетов носило непредсказуемый характер, и, следовательно, делать вывод о качественной передаче в этом случае нельзя.

Графически результаты теста представлены на рис. 2.

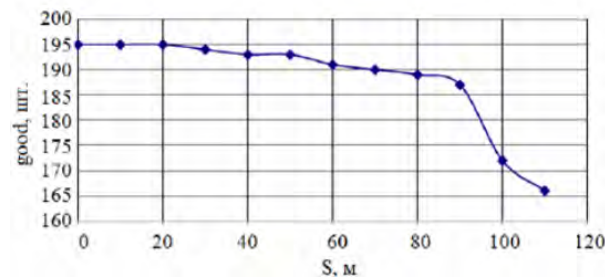


Рис. 2

Из этого следует, что располагать на таком расстоянии соседние узлы сети в условиях помещения не рекомендуется. Решить вопрос дальности можно путем использования более мощных модулей серии XBee Pro, либо установкой ретрансляторов.

Анализируя теоретические сведения и полученные практические результаты можно сделать вывод, что рекомендуемым расстоянием между узлами, внутри помещений, является расстояние, не превышающее 25 метров, а для открытого пространства с учётом возможных преград — 60 метров.

3. Заключение

Построение систем дистанционного управления на основе технологии ZigBee, в настоящее время продолжает быть востребованным. Данная технология полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к системам управления распределёнными объектами, хотя и имеет некоторые недостатки, в частности, относительно небольшая дальность связи между двумя узлами и низкая пропускная способность радиотракта.

4. Список литературы

- [1] Варгаузин, В. В. Сетевая технология ZigBee. Сетевые устройства ZigBee / В. В. Варгаузин. — М. : Теле мультимедиа, 2005. — 63 с.
- [2] Грингард, Сэмюэл Интернет вещей: Будущее уже здесь / Сэмюэл Грингард. — М. : Альпина Диджитал, 2015. — 261 с.

THE SYSTEM OF REMOTE CONTROL OF TECHNICAL DEVICES BASED ON ZIGBEE

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

Abstract — The possibility of building a remote control system for technical devices based on ZigBee technology is considered, and experiments on the range of application of the technology are conducted.

ПОСТРОЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ GIGABIT-CAPABLE PASSIVE OPTICAL NETWORKS

Редькина Е. А., Колесников Д. Р.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: drk121@ukr.net

Аннотация — Представлены результаты анализа построения сети на основе технологии GPON (Gigabit-capable Passive Optical Networks) в задаче модернизации сети АО «СевастопольТелеком».

(PON). Протяженность магистральных трасс GPON в настоящее время достигает 20 км.

На рис. 1 представлена схема построения PON-сети.

1. Введение

В рамках проекта модернизации сети АО «СевастопольТелеком» принята концепция о создании конкурентно способного продукта на рынке телематических услуг. Данная концепция предполагает переключение действующих абонентов и привлечение новых клиентов, предлагая мультисервисные решения по новой для нашего региона технологии GPON. Проект модернизации сети — это прежде всего, замена медных магистралей и распределительных линий ВОЛС, а также построение новых оптоволоконных сетей. В настоящее время СевастопольТелеком осуществил подключение около 3000 абонентов на технологию GPON. Наиболее масштабное подключение было проведено с начала этого года в Гагаринском районе. Ранее несколько садовых товариществ в районе бухты Казачей.

Задача: описать схему подключений и основы технологии, проверить качество услуг, предлагаемых провайдером, при различных способах подключения.

2. Основная часть

GPON — гигабитная пассивная оптическая сеть. При реализации системы GPON у провайдеров появляется возможность по одному оптоволоконному каналу передавать потребителям сервисы: *Internet*, *VoIP*, *IPTV*. Для этих целей в сетях GPON предусмотрен 1550-нм канал, который можно использовать для трансляции видео. Преимущества PON-сетей:

- небольшая стоимость построения сети и низкие затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание, за счет применения пассивного оборудования сети;

- через один оптоволоконный канал можно подключить большое количество абонентских терминалов до 128;

- помехоустойчивость, за счет снижения активных элементов сети;

- высокая гибкость обеспечивается применением одного оптического волокна, а не пучка волокон, следовательно, можно строить сеть по шинной или древовидной топологии [1].

Архитектура FTTx (*Fiber to the x*) представляет собой отрезок оптоволоконной линии связи, подключенный с одной стороны к приемопередающей станции OLT (*Optical Line Terminal*), установленный у провайдера, а с другой стороны к приемопередающим абонентским терминалам — ONT (*Optical Network Terminal*).

Если в оптическую линию добавить сплиттеры (пассивные разделители сигнала, идущий к OLT) и к их выходам подключить ONT, то при таком переходе от одноволоконной структуры FTTx можно перейти к древовидной структуре пассивной оптической сети

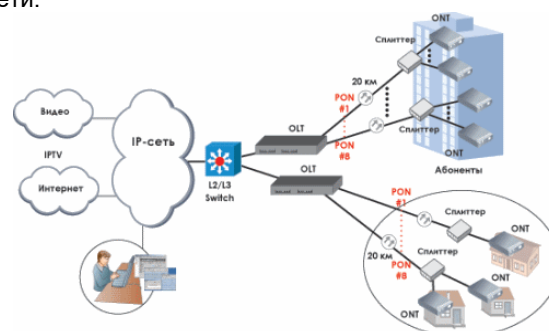


Рис. 1

Работа PON состоит в организации множественного доступа через одно оптоволоконно посредством временного мультиплексирования WDM (*Wavelength Division Multiplexing*). Мультиплексоры WDM, работающие в составе OLT и ONT, разделяют прямой поток и обратные сигналы, транслируемые на разных длинных волнах (прямой — 1,49 мкм, обратный 1,31 мкм) [2].

Стандарты GPON позволяют выбирать различные скорости приема (от 1,2 Гбит/с и до 2,4 Гбит/с) и передачи данных (от 1,9 Гбит/с и до 2,4 Гбит/с).

3. Заключение

Таким образом, рассмотрены основные свойства и возможности реализации системы GPON, которая на данном этапе модернизации сети СевастопольТелеком решает проблему скоростной передачи данных и модернизации существующих инфокоммуникационных систем.

4. Список литературы

- [1] Петренко, И. И. Пассивные оптические сети PON. Ч.3 : Проектирование оптимальных сетей / И. И. Петренко, Р. Р. Убайдуллаев. — Lightware Russian Edition, 2004. — С. 21 — 28.
- [2] Рекомендация ITU-T G.984.2 (03/2003) Пассивные волоконно-оптические сети с поддержкой гигабитных скоростей передачи (GPON) : Спецификация зависимого от физической среды (PMD) уровня.

DESIGN AND OPERATION OF GIGABIT-CAPABLE PASSIVE OPTICAL NETWORKS

Kolesnikov D. R., Redkina E. A.

Scientific adviser: Redkina E. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of analysis of designing a GPON network in the issue of modernization of network of Sevastopol-Telecom are presented.

АЛГОРИТМЫ ИМИТАЦИИ ЖИВОГО ДИАЛОГА В ГОЛОСОВОМ ПОМОЩНИКЕ В МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Тлуховская-Степаненко Н. П.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: ahaulyalyalyaptaa@gmail.com

Аннотация — В статье рассматриваются алгоритмы, которые предложено использовать для построения голосового помощника медицинских информационных систем или любых других ИС, в которых требуется голосовое управление и навигация.

1. Введение

Разработка современных медицинских информационных систем (МИС) предполагает полное переосмысление интерфейсных решений. Ранее системы использовались только за стационарными компьютерами в кабинетах врачей. Теперь за счет повсеместного использования интернета и мобильных устройств появилась возможность использовать МИС «на ходу», внося данные и извлекая информацию. Однако ввод данных на мобильном устройстве и поиск нужного пациента требует времени. В данной статье рассматривается алгоритм голосового помощника МИС, который позволяет осуществлять вербальное взаимодействие с мобильным устройством, уменьшая время получения информации.

2. Основная часть

Голосовой помощник – сервис, распознающий человеческую речь и способный выполнять определенные действия в ответ на соответствующую голосовую команду.

На первом этапе был разработан алгоритм распознавания голосовых команды на основании расстояния Левенштейна, приходящих от пользователя МИС системы (рисунок 1). Расстояние Левенштейна позволяет определить схожесть двух строк.

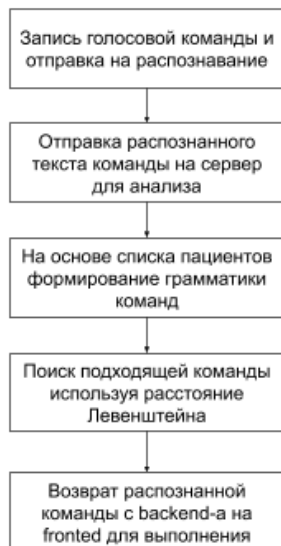


Рис. 1 - Алгоритм голосового распознавания команд

Для голосового распознавания применяется JavaScript объект window.SpeechRecognition. Он запрашивает разрешения для записи, записывает и распознает с помощью Google API слова, а затем распознанный текст отправляет на Сервер. Пользовательский сценарий может реагировать на результат распознавания голосовых команд, например, перенаправляя пользователя на нужную страницу

или же синтезируя голосовой ответ. Для того чтобы синтезировать речь используется JavaScript объект window.SpeechSynthesisUtterance. Алгоритм синтеза речи изображен на рисунке 2.

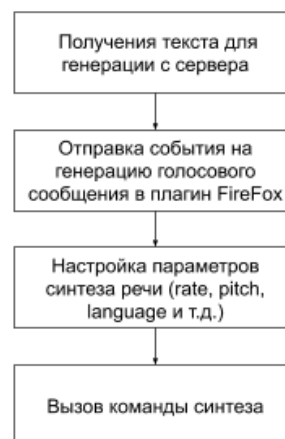


Рис. 2 - Алгоритм синтеза речевой информации

Сложность синтеза речи на стороне чистого JavaScript осложняется тем, что в целях безопасности современные браузеры запретили синтезировать звук без взаимодействия пользователя. Для обхода этих ограничений автором используется самостоятельно написанные FireFox и Google Chrome плагины, которые «слушают» специальное событие для синтеза речи и потом воспроизводят ее.

3. Заключение

Разработанные автором алгоритмы распознавания и синтеза речи позволили создать веб-интерфейс МИС с голосовым управлением, который работает на любых мобильных устройствах и имеет высокую скорость доступа к данным.

4. Список литературы

- [1] Подходы к разработке информационной системы поддержки формирования документов при оказании высокотехнологичной медицинской помощи. Мокина Е.Е., Марухина О.В., Шагарова М.Д. 18.03.2015
- [2] Интеллектуальные информационные системы и технологии: учебное пособие / Ю.Ю. Громов, О.Г. Иванова, В.В. Алексеев и др. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 244 с. – 100 экз. – ISBN 978-5-8265-1178-7.

DEVELOPMENT OF ALGORITHMS FOR IMITATION OF A LIVE DIALOGUE IN VOICE ASSISTANT IN MEDICAL INFORMATION SYSTEMS

Tlukhovskaya-Stepanenko N. P.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The article describe algorithms that can be used to build a voice assistant for medical information systems or any other IS that requires voice control and navigation.

МИП «Инжиниринговый центр СевГУ»

299038, г. Севастополь,
проспект Октябрьской революции, д. 38, корп. 4.
Тел. +7 (8692) 43 50 29
engineering@sevsu.ru



Основные направления деятельности: разработка цифровых, аналоговых и смешанных монолитных интегральных схем; разработка систем-на-кристалле (СнК), систем-в-корпусе (СвК), гибридных интегральных схем СВЧ диапазона; разработка радиоэлектронной аппаратуры на основе микроконтроллеров, цифровых сигнальных процессоров и программируемых логических интегральных схем; тестирование опытных партий кристаллов интегральных схем в диапазоне частот до 50 ГГц; целевая подготовка специалистов по заказам предприятий радиоэлектронной промышленности Крыма и г. Севастополя.

Центр создан при поддержке Минобрнауки и Минпромторга Российской Федерации.

Секция 3

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ УСТРОЙСТВА МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

ГЕНЕРАТОР ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СИГНАЛОВ НА БАЗЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ

Шевченко К. Д., Шевченко Н. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: karina-shevchenko110@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен генератор электрических сигналов на базе микропроцессорного блока управления. Описаны преимущества использования данного генератора сигналов по сравнению с существующими аналогами.

1. Введение

В настоящее время главным методом исследования головного мозга человека является электроэнцефалография, т.е. регистрация электрических ответов коры (вызванных потенциалов).

Для получения электрических ответов коры головного мозга проводят раздражение необходимых нервных стволов или рецепторов электрическими импульсами большой интенсивности и короткой длительности. Данные импульсы можно получить при помощи генератора электрических сигналов.

В докладе представлен генератор электрических сигналов с блоком управления на базе микропроцессора. Также описаны преимущества использования данного генератора сигналов.

2. Основная часть

Для получения вызванных потенциалов в коре головного мозга человека в клинической неврологической практике используют электрические стимуляторы. В нашем случае стимулятор представляет собой генератор электрических сигналов на базе микропроцессорного блока управления. Генератор создает импульсы тока прямоугольной формы с заданной амплитудой и длительностью. Для получения необходимого ответа интенсивность стимуляции равна 200 В. На исследуемый участок тела пациента накладывают электроды, через которые поступают электрические импульсы и производится стимуляция.

На рис. 1 представлена функциональная схема генератора электрических сигналов на базе микропроцессорного блока управления. Задание основных параметров стимуляции, а именно частоты и амплитуды, происходит с помощью персонального компьютера. С компьютера при помощи протокола UART (универсальный асинхронный приемопередатчик) поступают данные в блок управления. Блок управления представляет собой микропроцессор ADuC812, который имеет встроенный ЦАП, 12-битный АЦП и асинхронный приемопередатчик. ЦАП пропорционально заданному значению амплитуды импульса с компьютера выдает на выходе напряжение в диапазоне от 0 до 5 В. Так как интенсивность стимуляции равна 200 В, выходное напряжение с ЦАП поступает на блок усиления, который представляет собой высоковольтный выходной каскад, выполненный на транзисторах. С блока усиления импульсы поступают на электроды. С помощью компьютера можно задавать частоту подачи импульсов в широких пределах от 0,2 до 100 Гц.

Основными преимуществами разработанного генератора электрических импульсов является низкая стоимость и простота использования. Возможность

управления с помощью персонального компьютера позволяет упростить применение и повысить воспроизводимость, что приводит к уменьшению времени обследования. Из-за своего набора компонентов стимулятор имеет низкую стоимость, так как используемый микропроцессор ADuC812 является распространенным и дешевым, относительно подобных микропроцессоров с похожим набором периферии.

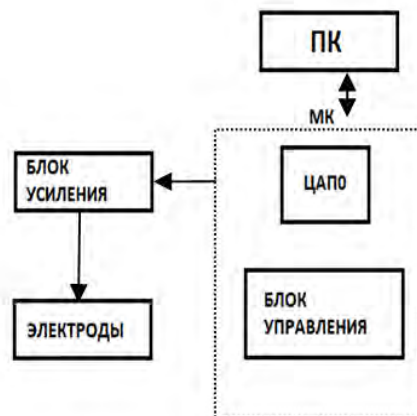


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, разработанный генератор электрических сигналов на базе микропроцессорного блока управления обладает рядом существенных преимуществ в сравнении с существующими аналогами для проведения исследований головного мозга человека. Генератор имеет возможность управления с помощью персонального компьютера, что уменьшает затраты времени на обследование пациентов. Также важными достоинствами разработки являются низкая стоимость и широкий диапазон задаваемых параметров стимуляции.

4. Список литературы

- [1] Ройтбак, А. И. Вызванные потенциалы коры больших полушарий / А. И. Ройтбак. — М.: Медицина, 1964. — 235 с.
- [2] Крылов, В. А. Основные параметры и устройства операционных усилителей / В. А. Крылов. — М.: Советское радио, 1977. — 11 с.

THE ELECTRIC SIGNALS GENERATOR ON THE BASIS OF MICROPROCESSOR CONTROL UNIT

Shevchenko K. D., Shevchenko N. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The generator of electric signals on the basis of microprocessor control unit is considered. The advantages of using the signal generator are described in comparison with its analogues.

РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ДРАЙВЕРА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ШИМ УПРАВЛЯЕМЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ

Мальцев Р. В., Редькин М. О., Скорик И. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: rodion.evpatoriya@gmail.com

Аннотация — Разработаны структурная схема и принципы работы драйвера для исследования ШИМ управляемых импульсных преобразователей напряжения.

1. Введение

При изучении функционирования и принципов действия электропреобразовательных устройств напряжения, важным аспектом является применение получаемых знаний на практике, для этого требуется непосредственное взаимодействие со схемой преобразователя. Более удобно использовать программные симуляторы, однако большинство распространенных симуляторов не позволяют качественно осуществлять симуляцию схем преобразователей всех топологий. Исходя из вышесказанного, в статье предлагается разработка структурной схемы и принципов функционирования специализированного драйвера для построения физического лабораторного стенда для исследования ШИМ управляемых преобразователей напряжения.

2. Основная часть

Структурная схема разрабатываемого макета показана на рис. 1.

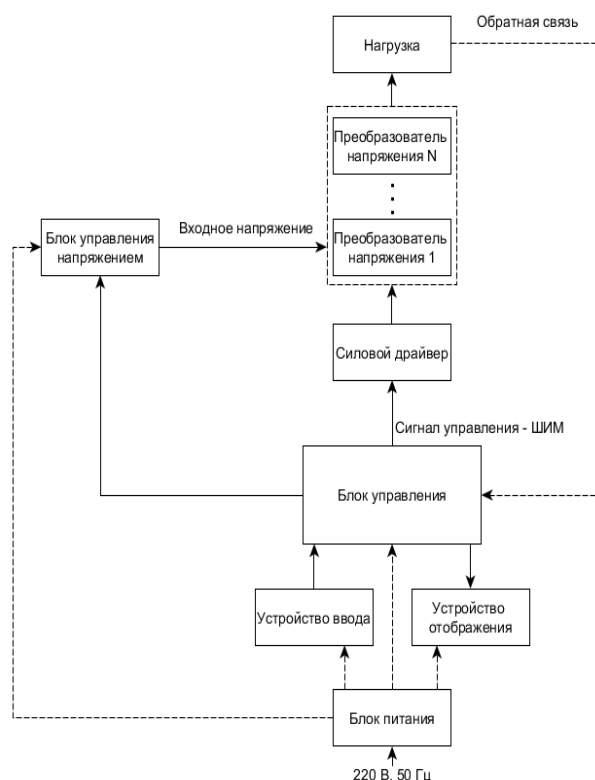


Рис. 1

Основу драйвера составляет блок управления, который позволяет выбирать определенную схему преобразователя напряжения; выбирать режим функционирования с обратной связью или без нее;

осуществлять настройку параметров работы схемы: входного напряжения, частоты преобразования, выходного напряжения для режима с обратной (ОС), коэффициент заполнения ШИМ сигнала (для режима без ОС).

Настройка и отображение параметров осуществляется с помощью устройства ввода и устройства отображения. В качестве устройства ввода предполагается использовать кнопочную клавиатуру, а в качестве устройства вывода — ЖК-дисплей.

В структурной схеме стенда предлагается использование ШИМ драйвера, который может управлять, по выбору пользователя, несколькими схемами преобразователей напряжения, отличающихся по топологии. Для каждой схемы преобразователя предусмотрен отдельный драйвер для управления силовым транзистором. Так как емкость затвора силового полевого транзистора негативно сказывается на фронтах управляющего ШИМ сигнала и может значительно снижать КПД преобразователя, драйвер обеспечивает управление силовым транзистором с учетом топологии схемы, обеспечивая быстрый заряд и разряд затворной емкости транзистора, сохраняя фронты управляющего сигнала.

Блок управления напряжением позволяет в зависимости от управляющего сигнала изменять входное напряжение преобразователя в диапазоне 0 — 30 В.

Предполагается, что специализированный ШИМ драйвер позволяет управлять следующими схемами ШИМ управляемых преобразователей: понижающий и повышающий DC-DC преобразователи, обратноходовой AC-DC преобразователь, полумостовой, мостовой и пушпульный преобразователи напряжения.

Все преобразователи подключены к общей нагрузке, которая представляет собой реостат с мощностью рассеивания 30 Вт.

3. Заключение

В работе разработана структурная схема специализированного ШИМ драйвера для изучения и исследования ШИМ управляемых импульсных преобразователей напряжения. Драйвер реализуется в виде микроконтроллера с целью построения лабораторного стенда для исследования и изучения упомянутых выше ШИМ-управляемых преобразователей напряжения.

SYNTHESIS OF SPECIALIZED DRIVER FOR PWM-MANAGED PULSE VOLTAGE CONVERTERS

Maltsev R. V., Redkin M. O., Skorik I. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The block diagram and the functioning principles of the driver for PWM controlled pulse converters of voltage are considered.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ ДЛЯ СИСТЕМЫ «УМНОЕ ЗДАНИЕ»

Тыщук Ю. Н., Сегеда А. С., Начаров Д. В.

Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: mal4ik2k17@mail.ru

Аннотация — Разработан модуль терморегуляции на основе программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС) для дальнейшего использования в системе «умного здания» («домашней автоматизации»).

1. Введение

В настоящий момент существует множество способов дешёвой и простой реализации системы «умного дома». В большинстве проектов подобного рода принято использовать готовые решения на основе микроконтроллеров архитектуры AVR. Цель данной разработки заключается в реализации на основе программируемой логической интегральной схемы для дальнейшего использования, как отдельного модуля. Это решение дает такие возможности: быстрое реагирование на резко изменяющиеся условия внешней среды (кроме температуры, например, влажность, скорость передвижения воздуха, освещенность, количества твердых примесей или других веществ в воздухе и т. п.)

2. Основная часть

На рисунке ниже представлена структурная блок-схема работы готового устройства.

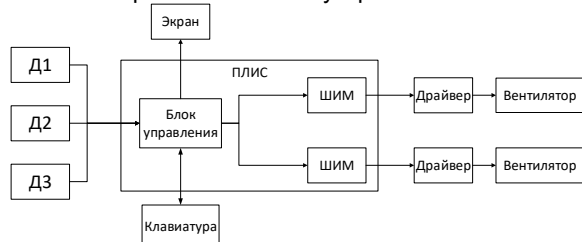


Рис. 1

Три температурных датчика установлены на концах теплопроводов с тем, чтобы контролировать температуру воздуха, поступающего в предполагаемое помещение из улицы (установлен на улице), воздуха, прошедшего теплопровод в помещении (установлен в помещении), а также «переработанного» воздуха, выходящего из помещения (установлен в помещении). Информация с датчиков обрабатывается алгоритмом в блоке управления программируемой логической интегральной схемы на наличие оледенения стенок теплопроводов. В случае возникновения оледенения, система переходит в режим «продува», что не позволяет скапливаться лишней влаге на стенках теплопроводов, тем самым предупреждая оледенение.

Надо заметить, что в настоящее время, возможность оледенения является одним из существенных недостатков в использовании систем подобного рода. Для управления режимами работы системы и контролем её работы предусмотрены клавиатура и экран.

После обработки данных блоком управления формируются сигналы с широтно-импульсной модуляцией для дальнейшей работы системы.

Использование программируемой логической интегральной схемы в качестве блока управления

системой и обработки информации обусловлено скоростью обработки информации, поступающей от датчиков, что было бы трудно реализовать, используется обычно используемый способ на основе микроконтроллера.

Ниже представлена схема расположения датчиков относительно других важных элементов системы.

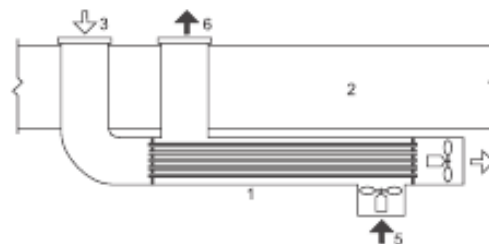


Рис. 2

1 — рекуператор тепла;

2 — стена помещения, в которой, как правило, устанавливается рекуператор;

3 и 4 — температуры соответственно входа ($t_{н1}$) и выхода ($t_{вн1}$) наружного, поступающего в помещение воздуха;

5 и 6 — температуры соответственно входа ($t_{вн1}$) и выхода ($t_{вн2}$) внутреннего, удаляемого из помещения воздуха.

$$\epsilon_{\text{потр}}^{\text{н}} = \frac{t_{\text{н}2} - t_{\text{н}1}}{(t_{\text{вн}1} - t_{\text{н}1})}.$$

3. Заключение

В результате выполнения данной работы были разработаны алгоритм взаимодействия датчиков температуры, выбраны структурная блок-схема готового устройства (модуля).

Главной особенностью данного устройства заключается в естественности обмена потоков разной температуры воздушных масс и их теплообмене, отличительной же особенностью, выгодно выделяющую данную систему среди остальных, является возможность предотвращения заморозки теплопроводов, используя режим «продува» без участия в этом пользователя системы.

DESIGN OF CONTROL MODULE OF VENTILATION FOR “SMART BUILDING” SYSTEM

Segeda A. S., Tischuk Y. N., Nacharov D. V.

Scientific adviser: Tischuk Y. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The module of thermoregulation, based on the field programmable gate array (FPGA), is design for using in “smart building” (“home automation”) system.

СЧЕТЧИК КАПЕЛЬ НА ESP8266

Иськив В. М., Деримедведь М. С.

Научный руководитель: Иськив В. М.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: mihan.der@mail.ru

Аннотация — Дана краткая характеристика и произведен обзор устройств различного типа счетчиков, а также разработана структурная схема счетчика капель на ESP8266.

1. Введение

На данный момент на рынке присутствует большое количество устройств, позволяющих производить подсчет капель для различных ситуаций научного, медицинского и технического характера, будь то определение количества капель при таких процедурах как титрование, либо системы капельного полива в домашнем растениеводстве.

Дозирующие насосы, используемые для таких целей, не всегда соответствуют необходимому уровню точности как и не всегда подходят по параметрам для работы с нейтральными или агрессивными средами, особенно — одновременно, исключая промышленные или опытные образцы, предназначенные для работы на крупных объектах или в исследовательских учреждениях.

2. Основная часть

В основном, используется 2 типа счетчиков:

- механические;
- оптические.

Первые, могут выдавать информацию о объеме прокачиваемой жидкости за единицу времени. В классических схемах используется крыльчатка, вращающаяся под потоком воды, обороты которой фиксируются как на аналоговом, так и на электронном табло. Так же существуют электромагнитные и ультразвуковые счетчики [1].

Преимущества использования оптических датчиков перед иными видами счетчиков заключается в легком подсчете объема жидкости и возможности работы с каплями сред различной плотности, таких как вода, спирт, масло и т.д.

Принцип действия оптического датчика основан на использовании инфракрасного излучателя и детектора света. Когда капля проходит через счетчик капель, она частично блокирует свет, поступающий на детектор, вследствие чего регистрируется понижение интенсивности светового излучения (рис. 1)

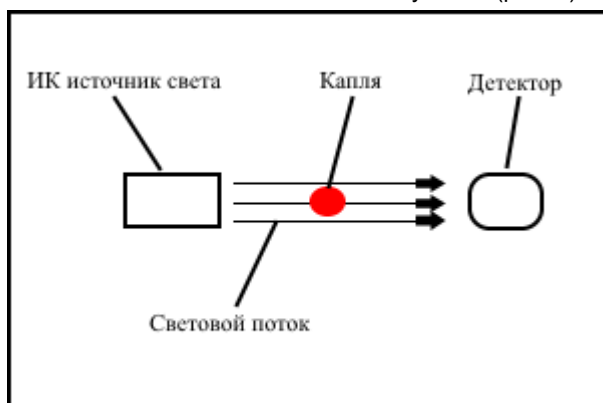


Рис. 1

Конечный прибор состоит из следующих компонентов:

- модуля ESP8266;
- ИК модуля;
- компаратора;
- блока питания;

На рис. 2 представлена структурная схема счетчика капель на основе микроконтроллера ESP8266.

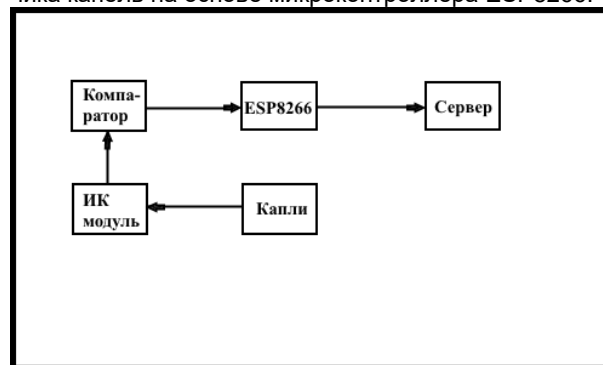


Рис. 2

При прохождении капли через световой поток детектор фиксирует понижение интенсивности излучения и передает аналоговый сигнал на компаратор, который выдает высокий уровень, равный единице, кроме случаев прерывания капель излучения ИК источника. Данные прерывания фиксируются микроконтроллером ESP8266 и при помощи Wi-Fi передаются на сервер, содержащий счетчик и показывающий количество капель, считанных за определенный промежуток времени.

3. Заключение

На основе проведенных исследований интернет-ресурсов, связанных с капельными счетчиками, был выбран оптимальный тип датчика и микроконтроллера, обеспечивающими не только подсчитывание капель, но и возможность передачи данных на сервер беспроводным методом. Была составлена структурная схема устройства.

4. Список литературы

- [1] Счетчик воды: устройство, виды, принцип работы [Электронный ресурс] / Kanaliza. — Режим доступа: <https://kanaliza.ru/raznoe/schetchik-vody-ustrojstvo-vidy-princip-raboty>.

DROP COUNTER BASED ON ESP8266

Derimedved' M. S. Is'kiv V. M.

Scientific adviser: Is'kiv V. M.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A brief description is given and a review of devices of various types of counters is carried out, as well as a block diagram of the drop counter on the ESP8266 is developed.

СТРУКТУРА НИЗКО- И ВЫСОКОУРОВНЕВОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО МОРСКОГО АППАРАТА

Никишин В. В., Дурманов М. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: nikishin_v@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены ключевые вопросы разработки и испытаний программно-аппаратного комплекса системы управления движением и контроля параметров малогабаритного беспилотного надводного аппарата (БНА)

1. Введение

В настоящее время беспилотные аппараты применяются во многих задачах мониторинга [1]. В настоящих материалах представлен опыт разработки и испытаний программного обеспечения БНА, применяемого для задач мониторинга и промеров глубин акваторий.

2. Основная часть

Разрабатываемый БНА представляет собой малогабаритное судно (рис. 1), способное в ручном и автоматическом режиме двигаться по акватории, используя спутниковую навигацию и МЭМС-магнитометр для курсовой ориентации.



Рис. 1

Низкоуровневое ПО (далее «прошивка») автопилота БНА построено на аппаратной платформе Arduino Mega с микроконтроллером (МК) Atmega2560. Стоит отметить, что код «прошивки» разработан на языке Си в среде Atmel Studio. Это связано с тем, что функции среды разработки Arduino IDE в некоторых частях, таких как управление портами ввода вывода, работа с интерфейсом TWI содержат код, замедляющий работу, поэтому работа напрямую с регистрами МК более эффективна как по быстродействию, так и по размеру бинарного файла «прошивки».

«Прошивка» автопилота БНА содержит следующий функционал:

- инициализация сторожевого таймера;
- запись и считывание параметров из памяти EEPROM;
- инициализация интерфейсов UART и TWI (I2C);
- инициализация сенсоров;
- инициализация аппаратного таймера для генерации сигнала для сервопривода сопла водомёта БНА и регулятора оборотов двигателя;
- обработка прерывания сигнала антенны спутниковой навигации;
- обработка прерывания сигнала S.Bus пульта управления;

— обработка прерываний аппаратного таймера для генерации сигнала для сервопривода сопла водомёта БНА;

— расчет пространственной и курсовой ориентации БНА.

Для ускорения некоторых расчётов применен алгоритм так называемого быстрого инверсного квадратного корня:

```
float SqrtAprox(float number) { //low in fat
    union { float f; uint32_t i; }
    conv = {number};
    conv.i = 0x5f3759df - ( conv.i >> 1 );
    conv.f *= ( threehalfs - ( x2 * conv.f * conv.f ) );
    return conv.f;
}
```

3. Заключение

Используемые приёмы позволили создать прототип автопилота БНА, способный на относительно малопроизводительном МК обрабатывать достаточно сложные операции для навигации:

— расчёт кватерниона, включая десятки операций с переменными с плавающей точкой;

— расчёт алгоритма удержания заданным курсом для следования по заданному маршруту.

Применение аппаратных прерываний позволило разгрузить основной цикл программы до 25 — 30 мс, что для системы управления таким аппаратом достаточно для качественного управления.

Практическое применение БНА предполагает установку на нём эхолота и различных приборов контроля состояния поверхностного слоя водоёмов [2].

Исследование выполнено при финансовой поддержке внутреннего гранта ФГАОУ ВО "Севастопольский государственный университет" в рамках научного проекта № 516/06-31.

4. Список литературы

- [1] Никишин, В. В. Автоматическая плавучая лаборатория на базе беспилотного морского аппарата для экологического мониторинга акваторий // Матер. Всерос. науч.-практ. конф. «Управление качеством в образовании и промышленности», 17—18 мая 2018 г., г. Севастополь. — С. 258 — 261.
- [2] Nikishin, V. V. Application of USV for environmental monitoring of the Sevastopol Bay / V. V. Nikishin, A. N. Grekov, I. E. Shishkin // 26th Int. Conf. of Pacific Congress on Marine Science and Technology (PACON-2019), July 16-19, 2019 Vladivostok, Russia. — Режим доступа: <https://www.pacon-conference.org/sites/default/files/PACON2019abstracts.pdf>. — С. 254 — 255.

FIRMWARE AND SOFTWARE STRUCTURE OF UNMANNED NAVAL VEHICLE

Nikishin V. V., Durmanov M. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Key moments of firmware and software design and testing of unmanned surface vehicle (USV) autopilot are observed.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СЛЕПЫХ ЗОН АВТОМОБИЛЯ

Петренко А. А., Кузьменко В. А., Невмержицкий М. В., Сизых Д. А., Янковский С. И.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: aapetrenkosevsu@gmail.com

Аннотация — Разработана универсальная система контроля слепых зон автомобиля с возможностью интеграции в любой автомобиль. Приведена функциональная схема устройства и алгоритм программы микроконтроллера.

1. Введение

Применение систем контроля слепых зон автомобиля в настоящее время становится всё актуальнее. Наличие большого разнообразия датчиков, извещателей и оповещателей делает задачу простой, а значит доступной практически каждому автолюбителю. На мировом рынке существует достаточное количество выпускаемых систем контроля слепых зон автомобиля различной конструкции и стоимости, однако систем бюджетных и универсальных не так много. Существующие системы, в большинстве случаев, являются стандартными (заводскими) для автомобилей средней и верхней ценовых категорий. В докладе приводится универсальная и бюджетная система контроля слепых зон автомобиля.

2. Основная часть

На мировом рынке существуют системы контроля слепых зон автомобиля в виде камер либо ультразвуковых или микроволновых датчиков.

У Audi и Volkswagen систему контроля именуют Side Assist, а у Volvo она называется Blind Spot Information System [1], [2]. Действуют они практически одинаково. Если при перестроении в соседний ряд в нем окажется помеха, то электроника предупредит водителя об опасности.

В данной системе использованы ультразвуковые датчики, так как в сравнении с аналогами они более дешевые и надежные.

Функциональная схема системы показана на рис. 1.



Рис. 1

Алгоритм работы систем «слепых» зон с четырьмя датчиками:

— Если препятствие видят одновременно и пе-

редний датчик и задний — система не реагирует на отбойники, припаркованные авто, параллельно движущийся поток машин и т.д.

— Если препятствие видит сначала передний датчик, затем задний — система не реагирует (мы обогнали автомобиль, мы его видели и знаем, что он сбоку от нас).

— Если препятствие видит сначала передний датчик, затем задний, и объект находится в зоне видимости заднего датчика более 5 секунд, система начнет сигнализировать об объекте в "слепой" зоне.

— Если в зоне видимости переднего датчика свободно, а в зоне видимости заднего появился объект — система будет сигнализировать о препятствии в "слепой" зоне (самый опасный случай, о котором система и должна информировать водителя).

3. Заключение

Таким образом, выполнен анализ принципов построения систем контроля слепых зон автомобиля.

Произведен выбор и обоснование структурной схемы системы контроля слепых зон автомобиля.

Разработан алгоритм программы микроконтроллера управляющего системой.

4. Список литературы

- [1] Audi side assist — Audi Technology Portal [Электронный ресурс] / Audi. — Режим доступа: https://www.audi-technology-portal.de/en/electrics-electronics/driver-assistant-systems/audi-side-assist_en.
- [2] Blind Spot Information System (BLIS) Overview [Электронный ресурс] / Volvo. — Режим доступа: http://volvo.custhelp.com/app/answers/detail/a_id/9874/~/blind-spot-information-system-%28blis%29-overview.

CAR BLIND SPOTS MONITORING SYSTEM

Petrenko A. A., Kuzmenko V. A., Sizykh D. A.,

Nevmerzhitkiy M. V., Yankovskiy S. I.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A universal system for monitoring blind spots of a car has been developed, with the possibility of integration into any car. A functional diagram of the device and the algorithm of the microcontroller program are given.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ЭПИЦЕНТРА ПОЖАРА

Дурманов М. А., Сизых Д. А., Янковский С. И., Петренко А. А., Лукьянченко Н. К.

Научный руководитель: Дурманов М. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: daniego@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен принцип работы системы автоматического управления беспилотного летательного аппарата для обнаружения эпицентра пожара и разработана структурная схема устройства.

1. Введение

При тушении лесного пожара с использованием авиатехники, сотрудники пожарной службы сталкиваются с проблемой определения эпицентра пожара из-за высокой задымленности. Задымленный слой атмосферы препятствует прохождению видимого спектра света, но не препятствует прохождению инфракрасного спектра. Для повышения эффективности тушения пожара можно использовать беспилотный летательный аппарат с системой автоматического управления и видеокамерой инфракрасного спектра.

В работе представлена структурная схема системы автоматического управления беспилотного летательного аппарата (БПЛА), и рассмотрен принцип её работы.

2. Основная часть

Структурная схема системы управления БПЛА состоит из семи функциональных узлов (рис. 1): микроконтроллера *ATmega 2560* (МК); приемопередающего устройства *NRF24L01+* (ПП); *GPS*-модуля *NEO-6M* (GPS); карты памяти (КП); датчика положения БПЛА *MPU-6050* (ДП), состоящего из акселерометра и гироскопа; сервоприводов (С); мотора (М) и датчиков телеметрии (Д), к которым относятся датчик напряжения аккумуляторной батареи, датчик атмосферного давления, выступающий в роли датчика высоты и датчик температуры окружающей среды.

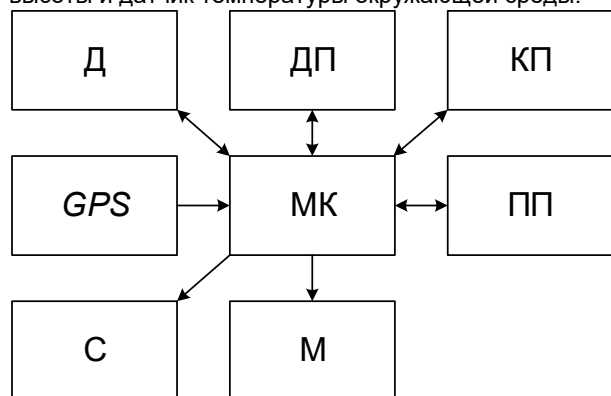


Рис. 1

Рассмотрим принцип работы системы управления БПЛА. Перед вылетом на карту памяти записывается траектория полета БПЛА в виде массива координат. Запуск проходит в ручном режиме и после выхода на необходимую высоту оператор переключает БПЛА в режим автоматического управления полетом, который следует заданным координатам. При необходимости в ходе полета можно внести изменения в

маршрут БПЛА. После завершения выполнения маршрута БПЛА возвращается на точку взлета и в ожидании переключения оператором режима полета на ручной режим пилотирования, на заданной высоте летает по радиусу. Оператор переключает БПЛА в режим ручного управления и совершает посадку.

В режиме автоматического управления микроконтроллер анализирует данные, поступающие с *GPS*-модуля, акселерометра, гироскопа и датчика высоты и после проведения необходимых вычислений подает сигналы на сервоприводы и мотор для коррекции скорости и курса полета.

Во время полета бортовая видеокамера инфракрасного спектра ведет запись видеоизображения на выделенный накопитель и отправляет ее в онлайн режиме по радиоканалу на наземный приемник. Изображение с инфракрасной камеры БПЛА анализируется сотрудниками пожарной службы и сопоставляется с его текущими координатами. Далее координаты эпицентра пожара с его характеристиками (площадь, направление распространения и условия рельефа местности) передаются пилотам авиатехники для принятия активных мер по тушению пожара.

3. Заключение

Система автоматического управления БПЛА нацелена на оперативное обнаружение эпицентра лесного пожара. Ее использование значительно сократит время поиска эпицентра пожара и позволит уменьшить материальные затраты на ликвидацию пожара.

4. Список литературы

- [1] Воропаев, Н. П. Применение беспилотных летательных аппаратов в интересах МЧС России / Н. П. Воропаев // Вест. Санкт-Петербург. ун-та. гос. противопожарной службы МЧС России. — №4. — СПб.: СПб УГПС, 2014. — С. 13 — 17.

AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF UNMANNED AIRCRAFT FOR FIRE EPICENTER DETECTION

Sizykh D. A., Yankovskiy S. I., Petrenko A. A., Lukyanchenko N. K.

Scientific adviser: Durmanov M. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The principle of the automatic control system of an unmanned aerial vehicle for detecting the fire epicenter is considered and a block diagram of the device is developed.

АЛГОРИТМ РАБОТЫ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ ГЕНЕРАТОРА СИГНАЛОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФА

Шевченко К. Д., Шевченко Н. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: karina-shevchenko110@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен алгоритм работы программы блока управления генератора электрических сигналов на базе микропроцессора. Разработана блок-схема алгоритма работы программы стимулятора для электроэнцефалографа.

зователь хочет выйти из режима стимуляции. Программа начинается сначала.

1. Введение

Для исследований головного мозга человека используют электроэнцефалографы — приборы, принцип действия которых основан на регистрации электрических ответов коры головного мозга человека. Импульсы, которые при этом необходимы для стимуляции нервных стволов, создаются при помощи разработанного генератора электрических сигналов.

В докладе представлен алгоритм работы программы блока управления генератора электрических сигналов. Также разработана и представлена блок-схема алгоритма работы программы.

2. Основная часть

Стимулятор нервных стволов представляет собой генератор электрических сигналов на базе микропроцессорного блока управления. Генерируются прямоугольные импульсы тока с определенной амплитудой и длительностью, которые подаются на электроды для стимуляции [1].

На рис. 1 представлена блок-схема алгоритма работы программы блока управления генератора электрических сигналов. Блок управления представляет собой микропроцессор ADuC812, который имеет встроенный ЦАП, 12-битный АЦП и асинхронный приемо-передатчик.

В начале программы происходит инициализация таймера и асинхронного последовательного порта. После чего происходит прием данных по UART. Данные представляют собой параметры стимуляции, которые задаются с персонального компьютера.

После получения данных инициализируем работу цифроаналогового преобразователя (ЦАП0) и заносим константы, соответствующие длительности импульса (0,1 мс) в счетный регистр таймера, определяем частоту следования импульсов, подаем соответствующий код на входы АЦП, включаем таймер. Следом подаем прямоугольный импульс (синхроимпульс) на вход электронно-вычислительного устройства. После этого начинается стимуляция. Ждем прерывание от таймера [2].

При переполнении таймера, программа переходит на подпрограмму обработки прерывания. В регистр ЦАП заносится 0, а в счетный регистр таймера заносится константа, соответствующая паузе. При следующем прерывании в регистр ЦАП снова заносится код пропорциональный амплитуде, а в таймер константы соответствующие длительности импульса и т.д. Таким образом, с выхода ЦАП поступают импульсы с заданной частотой следования, длительностью и амплитудой пропорциональной введенному значению. Если пришло прерывание по UART, поль-



Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, разработанный генератор электрических сигналов на базе микропроцессорного блока управления работает по представленному алгоритму. Генератор управляется при помощи персонального компьютера, где задаются необходимые параметры стимуляции. Программа для микропроцессора выполняет действия согласно разработанной блок-схемы алгоритма.

4. Список литературы

- [1] Хорошеева, Е. В. Анатомия Головного мозга / Е. В. Хорошеева. — М. : Медицина, 1999. — 490 с.
- [2] Крылов, В. А. Основные параметры и устройства операционных усилителей / В. А. Крылов. — М. : Советское радио, 1977. — 11 с.

OPERATION ALGORITHM OF CONTROL UNIT OF SIGNALS GENERATOR FOR ELECTROENCEPHALOGRAPHY

Shevchenko K. D., Shevchenko N. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The program algorithm of the control unit of the electric signals generator, based on a microprocessor, is considered. The block diagram of the program algorithm is developed.

ПЕРИФЕРИЙНЫЙ КОНТРОЛЛЕР СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ»

Щекатурин А. А., Файден Д. А.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: pulson2011@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены принципы построения системы в целом, описана реализация контроллера управления санузлом. Контроллер осуществляет управление температурой и влажностью в помещении. Рассмотрены вопросы безопасности водопровода и канализации (защита от протечек), защиты от несанкционированного вторжения в помещение.

1. Введение

Работа умного дома основана на принципе выполнения команд, причем получать команды центральный контроллер может как от человека, так и от датчиков. В первом случае человек дает команду системе, например, включить кондиционер или изменить параметры отопления, а центральный процессор отправляет команду нужному прибору. При работе в автоматическом режиме работа системы происходит по программе, обрабатывающей данные от датчиков и выдающей команды исполнительным механизмам.

2. Основная часть

Структурная схема периферийного контроллера санузла показана на рис. 1.

Для коммутации силовых цепей управления использован двухканальный модуль твердотельных реле [1].

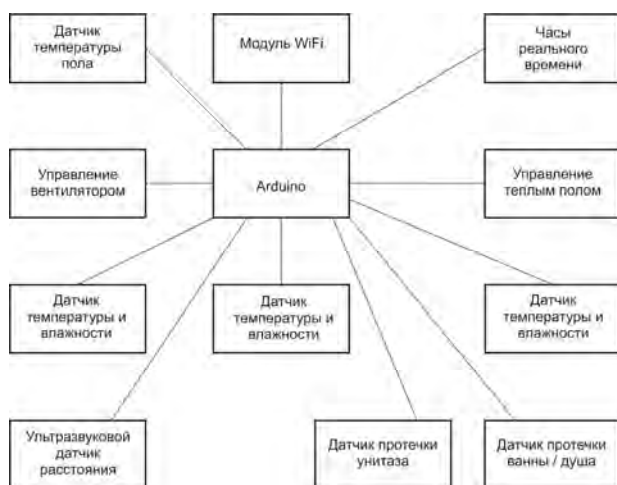


Рис. 1

Информацию для управления контроллер получает от следующих датчиков:

- комбинированные датчики температуры и влажности;
- датчик температуры пола;
- датчики протечки унитаза и ванны/душа;
- ультразвуковой датчик расстояния.

Комбинированные датчики температуры и влажности [2] в количестве 3 шт. расположены в разнесенных в пространстве точках санузла и предназначены для определения температуры и влажности в помещении.

Контроллер на основании информации, полученной от датчиков и используя принципы мажоритар-

ности, управляет системой «теплый пол» и системой вентиляции.

В качестве датчика влажности и температуры использован датчик AM2320.

От аналогичных датчиков они отличаются повышенной точностью и стабильностью. Датчик состоит из емкостного элемента измерения влажности и встроенных высокоточных элементов для измерения температуры, и связан с высокопроизводительным микропроцессором. Датчик формирует быстрый отклик, имеет высокую помехоустойчивость.

Датчик AM2320 передает данные по одной шине и двум стандартам связи I²C или 1-проводной. Сверхмалый размер, низкое энергопотребление, дальность передачи сигнала до 20 метров, делает данный датчик лучшим выбором для любых, даже самых требовательных применений. Немаловажным достоинством датчика также является аппаратная автоматическая компенсация показаний влажности в зависимости от температуры, что существенно облегчает обработку данных от датчика, исключая из программной обработки модули компенсации.

В качестве датчика температуры пола использован датчик DS18B20 в герметичном исполнении. DS18B20 обменивается данными с микроконтроллером по однопроводной линии связи, используя протокол интерфейса 1-Wire.

Датчик протечки B22 оснащен компаратором и имеет два выхода: аналоговый и цифровой, что обеспечивает максимальное удобство подключения.

В контроллере используется ультразвуковой датчик расстояния HC-SR04 и модуль часов реального времени DS3231.

3. Заключение

Таким образом, разработан периферийный контроллер санузла для системы «Умный дом», позволяющий осуществлять контроль и управление температурой пола, протечки унитаза и ванны, определять присутствие человека в помещении.

4. Список литературы

- [1] Dual 1 Form A Solid-State Relay Datasheet [Электронный ресурс] / Vishay Inc. — Режим доступа: <https://www.vishay.com/docs/83842/lh1556aac.pdf>.
- [2] DS18B20 Datasheet 1-wire Digital Thermometer [Электронный ресурс] / MAXIM. — Режим доступа: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>

PERIPHERAL CONTROLLER OF SMART HOUSE SYSTEM

Faiden D. A., Schekaturin A. A.

Scientific adviser: Schekaturin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The principles of constructing the full system are considered; the implementation of the controller to control the bathroom is described. The controller registers the temperature and humidity in the room. The issues of water supply and sewage safety (protection against leaks), protection against unauthorized intrusion into the room are 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 4

**АНТЕННЫ И УСТРОЙСТВА МИКРОВОЛНОВОЙ
ТЕХНИКИ**

ФАЗОВОЕ СКАНИРОВАНИЕ В ВЫПУКЛОЙ РЕШЕТКЕ С ДВОЙНОЙ КРИВИЗНОЙ

Юрцев О. А., Завадский С. 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 — Приведены результаты численного моделирования фазового сканирования в выпуклой антенной решетке с двойной кривизной поверхности размещения излучателей. В качестве излучателей решетки использованы директорные антенны. Численное моделирование выполнено с использованием метода интегральных уравнений, что позволило учесть взаимодействие излучателей в составе решетки.

1. Введение

Выпуклая антенная решетка с двойной кривизной является моделью конформной антенной решетки, в которой поверхность размещения излучателей повторяет форму поверхности объекта, на котором решетка установлена. В такой решетке конформное сканирование невозможно, поэтому используется фазовое сканирование. Вопросы фазового сканирования в подобной решетке, насколько известно, не рассмотрены.

2. Основная часть

На рис. 1 показана выпуклая антенная решетка с двойной кривизной, имеющая, для примера, следующие геометрические параметры: число излучателей в строке (в плоскости XZ) $N_x=5$; число излучателей в столбце (в плоскости YZ) $N_y=3$; расстояние между соседними излучателями в строке и в столбце соответственно равны $D_x=\lambda=600$ мм, $D_y=\lambda=1000$ мм; радиусы кривизны поверхности размещения излучателей в плоскости XZ $R_x=2\lambda=2000$ мм, в плоскости YZ $R_y=3\lambda=3000$ мм.

При численном моделировании [1] шаг расположения излучателей в плоскости сканирования выбирается из известного условия единственности главного лепестка диаграммы направленности (ДН) нулевого порядка в линейной антенне [2]:

$$Dx \leq \lambda \frac{Nx}{Nx(1 + \sin \theta_{sc})}, \quad (1)$$

где θ_{sc} — максимальный угол сканирования.

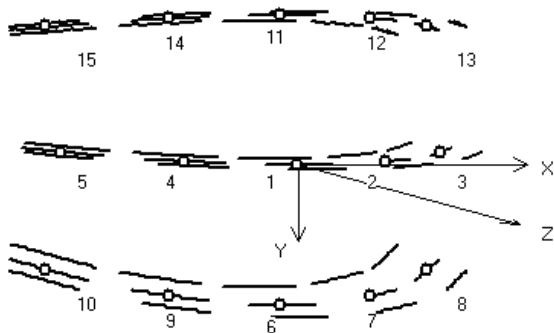


Рис. 1

На рис. 2 приведены рассчитанная ДН для выпуклой решетки при угле сканирования 20° (выше) и

график зависимости коэффициента стоячей волны (КСВ) от номера излучателя (ниже).

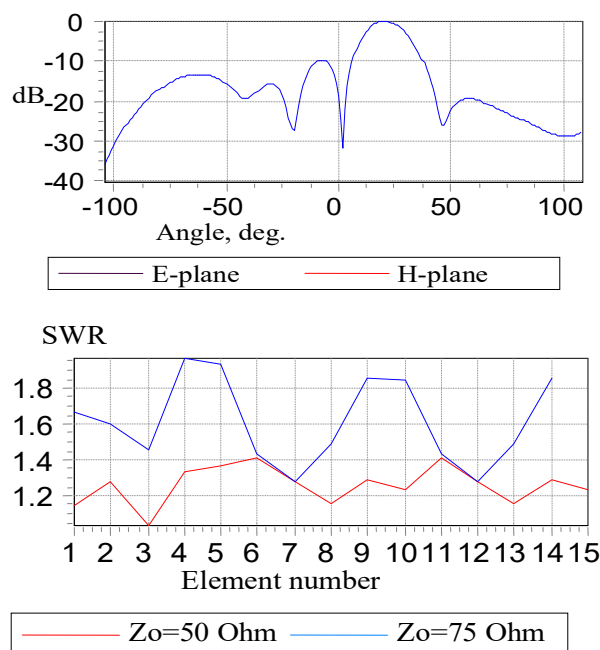


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, проведено численное исследование характеристик антенных решеток с двойной кривизной поверхности проволочных элементов с учетом их взаимодействия. Получены диаграммы направленности для отклоненного луча и выявлены соответствующие изменения КСВ излучателей.

4. Список литературы

- [1] Computer Techniques for Electromagnetics / R. Mittra. — New York : Pergamon Press, 1973. — 403 p.
- [2] Шифрин, Я. С. Антенны / Я. С. Шифрин. — Харьков : ВИРТА, 1976. — 408 с.

PHASE SCAN IN A CONVEX ARRAY WITH DOUBLE CURVATURE

Yurtsev O. A., Zavadski S. A.

Scientific adviser: Yurtsev O. A.

Belarusian State University Of Informatics And Radioelectronics, Belarus

Abstract — The numerical investigation results of a convex antenna array with doubly curved radiators placement surface are presented. Yagi-Uda antennas are used as radiators. The integral equations method is incorporated to take into account mutual coupling in the array.

THE OPTIMIZATION OF SCATTERING CHARACTERISTICS OF DIFFRACTIVE STRUCTURES

Preobrazhenskiy A. P., Sychev K. V.

Scientific adviser: associate prof. Preobrazhenskiy A. P.

Voronezh Institute of High Technologies, Russia

E-mail: komkovvvt@yandex.ru

Abstract — The paper proposes a methodological approach associated with the optimization of modular diffraction structures.

1. Introduction

Currently, a diffractive structure based on the modular principle [1].

At the same time, each module has different implementations, and their organizational whole is also characterized by diversity.

A special class consists of moving objects, for which the indicators of their functioning depend on the choice of the motion control algorithm, that is, a certain structure, and are characterized as extreme.

When calculating the characteristics of the complex object for each of its components is required to select the appropriate method of calculation.

The possibilities of optimization of diffraction modular structures are discussed.

2. The technique of working with modular objects

Modular objects are a certain class of objects that require not only the development of appropriate procedures for the analysis and synthesis of necessary solutions, but also work on their research and selection of a set of indicators [2].

Creation of the mechanism on the principle of modules is based on the use of designed and tested in practice individual parts of a complex object.

Therefore, the main scope of activities that require automation consists in the structural integration of modules into a single mechanism capable of moving in the space of generalized coordinates (y, z).

At the same time, along with the most effective version of the structure of the mechanism, the structure of the motion control algorithm should be chosen.

The variety of solutions associated with the development of the structure and the ability to choose the best option leads to the need to use procedures that use optimization methods.

One of the effective approaches in this case is multi-alternative optimization.

The principles and methods of multi-alternative optimization are well combined with the process of training on full-scale samples of modular objects and research methods of optimization modeling and algorithms of optimal structural synthesis.

Given the variety of variants of the structure of modular objects when combining modules into an object capable of moving in the space of generalized coordinates (y, z), the problem of mathematical modeling using methods of multi-alternative optimization is considered.

The optimization of the structure of modular objects is proposed to be considered as a simultaneous solution of two problems of choice: the order of block-modular assembly; setting options a priori periodic law of change of generalized coordinates (y, z), which determines the motion control algorithm.

When block-modular Assembly of diffraction structures is considered that the interface of each new module with the previously assembled should be carried out along the selected direction and be provided by connecting its docking area with one of the free on any other structural elements that occupy the nearest extreme position in a particular row.

In this case, the first module in the geometric modeling is set to the origin y, z .

Description of the assembly order is reduced to specifying the direction and place of attachment of the next element.

The procedure of formation of a multi-alternative optimization model for the synthesis of a modular object, which is a complex diffraction structure, is considered.

It introduced alternative variables that determine the number of modules N , combined into a modular object.

On their basis, it is possible to determine the direction of docking for each n -th module ($n = \overline{1, N}$).

On the basis of other alternative variables, it is possible to determine the number of the site that will be selected in order to carry out the docking of the n -th module.

3. Conclusion

In the paper, the procedure of structural synthesis of modular object, which is a complex diffraction structure, is discussed as an alternative optimization model. It combines two selection tasks on a single set of alternative variables: the order of the block-modular Assembly and the algorithm for controlling the movement of the object.

4. References

- [1] Разработка подсистемы САПР дифракционных структур / И. Я. Львович, А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров, В. С. Панченко // «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта» (CAD/CAM/PDM - 2018) : труды XVIII Междунар. молодёжной конф. ; под общ. ред. Толока А. В. — 2018. — С. 152 — 153.
- [2] Преображенский, А. П. Алгоритм оптимизации рассеивающих характеристик объектов сложной формы / А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // International Journal of Advanced Studies. — 2018. — Т.8, №1-2. — С. 150 — 156.

ОПТИМИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК РАССЕЙЯНИЯ ДИФРАКЦИОННЫХ СТРУКТУР

Преображенский А. П., Сычев К. В.

Научный руководитель:

Д-р. техн. наук, проф. Преображенский А. П.
Воронежский институт высоких технологий,
Россия

Аннотация — В работе предлагается методический подход, связанный с оптимизацией модульных дифракционных структур.

THE BUILDING PREDICTIVE AND ESTIMATION MODULES OF DIFFRACTIVE STRUCTURES

Preobrazhenskiy A. P., Marenkov N. M.
Scientific adviser: associate prof. Preobrazhenskiy A. P.
Voronezh Institute of High Technologies, Russia
E-mail: komkovvvt@yandex.ru

Abstract — The paper proposes a methodological approach on the basis of which there are opportunities to predict the characteristics of complex metal-dielectric structures.

1. Introduction

Metal-dielectric diffraction structures are used in various practical applications. Practical applications of diffraction structures are associated with radar, the development of modern communication systems, the construction of various technical objects.

In order to carry out the analysis of its characteristics, it is necessary to consider strict electrodynamic methods, which give the possibility to take into account the subtle diffraction effects when calculating the complex structure of such structures, in contrast to other methods [1].

The paper considers the possibility of predicting [2] characteristics of complex metal-dielectric structures.

2. The technique of working with modular objects

A system of several computational modules, to determine the scattering characteristics of structures, was considered in paper.

The first module is related to the estimation of characteristics based on the method of integral equations.

The second module is designed to predict scattering characteristics.

To predict the scattering characteristics, a multilayer neural network (multilayer perceptron) was used, which is trained on the basis of the error back propagation method.

This method is an iterative gradient learning algorithm, which makes it possible to minimize the standard deviations of the current values of the network outputs from the required ones.

In order to determine the optimal values of the neural network parameters, we carried out an experiment in which, based on the method of iterations and comparisons of the obtained data and existing information, the most optimal values were selected.

We considered the input parameters of the neural network as a sliding window with 15 variations in a set of data.

Based on the corresponding experiments, we found that the optimal number of neurons for the 4 input layers of the neural network will be two sets that we received - the first and the last.

Then, when forming a neural network, we carried out the process of splitting the primary data set: training and test set.

The primary set of data is broken down on the basis of a random approach.

The training set is 75 % of the original size. The test set has a size of 25 % of the original. Sets are sorted in ascending order.

In order to set the structure of the neural network based on the iteration method, we have chosen the following parameters:

1. The activation function is the sigmoid;

2. The value of the steepness of the sigmoid is 0.8;
3. The number of neurons for the input layer is 3;
4. The number of neurons for the output layer is 1;
5. The number of hidden layers is 3;
6. The number of neurons for the first hidden layer is 3;
7. The number of neurons for the second hidden layer is 2;

The learning process of the neural network was carried out in real time.

The correction of weights was made after each example of the training set was presented.

Speed training, which were asked of gradient-ing component to the total cor-compensation indicator weights were taken equal to 0.1.

We considered the following parameters to stop neural network learning : the error condition is less than 0.01 and the number of training epochs is 10 000.

As a result, it was found that the initial frequency of 11 GHz for the frequency band 100 kHz is 2.8%.

3. Conclusion

On the basis of the combination of the method of integral equations, collocation method, neural network method it is possible to predict the characteristics of metal-dielectric diffraction structures with acceptable accuracy.

4. References

- [1] Львович, Я. Е. Решение задач оценки характеристик рассеяния электромагнитных волн на дифракционных структурах при их проектировании / Я. Е. Львович, И. Я. Львович, А. П. Преображенский // Вест. Воронежского института высоких технологий. — 2010. — № 6. — С. 255 — 256.
- [2] Преображенский, А. П. Методика прогнозирования радиолокационных характеристик объектов в диапазоне длин волн с использованием результатов измерения характеристик рассеяния на дискретных частотах / А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // Системы управления и информационные технологии. — 2004. — № 2 (14). — С. 98 — 101.

ПОСТРОЕНИЕ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ И ОЦЕНОЧНЫХ МОДУЛЕЙ ДИФРАКЦИОННЫХ СТРУКТУР

Преображенский А. П., Маренков Н. М.

Научный руководитель:

Д-р. техн. наук, проф. Преображенский А. П.
Воронежский институт высоких технологий,
Россия

Аннотация — В работе предлагается методический подход, на основе которого существуют возможности для прогнозирования характеристик сложных металлодиэлектрических структур.

ДВУХЧАСТОТНАЯ АНТЕННА С КРУГОВОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ ПОЛЯ ИЗЛУЧЕНИЯ

Тыщук Ю. Н., Говенько А. Г., Кожемякин А. С.

Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: govenkon@mail.ru

Аннотация — Представлены результаты моделирования двухчастотной антенны с круговой поляризацией поля излучения, с четырьмя Y-образными вырезами, работающей в диапазонах частот 1516 — 1559 МГц и 3003 — 3093 МГц.

1. Введение

Печатные антенны (ПА) находят широкое применение в различных радиоэлектронных устройствах и системах благодаря их миниатюрности и высокой технологичности. Особое место среди них занимают антенны круговой поляризации. Интерес к ним обусловлен перспективами их использования в системах спутниковой навигации *GPS*, *ГЛОНАСС*, *Galileo* и т.д.

2. Основная часть

Данная печатная антенна имеет четыре Y-образных разреза, которые вставляются в граничных центрах. Это расположение является очень эффективным для точной настройки КПД излучения антенны. Структурная схема печатной антенны с Y-образными вырезами на рис. 1 [1].

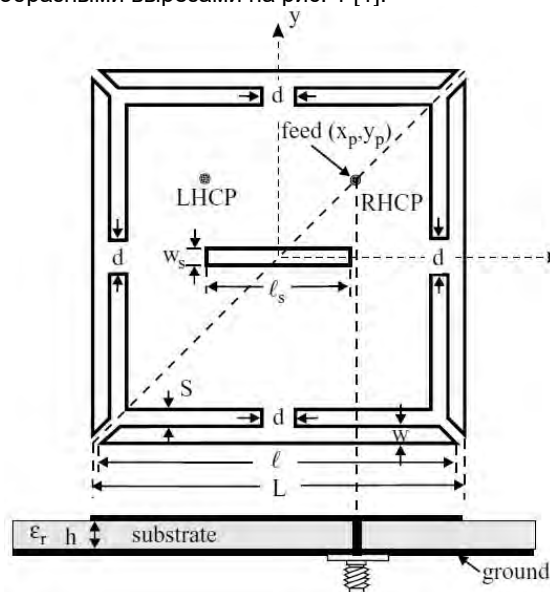


Рис. 1

Обозначения на данной схеме имеют следующие значения:

$\epsilon_r = 4,4$; $h = 1,6$ мм; *ground-plane size* = 75×74 мм²; $(x_p, y_p) = (7$ мм, 7 мм); $L = 36$ мм; $l = 28,8$ мм; $d = 1,8$ мм; $d_T = 3,5$ мм; $w_s = 0,9$ мм; $l_s = 13$ мм; $S = 0,9$ мм; $w = 1,8$ мм.

Данная печатная антенна позволяет выбрать поле круговой поляризации поля излучения в зависимости от выбора точки возбуждения, *LHCP*-левое поле излучения, *RHCP*- правое поле излучения. Точки возбуждения расположены в координатах (x_p, y_p) , вдоль диагоналей.

Проектирование данной печатной антенны было произведено в САПР *FEKO*. Модель антенны в программе показана на рис. 2.

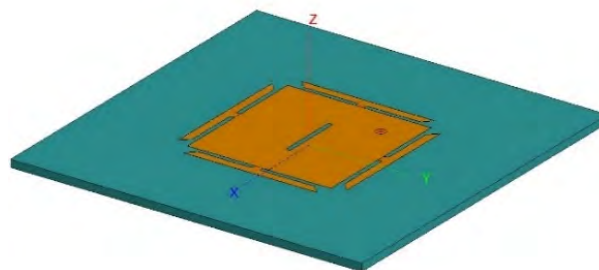


Рис. 2

Диаграммы направленности печатной антенны в диапазонах частот 1516 — 1559 МГц, 3003 — 3093 МГц показаны на рис. 3, 4 соответственно.

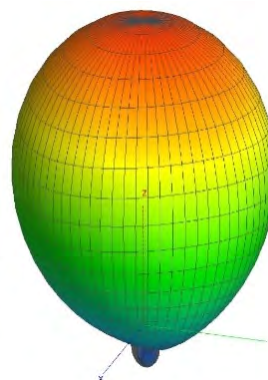


Рис. 3

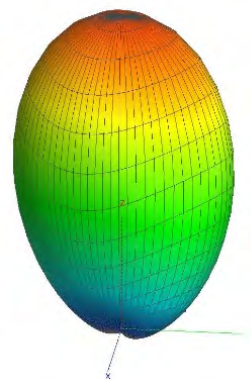


Рис. 4

3. Заключение

Представлены результаты моделирования двухчастотной антенны с круговой поляризацией поля излучения работающая в диапазоне частот 1516 — 1559 МГц, 3003 — 3093 МГц. Моделирование проводилось в САПР *FEKO*. В дальнейшем будет проводиться моделирование такой же антенны, но с T-образными вырезами, проведение сравнительного анализа двух антенн.

4. Список литературы

- [1] Kin-Lu, Wong Compact and Broadband Microstrip Antennas / Wong Kin-Lu // Copyright by John Wiley & Sons, Inc., New York, Mar. 2004. — P. 312 — 318.

THE DOUBLE-FREQUENCY ANTENNA WITH CIRCULAR POLARIZATION OF RADIATION FIELD

Tyschuk Y. N., Govenko A. G., Kozhemyakin A. S.
Scientific adviser: Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of modeling of the double-frequency antenna with circular polarization of a radiation field, with four Y-shaped notches, working in the frequency ranges of 1516 — 1559 MHz and 3003 — 3093 MHz are presented.

КОЛЬЦЕВАЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ АНТЕННА С КРУГОВОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ ИЗЛУЧЕНИЯ

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 — Предложена антенна в виде двух коаксиально расположенных цилиндров. Излучающая щель возбуждается кабелем, проложенным в стенке внешнего цилиндра. Круговая поляризация обеспечивается штырём-поляризатором. Реализуемость антенны доказана результатами численного моделирования.

1. Введение

Слабонаправленные антенны с круговой поляризацией широко применяются в различных радиосистемах как самостоятельные устройства, как элементы антенных решёток и как облучатели зеркальных антенн. Наиболее технологичные микрополосковые антенны принципиально узкополосны, поэтому продолжается развитие пространственных конструкций антенн.

2. Основная часть

В докладе [1] обсуждалась реализация пазовой антенны в виде двух коаксиально расположенных цилиндров с кольцевой излучающей щелью. Конструктивными недостатками такой антенны можно считать наличие плоского фланца больших размеров и сложная схема возбуждения.

По принципу действия пазовая антенна близка к кольцевой микрополосковой антенне с внутренней излучающей щелью (КМПА-В) [2], поэтому для упрощения конструкции пазовой антенны были использованы некоторые особенности КМПА-В. Данная антенна выполнена на диэлектрическом основании круглой формы, обе стороны которого покрыты медной фольгой, но сверху в фольге выполнена кольцевая щель с длиной окружности, близкой к длине волны. Внешние края металлических частей соединены коротко, так что полость у края структуры образует цилиндрический резонатор, который возбуждается центральным проводником коаксиального кабеля (рис. 1).

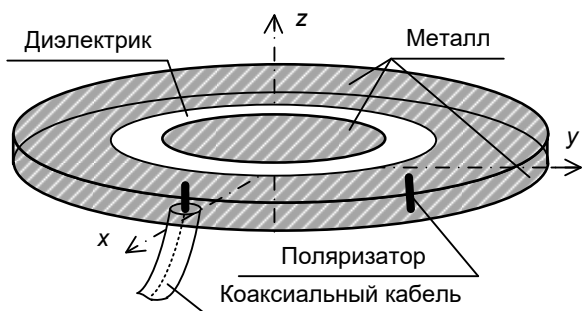


Рис. 1

В силу симметрии возбуждения волны в резонаторе, распространяющиеся в противоположные стороны, в результате суперпозиции образуют стоячую волну, которая вызывает излучение из щели волны с линейной поляризацией. Для получения круговой поляризации следует симметрию нарушить [3], что достигается введением в резонатор короткозамыкающего штыря-поляризатора (см. рис. 1).

Для получения однонаправленного излучения требуется подавить заднее излучение с помощью экрана, роль которого в КМПА-В играет внешнее металлическое кольцо, а в пазовой антенне — плоский фланец. Размеры экрана определяются требованиями к подавлению заднего излучения/

Преобразуем конфигурацию КМПА-В (см. рис. 1): удалим диэлектрик и заполним металлом весь объём под фольгой, выполним высоту обоих полученных цилиндров несколько большей четверти длины волны. Толщину стенки внешнего цилиндра выберем такой, чтобы внутри неё мог поместиться питающий кабель. Центральный проводник кабеля на высоте около четверти длины волны соединим горизонтально с внутренним цилиндром. Аналогично разместим поляризатор, но со сдвигом по углу.

Численное моделирование, в ходе которого подбирались геометрические параметры описанной антенны, проводилось с помощью САПР CST MWS. Для рабочей частоты 3600 МГц была получена относительная полоса рабочих частот не менее 3 %, диаграмма направленности имела ширину по половинной мощности около 80° при коэффициенте усиления около 7 дБ, уровень бокового излучения не превысил -11 дБ. Коэффициент эллиптичности в направлении главного излучения составил 0,7.

3. Заключение

Возможность реализации антенны с круговой поляризацией в виде двух коаксиально расположенных цилиндров с возбуждением кабелем, проложенным в стенке внешнего цилиндра, обоснована результатами численного моделирования в среде CST MWS.

4. Список литературы

- [1] Мишустин, Б. А. Кольцевая пазовая антенна круговой поляризации / Б. А. Мишустин, В. Г. Слѣзкин // СВЧ техн. и телекомм. Технологии : матер. 19-й междунар. науч.-техн. конф. КрыМиКо-2009, Севастополь, 14—18 сент. 2009 г. — Севастополь, 2003. — С. 423 — 424.
- [2] 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>.
- [3] Панченко, Б. А. Микрополосковые антенны / Б. А. Панченко, Е. И. Нефѣдов. — М. : Радио и связь, 1986. — 144 с.

THE RING CYLINDRICAL ANTENNA WITH CIRCULAR POLARIZATION OF RADIATION

Nevedrov M. G., Slyozkin V. G.

Scientific adviser: Slyozkin V. G.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — We have proposed an antenna that consists of two coaxially arranged cylinders. The radiating gap is fed by a cable which runs into the wall of the outer cylinder. Circular polarization is provided by a polarizing stub. The antenna feasibility was proved by the results of numerical simulation.

ПЕЛЕНГОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ СИГНАЛА С ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ ИЗЛУЧЕНИЯ

Громоздин В. В., Хутро Л. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук Громоздин В. В.

Научно-исследовательский институт радио, Россия

E-mail: lashkova-larisa@mail.ru

Аннотация — Рассмотрено поле излучения 15-элементной кольцевой антенной решетки, предназначенной для передачи и приема сигналов с горизонтальной поляризацией поля излучения. Представлены результаты расчета диаграммы направленности антенной решетки и результаты сравнения параметров антенной решетки при горизонтальном и вертикальном расположении излучателей.

1. Введение

Для пеленгования несанкционированных источников излучения в основном используются антенные решетки (АР) кольцевого типа [1, 2], антенные элементы которых имеют Н-поляризацию поля излучения. Имеются редкие случаи, когда несанкционированное излучение имеет горизонтальную поляризацию. В этом случае производится пеленгование Н-поляризационной составляющей поля излучения, появившейся в результате деполяризации при распространении и переотражениях, что существенно снижает эффективность пеленгования.

2. Основная часть

Исследуемая АР представляет собой АР, состоящую из 15-ти элементов в виде вибраторов, расположенных в плоскости АР, как показано на рис. 1.

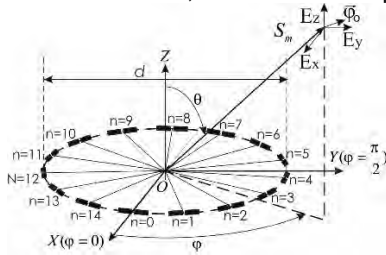


Рис. 1

Диаграмма направленности (ДН) АР определяется соотношением:

$$f_{AP}(\theta, \varphi) = \left| \sum_{n=0}^{N-1} \tilde{f}_n(\theta, \varphi - \Phi_n) \cdot \exp \left[j \frac{kd}{2} (\sin \theta \cos(\varphi - \Phi_n) - \sin \theta_0 \cos(\varphi_0 - \Phi_n)) \right] \right|,$$

где $\tilde{f}_n(\theta, \varphi - \Phi_n)$ — комплексная ДН единичного элемента, расположенного под углом Φ_n относительно направления $\varphi=0$; d — диаметр АР; N — количество элементов АР; $k=2\pi/\lambda$.

Комплексные ДН антенных элементов длиной L можно представить в виде:

$$\tilde{f}_n(\theta, \varphi - \Phi_n) = \frac{(\cos(kL \cdot \sin(\varphi - \Phi_n) \cdot \sin(\theta)) - \cos(kL))}{(1 - \cos(kL)) \cdot \sqrt{1 - (\sin(\varphi - \Phi_n))^2 \cdot (\sin(\theta))^2}} \cdot e^{j\Omega_n},$$

где выражение под модулем описывает амплитудную ДН горизонтально расположенного вибратора в полярных координатах, а фазовый множитель Ω_n учитывает переворот фазы на $0/\pi$ от точки наблюдения до n -го элемента:

$$\Omega_n = 0,5\pi(1 + \text{sign}(\cos(\varphi - \Phi_n)))$$

В работе приведены результаты расчета ДН АР в диапазоне относительных длин волн $\lambda/L=(1...0,1)/4$

(0,3 — 3 ГГц), а также результаты расчета АР с вертикальным расположением вибраторов, для которых:

$$\tilde{f}_n(\theta, \varphi - \Phi_n) = \sin \theta.$$

На рис. 2 представлены ДН АР с $d=0,75\text{м}$ для вертикального и горизонтального расположения вибраторов на границах рабочего диапазона частот (0,3 ГГц и 3 ГГц).

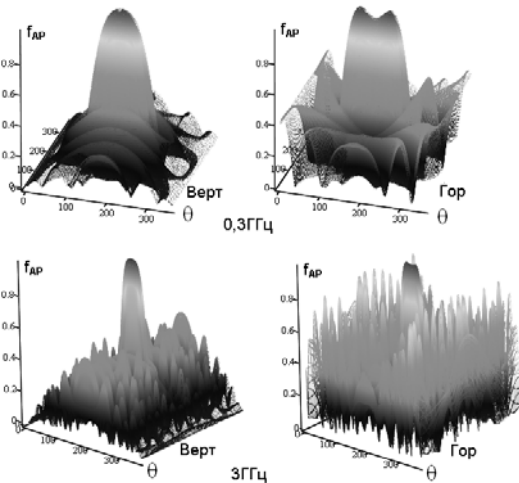


Рис. 2

3. Заключение

При горизонтальном расположении элементов АР за счет снижения вклада элементов решетки, излучение которых происходит ортогонально направлению основного излучения, существенно повышается уровень бокового излучения, падает КНД и снижается устойчивость пеленгования к когерентной помехе.

4. Список литературы

- [1] Основы теории антенн и распространение радиоволн: учебное пособие / В. П. Кубанов, В. А. Ружников, М. Ю. Сподобаев, Ю. М. Сподобаев; под. ред. Кубанова В. П. — Самара: ООО «Офорт», 2016. — 258 с.
- [2] Громоздин, В. В. Механизм возникновения погрешности пеленгования при наличии когерентных помех / В. В. Громоздин // 20-й Междунар. конф. КрыМиКо-2010, «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии», 13—17 сент. 2010. — Севастополь. — 2010. — С. 33 — 35.

DIRECTION FINDING OF THE SIGNAL SOURCES WITH HORIZONTAL POLARIZATION OF THE FIELD

Gromozdin V. V., Hutro L. A.

Scientific adviser: Gromozdin V. V.

Radio Research and Development Institute, Russia

Abstract — The radiation field of a 15-element annular antenna array designed to emit and receive a signal with horizontal polarization of the field is analyzed. The calculation of the radiation pattern and a comparison of its parameters with similar for vertical arrangements of vibrators are given.

ФАЗИРОВАННАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА ДЛЯ СЕТЕЙ 5G

Головин В. В., Ткаченко М. О.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: Mishko_tkach@mail.ru

Аннотация — Представлена модель ФАР 8 X 8 с ДОУ на основе линзы Ротмана. Исследованы основные характеристики модуля.

1. Введение

Сегодня происходит внедрение следующего поколения мобильной сети — 5G. Отличительная черта сетей пятого поколения — это пропускная способность мобильных сетей более 10 Гбит/сек. Для этого начинают активно использоваться более высокие СВЧ диапазоны. Одним из выделенных диапазонов для 5G является полоса частот 26 — 30 ГГц.

Основное направление в этой сфере связано с проектированием ФАР для реализации оптимального использования ресурсов беспроводного канала связи в пределах зоны покрытия. В основном рассматриваются ФАР на основе печатных излучателей, которые позволяют производить двумерное сканирование и отличаются технологичностью изготовления и компактностью конструкции.

2. Основная часть

В сетях 5G в качестве много лучевой антенной решетки используется собственно антенная решетка, состоящая из полотна патч-элементов и ДОС обеспечивающей нужную фазу радиочастотных сигналов, подводимых ко всем элементам антенны для формирования лучей во всех направлениях.

В процессе исследования готовых решений была сформирована обобщенная структурная схема проектируемой антенной системы (рис. 1).

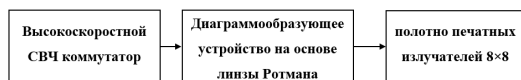


Рис. 1

На рис. 2 показана трехмерная диаграмма направленности полотна патч-излучателей на частоте: а) 26 ГГц, б) 28 ГГц, в) 30 ГГц. Видно, что на центральной частоте направление максимума ДН устремлено к нулю и смещается в заданном диапазоне частот на 31 градус в обе стороны в Е-плоскости. На рис. 2 представлена трехмерная диаграмма направленности патч-полоски. На рис. 2 представлены трехмерная диаграмма направленности патч-полоски.

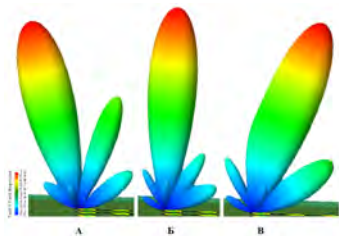


Рис. 2

ДОУ на основе планарной линзы Ротмана имеющей 8 входных портов и 8 выходных. Между входными и выходными портами используют две группы согласующих короткозамкнутых шунтов, служащих для уменьшения излучения входных портов и гашения отраженного излучения выходных портов тем самым минимизируя отражения внутри линзы. Эта

линза работает по принципу матрицы Батлера, то есть как параллельная ДОС [1].

На рис. 3 представлен чертёж печатной платы модуля ФАР, габариты которой составили 90х60 мм. На рисунке 4 видно, что сектор сканирования в Н-плоскости достигает 31 градуса в обе стороны.

3. Заключение

Разработана в САПР и исследована модель антенного модуля, состоящего из печатных излучателей и ДОУ на основе линзы Ротмана. Проведено моделирование и найден сектор сканирования ДН ФАР равный $\pm 30^\circ$ в двух главных плоскостях. На рис. 3 представлен чертёж печатной платы модуля ФАР, на рис. 4 представлены характеристики диаграммы направленности модуля ФАР на частоте 28 ГГц при секторе раскрытия $\pm 30^\circ$.

Исследования выполнены в рамках внутреннего гранта ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» (идентификатор проекта 525/06-31).

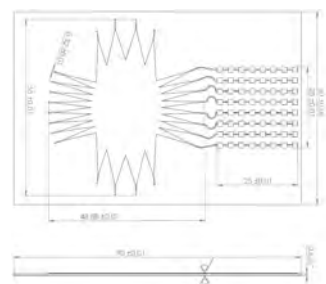


Рис. 3

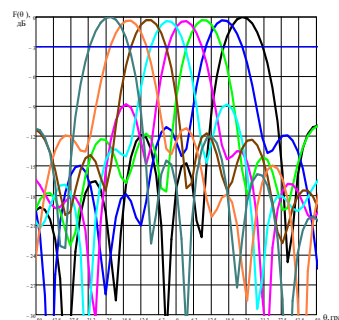


Рис. 4

4. Список литературы

- [1] Исследование диаграммообразующих устройств многолучевых антенных решёток [Электронный ресурс]. — Режим доступа: cyberleninka.ru/article/v/issledovanie-diagrammoobrazuyuschih-ustroystv-mnogoluchevykh-antennyh-reshyotok-na-osnove-ploskoy-linzy-rotmana.

PHASED ARRAY ANTENNA FOR 5G NETWORKS

Tkachenko M. O., Golovin V. V.

Scientific adviser: Golovin V. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The model of phase array antenna 8by8 with the feeder, based on the Rothman lens, are presented. The main characteristics of a module are studied.

ПРИНЦИП СОЗДАНИЯ МНОГОДИАПАЗОННЫХ АНТЕНН КРУГОВОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ

Безгин А.А.¹, Савочкин А.А.²

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

¹Морской гидрофизический институт РАН, Россия

²Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: bezghinaa@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен принцип создания многодиапазонных антенн круговой поляризации на основе печатных излучателей расположенных друг над другом.

1. Введение

В современных устройствах может применяться несколько радиосистем приема и передачи информации. Каждая система работает в своем одном или нескольких частотных диапазонах и для каждой из них нужна собственная антенна, что увеличивает весогабаритные параметры устройства. Еще более сложно разместить несколько антенн с круговой поляризацией, чтобы не нарушались поляризационные характеристики из-за взаимного влияния. Таким образом, где это возможно, целесообразно разработать одну антенну для устройства, работающую сразу во всех необходимых диапазонах частот. Как показывают разработки антенн, описанные в [1,2], одним из самых простых типов антенн круговой поляризации являются печатные антенны с внесением неоднородности в излучатель или экран под ним. Благодаря применению материала с относительной диэлектрической проницаемостью ϵ от 3 до 10 удается создавать относительно простые малогабаритные антенны. Для работы в нескольких частотных диапазонах необходимо расположить излучатели круговой поляризации друг над другом. Для примера рассмотрим четырехдиапазонную антенну круговой поляризации для спутниковой системы связи Argos-3 и GPS_{L1L2} предназначенную для установки в морских автономных измерительных платформах.

2. Основная часть

На рис. 1 представлена схема многоуровневой печатной антенны. Антенна состоит из четырех излучателей: излучатели с размерами $a1$ и $a2$ работают на частотах Argos-3, $a3$ и $a4$ — на частотах GPS в диапазонах L1 и L2.

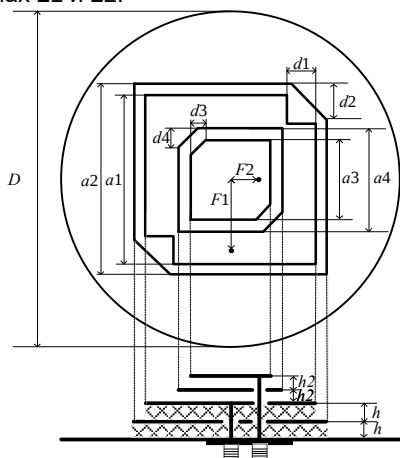


Рис. 1

Для формирования круговой поляризации на излучателях обрезаны углы с размерами $d1$ — $d4$. Для уменьшения размеров излучатели $a1$ и $a2$ выполнены из фольгированного стеклотекстолита FR-4. Ан-

тенна имеет два независимых входа: один вход предназначен для системы спутниковой связи, второй для приемника GPS.

Модель антенны создана в CAD FEKO, где были уточнены геометрические размеры антенны и рассчитаны основные характеристики (табл. 1).

Таблица 1

Частота с уровнем КСВ меньше 2, МГц	Кэф. усиления, dB	Кэф. эллиптичности, dB	Ширина ДН
399 — 411	2,8	-2,7	100°
458 — 475	4	-2	108°
1262 — 1287	8,2	-1,8	50°
1555 — 1588	9	-1,5	54°

На рис. 2 показаны диаграммы направленности антенны при правосторонней и левосторонней поляризациях на частотах GPS (а) и Argos-3 (б). Модель антенны имеет 4 частотных минимума КСВ и формирует слабонаправленное излучение с правосторонней круговой поляризацией.

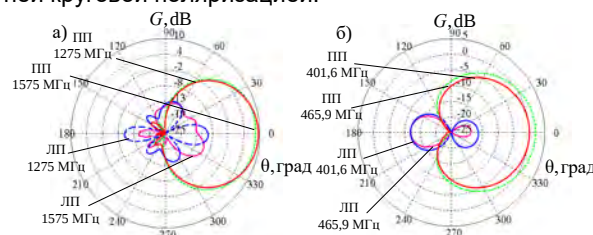


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, показан принцип создания многодиапазонных антенн круговой поляризации на примере многоуровневой печатной антенны для спутниковой системы связи Argos-3 и системы позиционирования объектов GPS_{L1L2}.

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.
- [2] Безгин, А. А. Комбинированная антенна Argos-3/GPS / А. А. Безгин, А. А. Савочкин // Матер. 14-й международной молодежной науч. техн. конф. «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций», 22—26 окт. 2018 г. — Севастополь : СевГУ, 2018. — С. 95.

THE PRINCIPLE OF CREATION OF OF CIRCULAR POLARIZATION MULTI-BAND ANTENNA

Bezgin A.A.¹, Savochkin A.A.²

Scientific adviser: Savochkin A.A.

Marine Hydrophysical Institute RAS¹, Russia

Sevastopol State University², Russia

Abstract — The principle of creating the multi-band circular polarization antenna is considered. The antenna consists of patch radiators, which are located one above the other.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗЛУЧАТЕЛЯ КРУГОВОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ МИКРОПОЛОСКОВОЙ КРУГОВОЙ МЕАНДР-ЛИНИИ

Савочкин А. А., Абдулгалиев О. Р., Копцев П. А.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: osmandinho@mail.ru

Аннотация — В докладе рассматривается малогабаритный микрополосковый излучатель, выполненный на основе круговой меандр — линии, предназначенный для использования в составе системы радиочастотной идентификации (RFID) диапазона частот 866 — 915 МГц. Приведены результаты разработки и расчетные характеристики антенны.

1. Введение

При построении систем радиочастотной идентификации основным требованием является обеспечение надежного считывания меток.

В случаях стабильной ориентации меток в одном направлении (ориентируя антенну относительно метки на максимальную чувствительность) есть смысл применять антенны с линейной поляризацией. Но такое условие встречается редко, чаще метки ориентируются произвольно. Поэтому в общем случае целесообразнее использовать антенны круговой поляризации.

2. Основная часть

Поставленная задача реализуется на основе микрополосковой антенны типа меандр-линии. На рис. 1, а) приведен варианты топологии антенны на основе круговой меандр-линии.

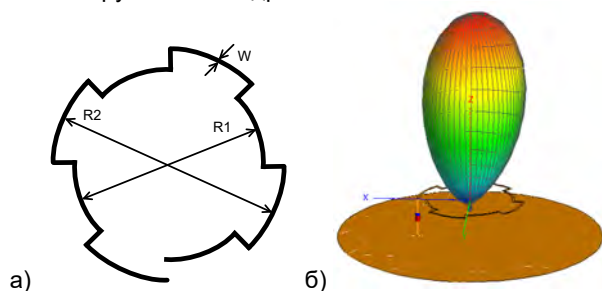


Рис. 1

Для моделирования в среде пакета FEKO построена модель в виде микрополосковой линии кольцевой формы меандровой структуры с воздушным заполнением.

Антенна для RFID системы имеет внутренний радиус R_1 , внешний радиус R_2 и ширину проводника W . Внешний диаметр излучателя примерно равен λ/π , где λ — рабочая длина волны.

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].

На рис. 1, б) изображена трехмерная диаграмма направленности при использовании четырехсегментной меандр-линии. Частотная зависимость коэффициента стоячей волны (КСВ) в питающем фидере показана на рис. 2. Зависимость коэффициента усиления антенны от частоты в рабочем диапазоне частот показана на рис. 3.

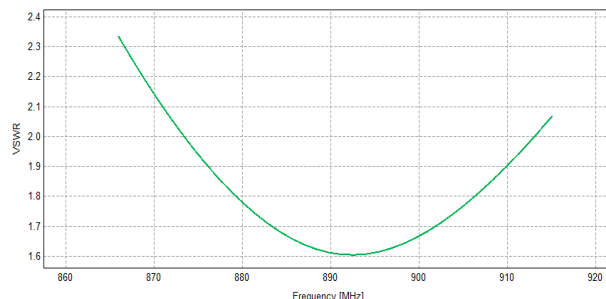


Рис. 2

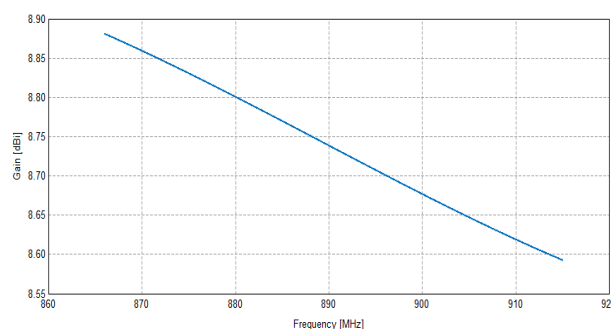


Рис. 3

3. Заключение

Выполненный анализ подтверждает наличие у структуры осевого излучения с круговой поляризацией, ортогонального плоскости подложки. Установлено, что положение минимумов КСВ определяется, внешним диаметром антенны и шириной излучающего проводника. Высота установки излучателя над экраном определяет широкополосность антенны.

4. Список литературы

- [1] Копцев, П. А. Локализация объектов с помощью RFID технологии / П. А. Копцев, О. Р. Абдулгалиев, А. А. Савочкин // Матер. 12-й межд. молодеж. конф. «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2016», Севастополь, 14—18 нояб. 2016. — С. 111.

STUDY OF A CIRCULAR POLARIZATION RADIATOR BASED ON A MICRO-STRIP CIRCULAR MEANDR-LINE

Savochkin A. A., Abdulgaziev O. R., Koptsev P. A.,

Scientific adviser: Savochkin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The report discusses a small-sized microstrip radiator made on the basis of a circular meander-line, intended for use as part of the radio frequency identification (RFID) system in the frequency range 866 — 915 MHz. The design results and characteristics of the antenna are presented.

ДИАГРАММООБРАЗУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

Головин В. В., Ткаченко М. О.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: Mishko_tkach@mail.ru

Аннотация — Рассмотрено параллельное диаграммообразующее устройство (ДОУ) на основе линзы Ротмана. Показано, что предлагаемая схема устройства, формирования нескольких амплитудно-фазовых распределений токов возбуждения излучающих элементов проста в конструкции и дает возможность получить высокую точность формирования диаграммы направленности.

1. Введение

На сегодня разработчики антенно-фидерных устройств и учёные в области систем связи кропотливо подходят к проблемам создания многолучевых антенных решёток с электронным сканированием диаграммы направленности. Такие системы выделяются предельно малыми размерами при этом обладая высочайшими рабочими характеристиками. В общем случае, многолучевая антенная решётка представляет собой совокупность собственно решетчатых излучателей и диаграммообразующего устройства, которые обеспечивают формирование в антенной системе соответствующих амплитудно-фазовых распределений. Диаграммообразующее устройство распределяет и перенаправляет сигнал на входы излучающих элементов антенной решетки в соответствии с заданным амплитудно-фазовым распределением [1].

2. Основная часть

Матрица Батлера является одним из вариантов устройства распределения фазового сканирования. Использование Матрицы Батлера в качестве диаграммообразующего устройства даёт возможность избежать использования дорогостоящих, габаритных, вносящих дополнительное затухание с несколькими состояниями фазовращателей, которые в основном работают в узком диапазоне частот.

Основы теории проектирования диаграммообразующих устройств на основе линзы Ротмана базируются на законах геометрической оптики, с помощью которых можно приближенно определить фазовое распределение на выходе линзы (рис. 1). Однако, строгие методы расчета амплитудно-фазовых распределений поля на выходе диаграммообразующего устройств на сегодняшний день отсутствуют, поэтому основным подходом к проектированию таких линз является экспериментальное исследование.



Рис. 1

Большинство современных линз Ротмана изготавливают в микрополосковом исполнении на диэлектрической подложке, так как линзы такого типа обладают рядом преимуществ: меньшие размеры, простота и дешевизна производства по сравнению с волноводными.

Для расчета геометрических параметров линзы Ротмана в разработана математическая модель, описанная в [2]. Центральный лучевой порт обеспе-

чивает равную длину пути для каждого элемента решетки. Смещенные лучевые порты приводят к дискретному сдвигу фазы вдоль решетки, давая управляемый луч. Форма линзы регулируется уравнениями формы Ротмана-Тернера, основанных на геометрических параметрах физической линзы. Уравнения определяют расположение антенных элементов, основанных на трех фокальных точках. На рис. 2 представлено распределение токов в линзе Ротмана.

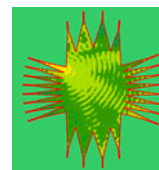


Рис. 2

Луч из точки запитки F_1 может достигнуть фронта волны через общую точку $P(X, Y)$ на внутреннем контуре I_1 , линию передачи $W(N)$, точку $Q(N)$ на внешнем контуре и дальше по прямой линии под углом $-\alpha$ перейти во фронт волны AB наклоненный на угол $-\alpha$. Также F_1 луч от 1 может пойти через точку O_1 и через линию передачи $W(0)$ попасть во фронт волны AB . Аналогично выглядит путь для лучей, исходящих от других точек запитки. Внутренний контур I_1 и линии передачи строятся по конструкционным уравнениям, составленным так чтобы, не зависимо от пути распространения внутри линзы, лучи, достигнув фронты волны AB , были в одной фазе. Это значит, что суммарный сдвиг фаз для каждого пути распространения волны должен быть одинаковым.

3. Заключение

Разработана модель планарного диаграммообразующего устройства ФАР на основе линзы Ротмана в диапазоне частот 26 — 30 ГГц. Проведено моделирование ДОУ в САПР. Получены требуемые амплитудно-фазовые распределения поля на выходах ДОУ.

Исследования выполнены в рамках внутреннего гранта ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» (идентификатор проекта 525/06-31)

4. Список литературы

- [1] Исследование диаграммообразующих устройств многолучевых антенных решёток [Электронный ресурс]. — Режим доступа: cyberleninka.ru/article/v/issledovanie-digrammoobrazuyuschih-ustroystv-mnogoluchevyh-antennyh-reshyotok-na-osnove-ploskoy-linzy-rotmana.
- [2] Rotman lens for mm-wavelengths [Электронный ресурс]. — Режим доступа: www.eleceng.adelaide.edu.au/personal/dabbott/publications/spi_hall2002.pdf.

FEEDER OF PHASED ARRAY ANTENNA

Tkachenko M. O., Golovin V. V.

Scientific adviser: Golovin V. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The parallel phased array antenna feeder, based on Rothman lens, are considered. It is shown, that proposed scheme of feeder for forming several amplitude-phase distributions of excitation currents on emitting elements has a constructive simplicity and makes it possible to achieve a high accuracy of the form of radiation pattern.

УМЕНЬШЕНИЕ МАССОГАБАРИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АНТЕНН

Паслён В. В., Ермаков В. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Паслён В. В.
 Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
 E-mail: vladerm95@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен способ уменьшения массогабаритных характеристик зональной антенны Френеля, с использованием сотовой конструкции и специализированных материалов.

1. Введение

На данный момент антенна — это неотъемлемая часть космической техники.

Развитие космических антенн связано непосредственно с усовершенствованием ракетной и космической техники.

Складная космическая антенна — это такая антенна, которая при прохождении через атмосферу находится в сложенном состоянии и не занимает большого объёма пространства, а при попадании в космос принимает нужную форму для оптимальной работы, направление и масштаб.

Актуальность уменьшения массогабаритных характеристик очень высока, это связано с тем, что расходы на транспортировку и вывод антенны на орбиту значительно уменьшаются, а их характеристики остаются прежними.

2. Основная часть

Для уменьшения массы антенны, вместо металлических поверхностей используются металлизированные и радиопрозрачные материалы, это позволяет существенно снизить вес антенны, что облегчит и значительно снизит цену на ее транспортировку.

Конструкция складной антенны состоит из множества сот и представлена на рис. 1.

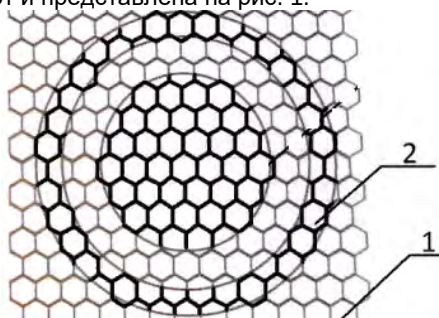


Рис. 1

где: 1 — радиопрозрачный материал 2 — металлизированный материал.

Способ сложения и раскрытия ЗАФ представлен на рис. 2.

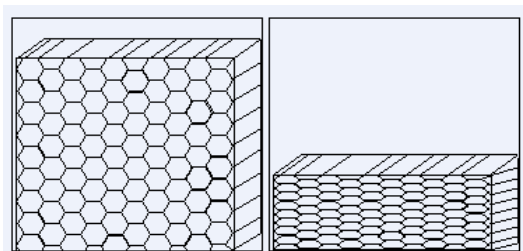


Рис. 2

Принцип раскрытия зональной антенны Френеля, изображенной на рис. 2, заключается в том, что при выходе спутника на орбиту, по команде от таймера счетчика, срабатывает пружина, которая крепится на противоположные части антенны, при срабатывании пружины, она «распрямляется», вследствие чего и происходит раскрытие антенны.

3. Заключение

Таким образом был проведен поиск оптимальной антенной конструкции, отвечающей современным критериям и способа ее раскрытия. Причем данный антенный отражатель удовлетворяет поставленным задачам. С помощью описанного выше способа была решена задача усовершенствования конструкции антенного отражателя Френеля при сохранении его исходных параметров. Таким образом, использование данного антенного отражателя на основе сотовой конструкции позволяет снизить металлоемкость и массогабариты, а следовательно и экономические затраты при транспортировке. Таким образом, разработаны ККАР с круговой поляризацией поля излучения по заданному УБЛ.

4. Список литературы

- [1] Лопатин, А. В. Обзор конструкций современных космических антенн. Ч.1 / А. В. Лопатин // Вестник СибГАУ, 2007. — № 2. — С. 51 — 57.
- [2] Паслён, В. В. Уменьшение массогабаритных параметров космических летательных аппаратов. Складной антенный отражатель Френеля [Электронный ресурс] / В. В. Паслён, С. В. Кайда. — Режим доступа: <http://gisap.eu/ru/node/17887>.

REDUCING WEIGHT AND SIZE OF CHARACTERISTICS OF ANTENNAS

Paslyon V.V., Ermakov V.A.

Scientific adviser: Paslyon V.V.

Donetsk National Technical University, Donetsk

Abstract — The method of reducing the weight and dimensional characteristics of the Fresnel zonal antenna, using a cellular structure and specialized materials, is considered.

МОДЕЛИРОВАНИЕ АНТЕНН НА ОСНОВЕ НАНОПЛЕНКИ КАРБИДА ТИТАНА В ПРОГРАММЕ CST MWS

Паслён В. В., Колесник А. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Паслен В. В.
Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
E-mail: aleks13.k@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены особенности моделирования антенн на основе нанопленок карбида титана. Приведены результаты моделирования рупорной и зеркальной антенн.

1. Введение

На данный момент возможности по уменьшению массогабаритных характеристик антенн сильно ограничены физическими свойствами применяемых металлов. Эффективность тонких металлических антенн обусловлена глубиной скин-слоя, которая представляет собой толщину материала, где электрический ток высокой частоты протекает с наибольшей эффективностью. Таким образом, для уменьшения массогабаритных характеристик антенн необходимо применение альтернативных материалов с малой глубиной скин-слоя, например наноматериалов. Одними из исследуемых на данный момент материалов являются нанопленки карбида титана (Ti3C2).

В докладе анализируются модели рупорной и зеркальной антенн на основе нанопленок Ti3C2, нанесенных на полиэтилентерефталат.

2. Основная часть

Ученые Дрексельского университета в 2018 году впервые создали гибкие дипольные антенны с применением нанопленок карбида титана, распыленных на листах полиэтилентерефталата (ПЭТ) толщиной от 62 нм до 1,4 мкм. Антенны работали на частоте Wi-Fi (2,4 ГГц). Сопротивление листа напыленной пленки толщиной 1,4 мкм составляло 0,77 Ом/кв, коэффициент усиления при этом был равен 1,7 дБ, а коэффициент обратных потерь — минус 36 дБ [1], что превосходит графен толщиной 12 мкм и печатные серебряные чернила. Проведенное учеными компьютерное имитационное моделирование показало совпадение моделируемых параметров антенны с полученными экспериментально.

На кафедре радиотехники и защиты информации созданы модели рупорной и зеркальной антенн на основе нанопленки Ti3C2 в программе CST MWS. Нанопленки карбида титана моделируются как материал с поверхностным импедансом, равным сопротивлению листа [1] и соответствующей толщиной. Модель рупорной антенны полностью создана из наноматериала Ti3C2, в случае же зеркальной антенны параболический рефлектор задан как наноматериал Ti3C2, а рупорный облучатель был задан как идеальный электрический проводник (ПЕК). Моделирование проводилось на частоте 3,6 ГГц. Толщина листа Ti3C2 составляла 1,4 мкм. В качестве подложки использовался лист полиэтилентерефталата.

Диаграммы направленности (ДН) рупорной и зеркальной антенн показаны на рис. 1 — 2, соответственно.

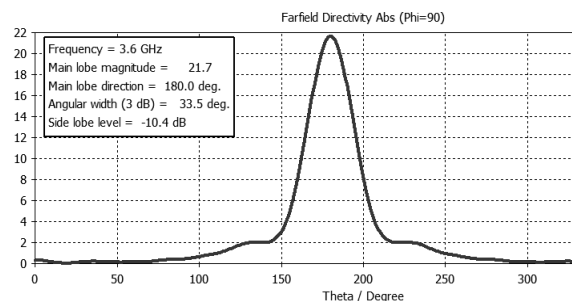


Рис. 1

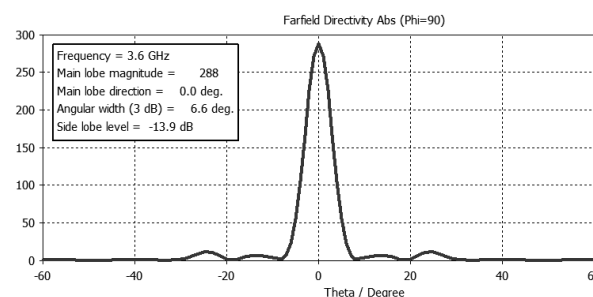


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, с помощью моделирования установлено, что рупорная и зеркальная антенны, спроектированные на основе нанопленки Ti3C2 показали эффективность сопоставимую с традиционными антеннами из металла, ширина диаграммы направленности моделируемых антенн совпала с расчетной. Можно сделать вывод, что применение нанопленок карбида титана для уменьшения массогабаритных характеристик антенн возможно и целесообразно.

4. Список литературы

- [1] Sarycheva, Asia 2D titanium carbide (MXene) for wireless communication / Asia Sarycheva [et. al] // Science Advances. — 2018. — Vol. 4, No. 9. — P. 435.

SIMULATION OF ANTENNAS BASED ON TITANIUM CARBIDE NANOFILMS IN THE PROGRAM CST MWS

Kolesnik A. V., Paslyon V. V.

Scientific adviser: Paslyon V. V.

Donetsk National Technical University, Donetsk

Abstract — The simulation features of antennas, based on titanium carbide nanofilms, are described. The results of horn and dish antennas simulation are presented.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В ПЛАЗМЕ ПУТЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Паслён В. В., Энговатов Д. С.

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

Аннотация — Проведено исследование прохождения электромагнитных волн через плазму с различной собственной частотой. Получены диаграммы направленности для трех случаев взаимодействия электромагнитной волны и плазмы.

1. Введение

Исследования взаимодействия электромагнитных волн с плазмой являются актуальными для сфер радиофизики и электроники. Антенны, сделанные с использованием плазмы, обладают свойствами и особенностями, которые имеют перспективы для многих отраслей радиотехники.

2. Основная часть

В природе плазмы существует много особенностей [1].

Плазма имеет заряженные частицы, следовательно, обладает проводимостью. Плазменная антенна — это устройство, имеющее различные преимущества в области связи, основным преимуществом является то, что такая антенна может быть отключена и включена электрически. Изменение плотности и проводимости плазмы меняет собственную частоту плазмы, поэтому имеется возможность перенастройки одной плазменной антенны для разных частот. При использовании плазменной антенны можно электронно управлять излучением в различных направлениях [2]. Частота плазмы зависит от массы ионов и электронов, и от плотности плазмы. Чем выше плотность плазмы, тем выше ее частота. Когда электромагнитная волна падает на объем плазмы, плазма реагирует в соответствии с соотношением частоты волны и частоты плазмы.

Исследование прохождения электромагнитных волн через плазму, проводилось при помощи компьютерного электродинамического моделирования. В программе моделирования CST Studio Suite была смоделирована область плазмы на основе водорода. В качестве источника электромагнитных волн использована коническая рупорная антенна с частотой 10 ГГц. Модель антенны и плазмы приведена на рис. 1.



Рис. 1

Антенна излучает в сторону плазменной области с различной собственной частотой. Использовалась плазма с концентрацией свободных зарядов $3,086 \cdot 10^{17} \text{ м}^{-3}$; $12,346 \cdot 10^{17} \text{ м}^{-3}$; $27,778 \cdot 10^{17} \text{ м}^{-3}$. И соответственно собственная частота плазмы равна приблизительно 5 ГГц; 10 ГГц; 15 ГГц.

На рис. 2 приведены диаграммы направленности для трех случаев взаимодействия излучаемой электромагнитной волны и плазмы. Во всех случаях излучаемая волна 10 ГГц, а плазма с собственной частотой 5, 10 и 15 ГГц.

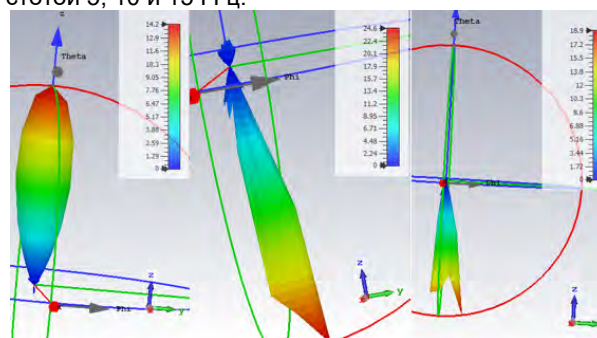


Рис. 2

3. Заключение

В итоге, моделирование показало, что когда частота падающей электромагнитной волны больше собственной частоты плазмы, волна беспрепятственно проходит через плазму, когда их частоты приблизительно совпадают, волна отражается от плазмы, но частично проходит. Когда же частота волны меньше собственной частоты плазмы волна полностью отражается от плазмы.

4. Список литературы

- [1] Гинзбург, В. Л. Распространение электромагнитных волн в плазме / В. Л. Гинзбург. — М.: Наука, 1967. — 684 с.
- [2] Kumar, Prince Simulation of Plasma Antenna Parameters / Prince Kumar, Rajneesh Kumar // Int. Journal of Engineering Technology, Management and Applied Sciences, May 2016. — Vol. 4, Iss. 5. — P. 446 — 456.

STUDY OF THE ELECTROMAGNETIC WAVES PROPAGATION FEATURES IN PLASMA BY ELECTROMAGNETIC SIMULATION

Engovatov D. S., Paslen V. V.

Scientific adviser: Paslen V. V.

Donetsk National Technical University, Donetsk

Abstract — A study of the electromagnetic waves propagation through plasma with different intrinsic frequencies is done. The radiation patterns are obtained for three cases of interaction between an electromagnetic wave and plasma.

ПАТЧ-АНТЕННА ДЛЯ СИСТЕМЫ RFID ДИАПАЗОНА 902 — 928 МГц

Савочкин А. А., Абдулгалиев О. Р., Копцев П. А.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: osmandinho@mail.ru

Аннотация — Проведено моделирование патч-антенны круговой поляризации для системы радиочастотной идентификации диапазона частот 902 — 928 МГц. Приведены результаты моделирования характеристик излучения антенны.

1. Введение

В настоящее время RFID системы получили широкое распространение. Актуальной задачей является разработка малогабаритных антенн с вращающейся поляризацией для использования в составе RFID систем. Так как взаимодействие между ридером и радиочастотной меткой осуществляется только с помощью электромагнитной связи и в момент считывания ориентация метки относительно считывателя не имеет фиксированной ориентации.

В работе представлены результаты разработки и моделирования печатного излучателя круглой формы с усеченными по хорде краями.

2. Основная часть

Известно, что для патч-антенн излучение круговой поляризации может быть возбуждено двумя способами.

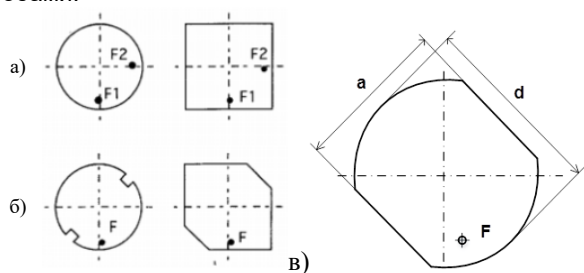


Рис. 1

Первый способ — две ортогональные моды патча возбуждаются одновременно с одинаковой амплитудой и смещением по фазе $\pm 90^\circ$ (рис. 1, а), где знак определяет направление вращения поляризации. Второй — одноточечная подача со смещением вдоль оси симметрии (рис. 1, б). У таких антенн усекается поверхность излучения, поскольку на этих неоднородностях возникают фазовые задержки. Таким образом возбуждается излучение круговой поляризации. На основе вышеуказанного для разработки выбрана топология, показанная на рис. 1, в). Круговой печатный элемент имеет диаметр d и имеет вырезы по хорде с двух сторон расстояние между которыми составляет величину a . Расстояние между экраном и излучателем выбрано равным 2 см. Антенна реализована в случае воздушного заполнения.

Моделирование антенны выполнено в программном пакете электродинамического моделирования FEKO. Зависимость коэффициента стоячей волны (КСВ) в питающем фидере от частоты в рабочем диапазоне частот показана на рис. 2. Зависимость коэффициента усиления антенны от частоты в рабочем диапазоне частот показана на рис. 3.

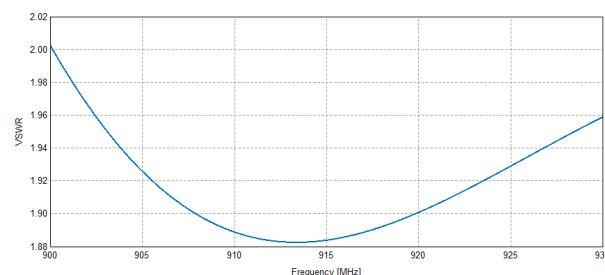


Рис. 2

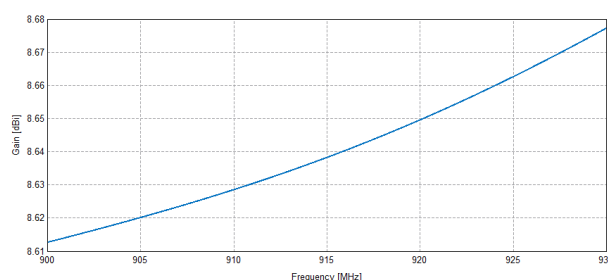


Рис. 3

Диаграмма направленности разработанной антенны (рис. 4) имеет осесимметричный характер и слабо меняется в рабочем диапазоне частот.

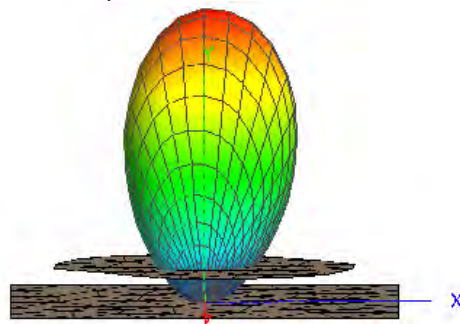


Рис. 4

3. Заключение

Путем моделирования разработана антенна круговой поляризации для RFID приложений. В ходе анализа установлено, что антенна обладает наилучшими свойствами при $a = 14$ см, $d = 17,2$ см и $F = 2$ см.

4. Список литературы

- [1] Microstrip Antenna Design : handbook / Ramesh Garg [et. al]. — London, 2001. — 485 p.

RFID PATCH ANTENNA FOR RANGE 902 — 928 MHz

Savochkin A. A., Abdulgaziev O. R., Koptsev P. A.

Scientific adviser: Savochkin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A circular polarization patch antenna was simulated for a system of the radio-frequency identification range of frequencies 902 — 928 MHz. The results of modeling the radiation characteristics of the antenna are presented.

МОДЕЛИРОВАНИЕ АНТЕННЫ ХАРЧЕНКО

Галайба А. С., Щекатурин А. А.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: pulson2011@gmail.com

Аннотация — Исследованы входные характеристики и характеристики излучения плоской проволочной антенны линейной поляризации на базе структуры Харченко.

1. Введение

Антенна Харченко характеризуется простой конструкцией, согласуется с линией передачи с волновым сопротивлением 50 Ом без дополнительного согласующего устройства, широко используется в системах цифрового телевидения системах с передачей данных по стандарту Wi-Fi. Теоретически антенна Харченко недостаточно исследована.

2. Основная часть

Излучающая структура Харченко показана на рис. 1. Антенна Харченко является частным случаем зигзагообразных антенн и образована двумя квадратными элементами, между которыми включается источник возбуждения.

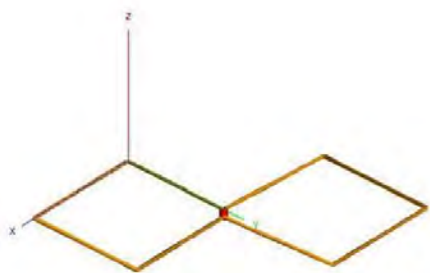


Рис. 1

Зигзагообразные антенны сравнительно просты по конструкции, изготавливаются из недефицитных материалов с помощью несложного инструмента.

Теоретическое распределение тока в антенне Харченко показано на рис. 2 [1].

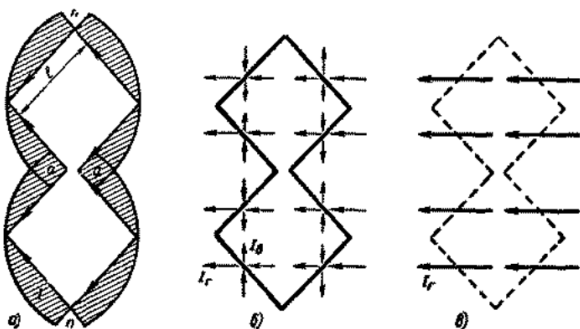


Рис. 2

Из рис. 2в видно, что результирующим направлением тока является горизонтальное направление.

Диаграмма направленности антенны Харченко показана на рис. 3.

Активная часть входного сопротивления показана на рис. 4, реактивная — на рис. 5.

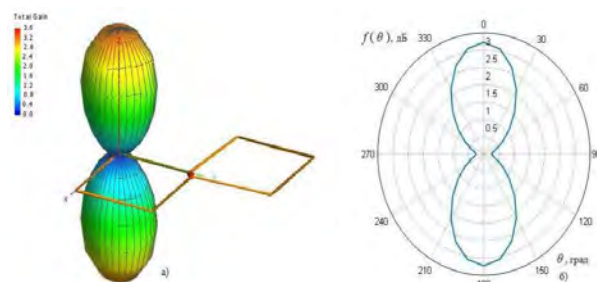


Рис. 3

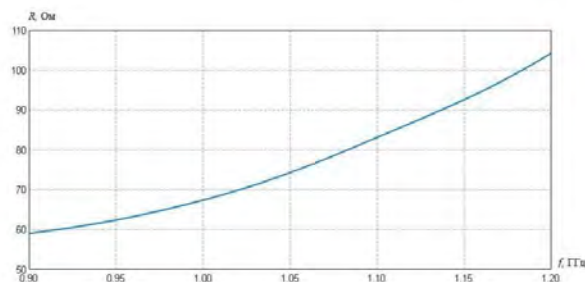


Рис. 4

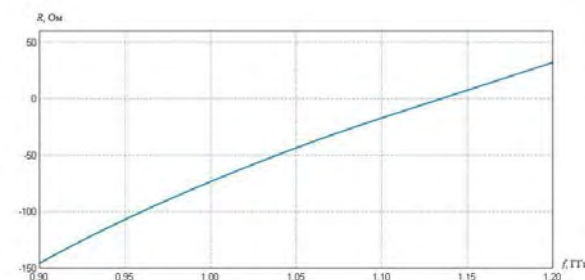


Рис. 5

3. Заключение

Таким образом, выполнен анализ [2] проволочной антенны линейной поляризации, которая может использоваться в системах передачи данных различного назначения. Исследование выполнено при финансовой поддержке внутреннего гранта ФГАОУ ВО "Севастопольский государственный университет" в рамках научного проекта № 525/06-31.

4. Список литературы

- [1] Зигзагообразные антенны [Электронный ресурс] / К. Харченко — Режим доступа: <http://rfanat.ru/s13/ant-xarchenko.html> (дата обновления 06.09.2019).
- [2] Altair Feko™ Overview [Электронный ресурс] / Altair Feko Inc. — Режим доступа: <https://www.vishay.com/docs/83842/lh1556aac.pdf> (дата обновления 19.05.2019).

SIMULATION OF ANTENNA KHARCHENKO

Gulayba A. S., Schekaturin A. A.

Scientific adviser: Schekaturin A. A.

Sevastopol Government University, Russia

Abstract — The input characteristics and radiation characteristics of a flat-wire linear antenna of linear polarization based on the Kharchenko structure are studied..

АНАЛИЗ АНТЕННЫ БРЮСА

Потылицын А. С., Щекатурин А. А.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: pulson2011@gmail.com

Аннотация — Исследованы входные характеристики и характеристики излучения плоской проволочной антенны линейной поляризации на базе структуры Брюса, предназначенной для работы в диапазоне частот 902 - 928 МГц.

1. Введение

Антенна предназначена для работы в системах радиочастотной идентификации в качестве антенны ридера. Антенна является частным случаем вибраторных рядов, использование которых позволяет увеличить коэффициент усиления антенной системы.

2. Основная часть

В качестве базовой излучающей структуры выбрана антенна Брюса [1]. Антенна Брюса образована чередующимися горизонтальными и вертикальными четвертьволновыми отрезками. Она напоминает мандрю, сложенную из длинноволновой антенны.

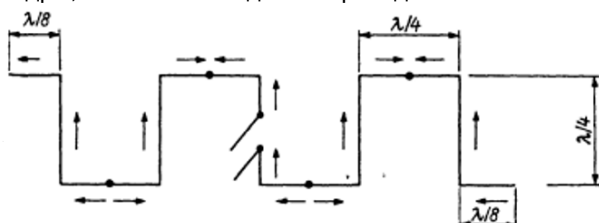


Рис. 1

Вертикальные отрезки возбуждаются синфазно, если антенна питается с конца или в одной из вертикальных пучностей тока (ради симметрии предпочтительно в средней части). В горизонтальных отрезках текут лишь слабые противофазные токи.

Антенна действует как поперечный излучатель, то есть как комбинация синфазно возбуждаемых вибраторов. Радиоволны распространяются в противоположные стороны перпендикулярно полотну антенны, а излучение вертикально поляризовано.

Диаграмма направленности антенны Брюса в линейных единицах показана на рис. 2.

В результате моделирования получено, активная часть симметричной простой антенны Брюса составляет примерно 250 Ом при реактивной части, близкой к нулю.

Коэффициент усиления антенны Брюса составляет 9 дБн. Недостатком простой антенны Брюса является то, что ее необходимо возбуждать симметричным источником, в то время как на практике используются в основном несимметричные источники.

Распределение тока в простой антенне Брюса для фазы питающего напряжения 160° показано на рис. 3.

В целом, распределение тока в структуре на вертикальных участках не соответствует предполагаемому.

Для расчетов использовалась программа электродинамического анализа [2].

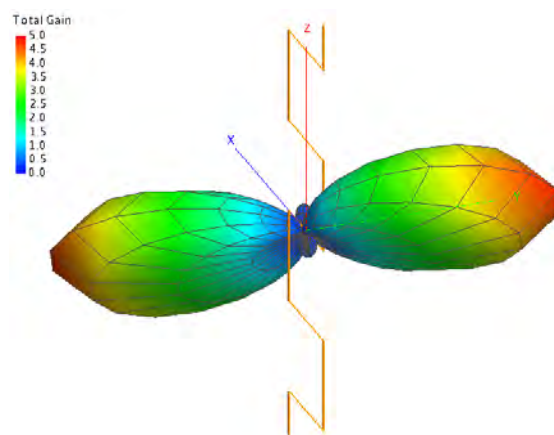


Рис. 2

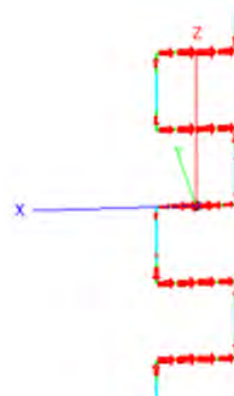


Рис. 3

3. Заключение

Таким образом, разработана направленная антенна, которая может использоваться в системах RFID. Установлено, что в антенне Брюса существует смешанный режим волн. Исследования выполнены при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России (уникальный идентификатор проекта RFMEFI57817X0259).

4. Список литературы

- [1] Ротхаммель, К. Антенны / К. Ротхаммель. — М.: Радио и связь, 2007. — 412 с.
- [2] Altair Feko™ Overview [Электронный ресурс] / Altair Feko Inc. — Режим доступа: <https://www.vishay.com/docs/83842/lh1556aac.pdf> (дата обновления 19.05.2019).

ANALYSIS OF BRUCE ANTENNA

Potilicin A. S., Schekaturin A. A.

Scientific adviser: Schekaturin A. A.

Sevastopol Government University, Russia

Abstract — The input characteristics and radiation characteristics of a linear polarization flat wire antenna based on the Bruce structure, designed for operation in the frequency range 902 - 928 MHz, were studied.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАМОЧНОЙ АНТЕННЫ С ИНДУКТИВНОЙ СВЯЗЬЮ

Кисленко Ю. Р., Щекатурин А. А.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: pulson2011@gmail.com

Аннотация — Исследованы входные характеристики и характеристики излучения рамочной антенны с индуктивной связью для систем Wi-Fi.

1. Введение

В системах передачи данных с стандартом WiFi перспективным является использование рамочных антенн, периметр петли которых обычно находится в пределах от $0,03\lambda$ до $0,25\lambda$. Это позволяет значительно уменьшить размер используемых антенн при создании направленного излучения.

В работе представлены результаты исследования и разработки рамочной проволочной антенны с линейной поляризацией поля излучения и индуктивной связью.

2. Основная часть

На рис. 1 показан модель рамочной антенны с индуктивной связью. Красной точкой отмечен источник возбуждения. Малое кольцо может быть выполнено, например, из петли коаксиального кабеля с разрезом [1].

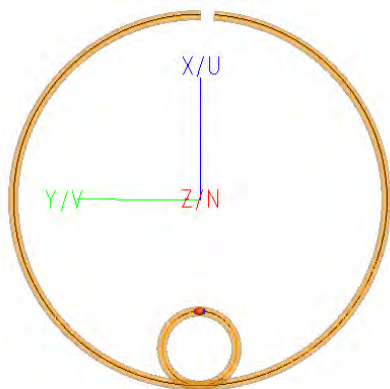


Рис. 1

Диаграмма направленности антенны показана на рис. 2.

Total Gain [dBi]

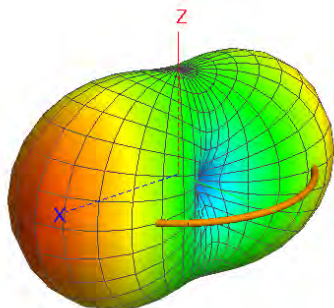
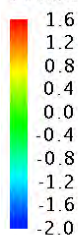


Рис. 2

Распределение тока показано на рис. 3.

Активная и реактивная части входного сопротивления показаны на рис. 4 и 5.

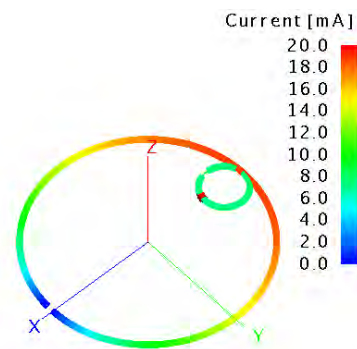


Рис. 3

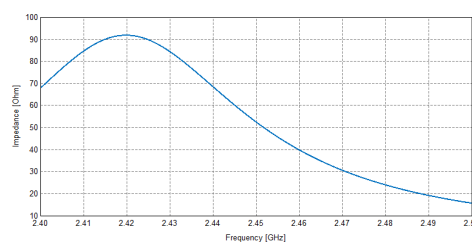


Рис. 4

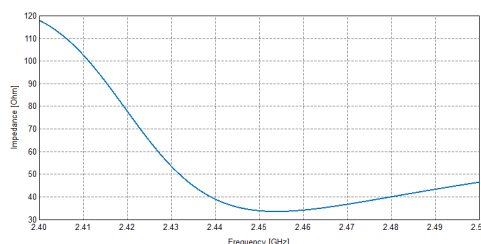


Рис. 5

3. Заключение

Таким образом, выполнен анализ [2] рамочной антенны с индуктивным возбуждением линейной поляризации, которая может использоваться в системах Wi-Fi диапазона частот 2,40 — 2,483 ГГц. Исследование выполнено при финансовой поддержке внутреннего гранта ФГАОУ ВО "Севастопольский государственный университет" в рамках научного проекта № 525/06-31.

4. Список литературы

- [1] Ротхаммель, К. Антенны / К. Ротхаммель. — М.: Радио и связь, 2007. — 412 с.
- [2] Altair Feko™ Overview [Электронный ресурс] / Altair Feko Inc. — Режим доступа: <https://www.vishay.com/docs/83842/lh1556aac.pdf> (дата обновления 19.05.2019).

RESEARCH OF THE FRAME ANTENNA WITH INDUCTIVE COUPLING

Kislenko U. R., Schekaturin A. A.

Scientific adviser: Schekaturin A. A.

Sevastopol Government University, Russia

Abstract — The input characteristics and radiation characteristics of the loop antenna with inductive coupling are investigated.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУХВИБРАТОРНОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

Егоров С. С., Щекатурин А. А.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: pulson2011@gmail.com

Аннотация — Исследованы входные характеристики и характеристики излучения двухвibratorной решетки, предназначенной для использования в системах связи Wi-Fi диапазона 2,4 — 2,483 ГГц.

Активная часть входного сопротивления показана на рис. 3, а реактивная часть входного сопротивления показана на рис. 4.

1. Введение

В работе представлены результаты исследования и разработки антенной решетки из проволочных вибраторных излучателей с линейной поляризацией поля излучения, которая может быть использована в Wi-Fi системах.

Двухвibratorная решетка характеризуется простой конструкции, может быть легко изготовлена и создает направленное излучение.

2. Основная часть

Двухвibratorная решетка является частным случаем вибраторного ряда (коллинеарный вибратор), который представляет собой группу близко расположенных вибраторов с осями, лежащими на одной прямой [1].

Излучающая структура двухвibratorной решетки показана на рис. 1.

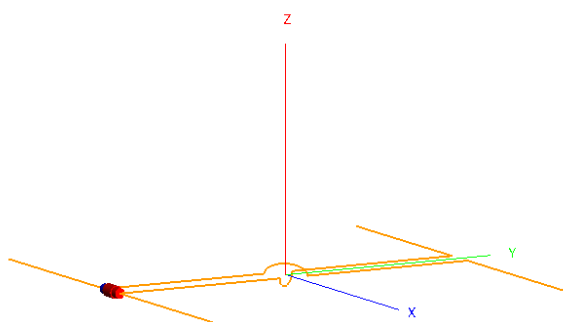


Рис. 1

Расстояние между вибраторами равно половине длины волны, проводники питающей линии перекрещены посередине. Это позволяет обеспечить синфазное возбуждение вибраторов.

Диаграмма направленности двухэлементной антенны показана на рисунке 2.

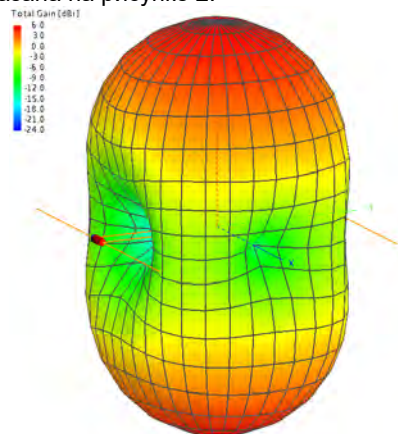


Рис. 2

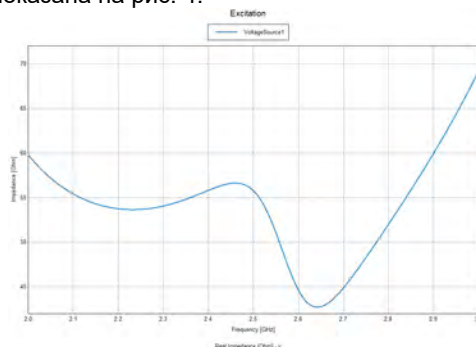


Рис. 3

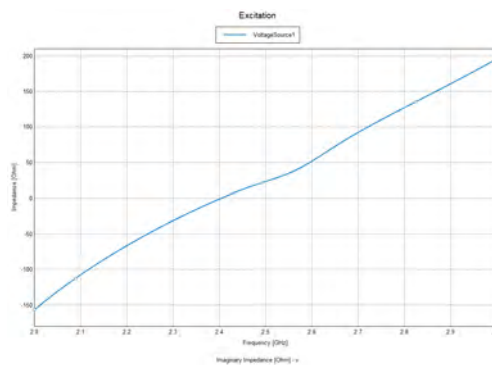


Рис. 4

3. Заключение

Таким образом, выполнен анализ [2] проволочной двухвibratorной антенной решетки линейной поляризации, которая может использоваться в системах передачи данных различного назначения. Коэффициент укорочения составил 0,904. Антенна может использоваться в системах Wi-Fi диапазона 2,4 — 2,483 ГГц. Исследование выполнено при финансовой поддержке внутреннего гранта ФГАОУ ВО "Севастопольский государственный университет" в рамках научного проекта № 525/06-31.

4. Список литературы

- [1] Ротхаммель, К. Антенны / К. Ротхаммель. — М.: Радио и связь, 2007. — 412 с.
- [2] Altair Feko™ Overview [Электронный ресурс] / Altair Feko Inc. — Режим доступа: <https://www.vishay.com/docs/83842/lh1556aac.pdf> (дата обновления 19.05.2019).

SIMULATION OF TWO-VIBRATOR ANTENNA ARRAY

Egorov S. S., Schekaturin A. A.

Scientific adviser: Schekaturin A. A.

Sevastopol Government University, Russia

Abstract — The input characteristics and radiation characteristics of a two-vibrator grating intended for use in Wi-Fi communication systems in the 2.4 — 2.483 GHz range are studied.

МОДЕЛИРОВАНИЕ Н-ОБРАЗНОЙ АНТЕННЫ

Коваленко И. А., Щекатуриной А. А.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: pulson2011@gmail.com

Аннотация — Исследованы входные характеристики и характеристики излучения Н-антенны.

1. Введение

В работе представлены результаты исследования и разработки Н-образной проволочной антенны с линейной поляризацией поля излучения, которая может быть использована в системах RFID диапазона частот 2,4 — 2,5 ГГц.

Н-образная антенна характеризуется простой конструкцией и создает направленное поле излучения.

2. Основная часть

Н-образная антенна является частным случаем вибраторного ряда, который представляет собой группу близко расположенных вибраторов с осями, лежащими на одной прямой. Одним из вариантов Н-образной антенны является антенна, образованная шестью синфазно возбуждаемыми полуволновыми вибраторами, расположенными в вертикальной плоскости.

Теоретическое распределение тока в излучающей структуре Н-образной антенны показана на рис. 1 [1].

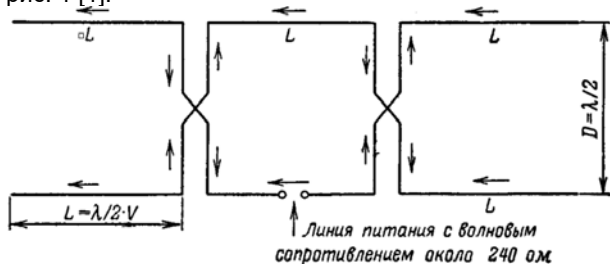


Рис. 1

Распределение тока, полученное в результате моделирования [2], показано на рис. 2.

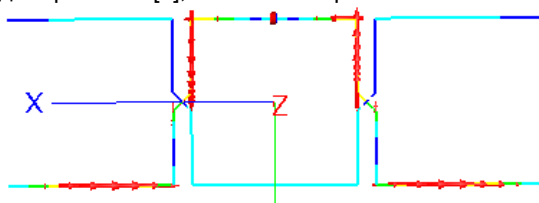


Рис. 2

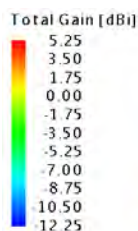


Рис. 3

Диаграмма направленности антенны показана на рис. 3.

Активная часть входного сопротивления показана на рис. 4, а реактивная часть входного сопротивления показана на рис. 5.

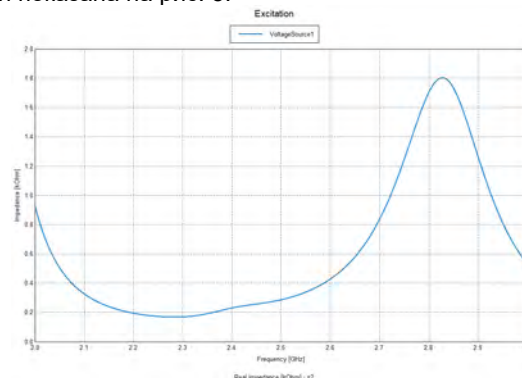


Рис. 4

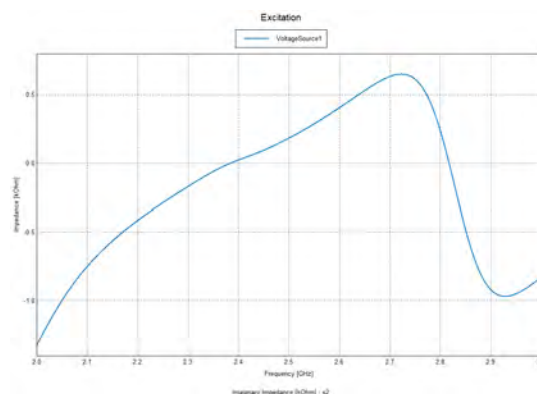


Рис. 5

3. Заключение

Таким образом, выполнен анализ [2] проволочной Н-образной антенны линейной поляризации, которая может использоваться в системах RFID диапазона частот 2,4 — 2,5 ГГц. Исследования выполнены при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России (уникальный идентификатор проекта RFMEFI57817X0259).

4. Список литературы

- [1] Ротхаммель, К. Антенны / К. Ротхаммель. — М.: Радио и связь, 2007. — 412 с.
- [2] Altair Feko™ Overview [Электронный ресурс] / Altair Feko Inc. — Режим доступа: <https://www.vishay.com/docs/83842/lh1556aac.pdf> (дата обновления 19.05.2019).

SIMULATION H-SHAPED ANTENNA

Kovalenko I. A., Schekaturin A. A.

Scientific adviser: Schekaturin A. A.

Sevastopol Government University, Russia

Abstract — The input characteristics and radiation characteristics of the H-antenna are investigated.

РАДИОЛОКАТОР С СИНТЕЗИРОВАННОЙ АПЕРТУРОЙ

Миронов А. Ф., Миронов П. А., Поляков Ю. В., Харин А. С.

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 — Представлена модель радиоканала РСА, состоящая из физических элементов (объекты, поля, системы и др.) и процессов, происходящих в них.

1. Введение

РЛС с синтезированной апертурой антенны (РСА) является в настоящее время единственным техническим средством, позволяющим получать радиолокационное изображение (РЛИ) местности, близкое по качеству к аэрофотоснимкам на больших дальностях, независимо от времени суток и погодных условий. Это возможно при использовании в РСА широкополосных зондирующих сигналов (100 МГц и более), а также при условии высокой пространственной селекции, которая характеризуется разрешающей способностью по дальности δ_r и линейной разрешающей способностью по угловой координате δ_l .

Принцип действия РСА основан на использовании бортовой антенны РЛС для последовательного формирования антенной решетки больших размеров на траектории полета. При этом бортовая антенна, как правило, имеет небольшие физические размеры и достаточно широкую диаграмму направленности. С целью достижения оперативности, т.е. возможности получения изображения (радиоголограммы) непосредственно на носителе в реальном масштабе времени, а также гибкости управления используется цифровая обработка сигналов, а также цифровые методы управления РСА.

2. Основная часть

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

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

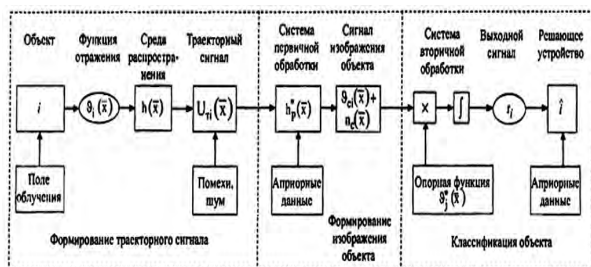


Рис. 1

Функционирование модели РСА происходит в 3 этапа:

- формирование траекторного сигнала;
- формирование изображения объекта (первичная обработка);
- классификация объекта (вторичная обработка).

Траекторный сигнал несёт в себе ряд неинформативных параметров (мощность передатчика, параметры нестабильности, скорость носителя РСА и т.д.). Первичная обработка устраняет эти избыточные неинформативные параметры.

В результате первичная обработка сохраняет статистические данные для решения необходимых задач классификации.

Вторичная обработка обеспечивает корреляционную обработку радиоизображения $\delta_l(x)$ с опорными функциями отражения $\delta_l^*(x)$. Максимум корреляции соответствует совпадению классов объектов изображения и опорной функции, тогда $l = j$. Это соответствует, что объект принадлежит к классу l и таким образом решает основную задачу радиовидения — классификацию объектов, что означает определение наличия объекта, его типа, функционального состояния и местонахождения.

Модель классификатора объектов предполагает разбиение всех возможных в решаемой тактической задаче целевых объектов с их характеристиками на конечное число непересекающихся областей (точек), каждой из которых присваивается свой номер класса.

Модель РСА в классификаторе состоит из трёх основных функциональных компонентов и позволяет решить задачу классификации для трёх характерных диапазонов: сантиметрового, дециметрового (60 — 90 см) и метрового (2,5 — 3,5 м).

3. Заключение

Таким образом, реализация радиолокационного канала в РСА позволяет не только осуществить первичную и вторичную обработку траекторного сигнала, но и классифицировать наземные объекты, а также получить радиолокационное изображение местности с высокой разрешающей способностью. Это позволяет решить проблему глобального мониторинга, как одного из главных направлений развития специальных РЭС в XXI веке.

4. Список литературы

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

SYNTHETIC APERTURE RADAR

Mironov A. F., Mironov P. A., Polyakov U. V., Kharin A. S.

Scientific adviser: Mironov A. F.
Black Sea Higher Naval School Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — A model of the radio channel of RSA consisting of physical elements (objects, fields, systems, etc.) and processes occurring in them is Presented.



Секция 5

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

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛАЗЕРНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ОТВЕРСТИЙ В НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ

Ланин В. Л., Фам В. Т.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Ланин В. Л.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: phamvantung2103hp@gmail.com

Аннотация — Проведено моделирование процесса лазерного формирования отверстий в кремниевой подложке толщиной 250 мкм, диаметр отверстия 0,1 — 0,2 мм. Рассмотрено влияние параметров лазерного излучения на время формирования и качество сквозного отверстия.

1. Введение

При создании 3D электронных модулей появляется необходимость создавать сквозные и глухие отверстия малого диаметра в кремниевой подложке. Выполнение отверстий диаметром менее 0,1 мм традиционным сверлением является невозможным. Для решения таких проблем, в настоящее время применяется технология лазерного формирования отверстий. Формирование отверстий лазерным лучом обладает способностью обработки отверстий диаметром 0,1 — 0,2 мм с высоким качеством. В MathCAD проведено моделирование процесса формирования отверстий в кремниевой подложке лазерным излучением.

2. Основная часть

При моделировании кинетики образования отверстия в непрозрачном материале лазерным излучением диаметр отверстия D определяют по формуле [1]:

$$D = 2r = 2\sqrt[3]{r_0^3 + \frac{3E \chi \tan \gamma}{\pi \rho \chi L_0}}, \quad (1)$$

где r_0 — начальный радиус лунки, $r_0 = D_0/2$; r — радиус входного отверстия; E — энергия излучения импульсного ОКГ; E_i — энергия импульса; γ — половинный угол раствора светового конуса: $\gamma = \theta/2$; $L_0 = 13,68$ кДж/г — удельная энергия испарения кремния; $\rho = 2,33$ г/см³ — плотность кремния. На рис. 1 приведены зависимости температуры на поверхности кремниевой подложки от времени нагрева при различных радиусах лазерного пучка.

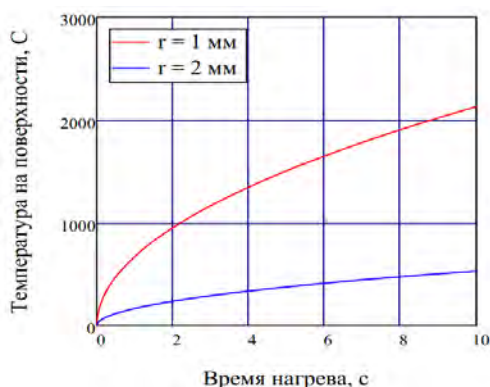


Рис. 1

Считая, что процесс формирования заканчивается, когда диаметр выходного отверстия достигает значения r_0 , то из формулы (1) получено уравнение, показывающее соотношение входного и выходного диаметров отверстий:

$$k = \frac{D}{D_0} = \frac{r}{r_0} = \sqrt[3]{1 + \frac{3A \chi \tan \gamma}{r_0^3 \pi \chi L_0}}. \quad (2)$$

На рис. 2а представлены зависимости коэффициента соотношения входного и выходного диаметров отверстия от половинного угла раствора светового конуса и энергии импульса излучения при диаметре пятна излучения $d = 0,1$ мм, а на рис. 2б приведены зависимости диаметра от энергии излучения импульсного ОКГ при различных начальных диаметрах D_0 .

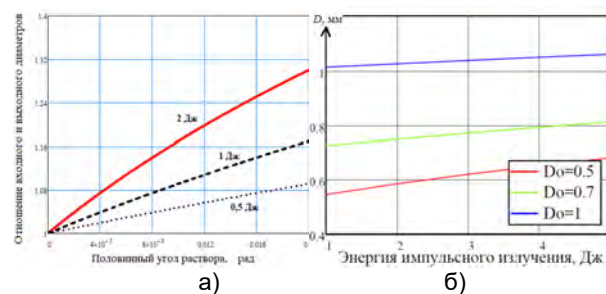


Рис. 2

3. Заключение

Из результатов моделирования следует, что диаметр входного отверстия материала зависит от энергии лазерного излучения, а коэффициент отношения входного и выходного диаметров в значительной степени зависит от половинного угла раствора светового конуса. Для получения отверстия с геометрией цилиндра требуется меньшая энергия импульса и расходимость излучения меньше 0,5 мрад.

4. Список литературы

- [1] Вакс, Е. Д. Практика прецизионной лазерной обработки / Е. Д. Вакс, М. Н. Миленький, Л. Г. Сапрыкин. — М. : Техносфера, 2013. — 696 с.

THE MODELING OF LASER THROUGH-HOLE FORMATION IN NON-METALLIC MATERIALS

Pham V. T., Lanin V. L.

Scientific adviser: Lanin V. L.

Belarusian State University Of Informatics And Radioelectronics, Belarus

Abstract — The modeling of the process of laser formation of holes in a silicon substrate with a thickness of 250 μm, hole's diameter is from 0.1 — 0.2 mm was made. The influence of the parameters of laser radiation on the formation time and quality of the formation hole was reviewed.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КРАЕВОГО ЭФФЕКТА В ЗАЗОРЕ МАГНИТОПРОВОДА ПРИ ИНДУКЦИОННОМ НАГРЕВЕ

Ланин В. Л., Грищенко Ю. Н., Ратников Е. С.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Ланин В. Л.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: vlanin@bsuir.by

Аннотация — В результате моделирования установлено неравномерность распределения вихревых токов при индукционном нагреве в зазоре магнитопровода.

1. Введение

Переменный магнитный поток, пронизывающий материал сердечника, вызывает появление в проводящем материале детали ЭДС индукции. Под действием этой ЭДС в материале возникают вихревые электрические токи, протекающие по замкнутым контурам, расположенным в плоскостях перпендикулярных направлению магнитного потока. Вихревые токи создают свой магнитный поток, стремящийся, в соответствии с правилом Ленца, ослабить изменение основного потока. Поэтому они действуют размагничивающим образом, уменьшая основной поток [1].

2. Основная часть

Для моделирования вихревых токов при индукционном нагреве использован пакет ANSYS Electromagnetics Suite 19.2. Общая методика анализа включала построение модели, задание необходимых характеристик, определение области моделирования, настройку сетки и матрицы, проведение расчета, просмотр и анализ результатов.

Моделирование процесса индукционного нагрева показало наличие неравномерности распределения вихревых токов в металлической детали (рисунок 1). На рисунке 2 показана зависимость плотности вихревого тока в детали по ее ширине на частоте 66 кГц.

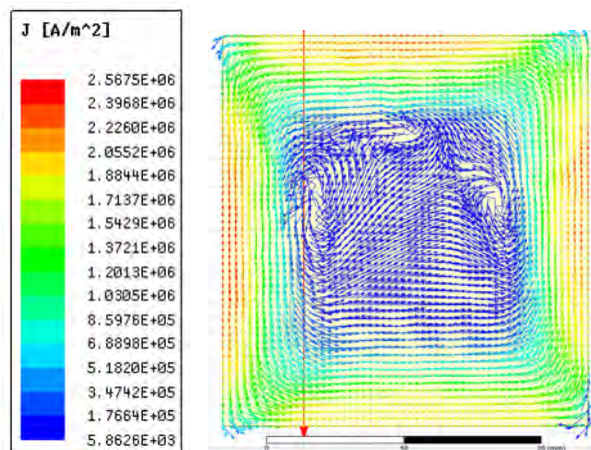


Рис. 1

Исходя из полученных результатов моделирования видно, что максимальная по модулю плотность токов (до $5.6 \cdot 10^6$ А/м²) была отмечена по краям детали, а минимальная ($8.6 \cdot 10^3$ А/м²) — в центре зазора магнитопровода.

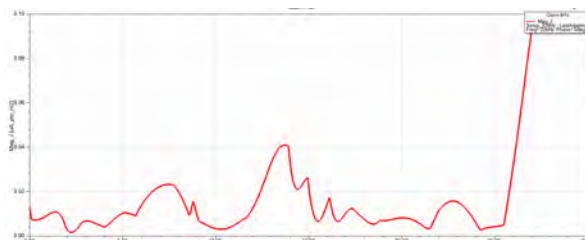


Рис. 2

При изменении мощности индукционного нагрева в пределах от 1,0 до 2,6 кВт напряжение на краях детали из латуни изменялось от 0,53 до 1,08 В, а ток через замыкающую ветвь, схема которой показана на рисунке 3, составил 1,3 — 1,56 А. Схема замыкающей ветви состояла из детали (2) и амперметра и располагалась в зазоре магнитопровода (1).

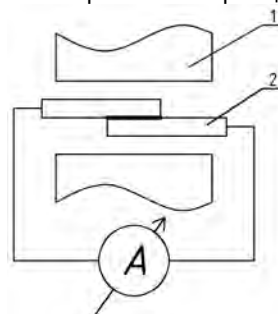


Рис. 3

3. Заключение

Учёт краевого эффекта индукционного нагрева позволяет более точно определить температурный профиль нагрева деталей в зазоре магнитопровода и тем самым обеспечить равномерность нагрева в процессах пайки или термообработки.

4. Список литературы

- 1 Немков, В. С. Теория и расчет устройств индукционного нагрева / В. С. Немков, В. Б. Демидович. — Л. : Энергоатомиздат, 1988. — 142 с.

SIMULATION OF THE EDGE EFFECT IN THE GAP OF MAGNETIC CIRCUIT DURING INDUCTION HEATING

Grishchenko Y. N., Ratnikau E. S., Lanin V. L.

Scientific adviser: Lanin V. L.

Belarusian State University Of Informatics And Radioelectronics, Belarus

Abstract — As a result of the simulation, uneven distribution of eddy currents was established during induction heating in the gap of the magnetic circuit.

МИКРОКОМПЬЮТЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКИМИ ПРОФИЛЯМИ ПАЙКИ ИНФРАКРАСНЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ

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 и прототип устройства управления термическими профилями пайки ИК нагревателями на основе микрокомпьютера и системы автоматического регулирования с обратной связью (ПИД-регулятора).

1. Введение

Технология поверхностного монтажа является наиболее распространенным на сегодняшний день методом конструирования и сборки электронных модулей на печатных платах. Основным ее отличием от «традиционной» технологии сквозного монтажа в отверстия является то, что компоненты монтируются на поверхность печатной платы, однако преимущества технологии поверхностного монтажа печатных плат проявляются благодаря комплексу особенностей элементной базы, методов конструирования и технологических приемов изготовления электронных модулей.

При контроле термопрофилей инфракрасной пайки важно четкое соблюдение термопрофиля. Снижение точности термического профиля нагрева увеличивает риск теплового повреждения компонентов и в разы увеличивает количество дефектов.

1. Основная часть

Система состоит из управляющего блока на основе микрокомпьютера Raspberry pi 3 [1] (рисунок 1) и ИК нагревателя.



Рис. 1

Система реализована, на доработанном под конкретную систему, проекте с открытым исходным кодом. Температура контролируется термодпарой, а управление нагревателем происходит при помощи твердотельного реле. В качестве источников ИК нагрева используется керамический ИК нагреватель типа SHTS/4 фирмы Elstein, характеристики которого представлены в таблице 1.

Таблица 1

Постоянная рабочая температура	до 900 °C
Номинальная мощность	1200 Вт при 230 В
КПД излучения	более 75%

Модуль термодпары повышает точность измерения посредством усиления сигнала, автоматически компенсирует возникающую термоЭДС на холодном

спаяе и преобразовывает аналоговый сигнал в цифровой.

Программное обеспечение позволяет контролировать процесс нагрева в реальном времени с настройкой и сохранением термопрофилей (рисунок 2) под конкретный припой. Система может управляться удаленно с оповещением на смартфон о завершении процесса пайки.



Рис. 2

3. Заключение

Данная схема контроля термопрофилей благодаря ПИД алгоритму [2] обладает достаточно высокой точностью даже несмотря на то, что ИК-нагреватель инерционен. Программное обеспечение позволяет создавать и редактировать термопрофили под различные виды припоев. Система работает в диапазоне температур от 70°C до 380°C. Использование микрокомпьютера дает широкие возможности обработки, хранения и передачи информации в сеть Интернет.

4. Список литературы

- [1] Raspberry Pi 3 Model B [Электронный ресурс] / Raspberry Pi Foundation. — Режим доступа: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b>
- [2] Принцип работы ПИД-регулятора для начинающих [Электронный ресурс] / А. С. Бирючева. — Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2017/fkita/biryucheva/library/article1.htm>

CONTROL OF INFRARED SOLDER PROFILES BY MICROCOMPUTER

Hatskevich A. D., Lanin V. L.

Scientific adviser: Lanin V. L.

Belarusian State University Of Informatics And Radioelectronics, Belarus

Abstract — A circuit and a prototype of a thermal profile control device based on a microcomputer and an automatic control system with feedback (PID controller) have been developed.

ИЗМЕРИТЕЛЬ ХАРАКТЕРИСТИК АУДИО ОБОРУДОВАНИЯ

Сердюк И. В., Филимонов И. И., Листопад И. И., Муратов Р. Р.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: ilyaf1718@gmail.com

Аннотация — Спроектирована структурная схема, алгоритм работы устройства, а также принципиальная схема.

1. Введение

В современном мире широкое применение находит звуковое оборудование различных типов: от mp3 плееров до эффектов аппаратной обработки звука. При этом, одна часть оборудования используется повсеместно, другая нашла свое применение только в профессиональной и полупрофессиональной среде. В отличие от пользователей начального уровня, даже при полупрофессиональном использовании аудио оборудование имеет ряд характеристик, значение которых необходимо учитывать при выборе и использовании. Целью данной работы является разработка измерителя характеристик аудио оборудования, имеющего высокую точность, широкий перечень измеряемых характеристик, понятное управление, режим автоматического проведения измерений, а также являющегося законченным устройством, пригодным к автономному применению без использования дополнительных аппаратных средств.

2. Основная часть

Структурная схема устройства представлена на рис. 1.



Рис. 1

Приступая к разработке структурной схемы устройства, нужно принять во внимание особенности схемотехнических решений, принятых при разработке тех или иных блоков. Также необходимо учитывать особенности тестируемого устройства и обеспечить универсальность, которая позволит измерять параметры не только одного устройства, и не только одного типа устройств. Разработанная структурная схема определит принцип работы и основные возможности устройства, среди которых должны быть:

- возможность подключения тестируемых устройств, рассчитанных для работы с различными входным и выходным сопротивлением;
- проведение измерений с высокой точностью, также такие уровни собственных шумов и коэффициента гармонических искажений, которые не влияют на результаты измерений;
- быстродействие, достаточное для обеспечения такой скорости работы устройства, при которой пользователю не придется ожидать результаты измерения более нескольких секунд;
- дружественный к пользователю интерфейс, понятное и удобное управление устройством;
- вывод результатов измерений как автономно, так и на внешнюю ЭВМ.

Приняв во внимание требования, предъявленные разработчиком к устройству, была составлена струк-

турная схема (рис. 1), аппаратно обеспечивающая возможность выполнения данных требований.

Микроконтроллер является основным блоком в устройстве обеспечивает управление остальными блоками, а также нужное быстродействие и вывод результатов измерения с помощью других блоков — дисплея и USB интерфейса.

Принимая во внимание схемотехнические особенности некоторых блоков и устройств, были добавлены вспомогательные блоки. Описание, состав и принцип работы каждого блока, а также взаимосвязей между блоками описаны в статье более подробно.

3. Заключение

Выполнено моделирование схемотехнического узла, получены зависимости коэффициента передачи и фазового сдвига от частоты. Результаты моделирования подтверждают характеристики, заявленные производителем в документации на операционный усилитель.

Разработана структурная, принципиальная схема, а также алгоритм работы устройства. В результате предпринятых мер, устройство обладает характеристиками, обеспечивающими стабильную работу в измерительном режиме.

4. Список литературы

- [1] Титце, У. Полупроводниковая схемотехника / У. Титце, К. Шенк. — М. : ДМК-Пресс, 2015. — 1784 с.
- [2] Картер, Б. Операционные усилители для всех / Б. Картер, Р. Манчини. — М. : ДМК-Пресс, 2011. — 510 с.

AUDIO EQUIPMENT CHARACTERISTICS MEASURER

Filimonov I. I., Listopad I. I., Muratov R. R., Serdiuk I. V.

Scientific advisor: Serdiuk I. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A structural diagram, an algorithm for the operation of the device, and a schematic diagram have been designed.

МЕТОД РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ ФОРСИРОВАННОЙ ЗАГРУЗКИ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Байрамуков А. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: alim.bayr@gmail.com

Аннотация — Изложена методика расчета основных параметров установки форсированной загрузки электрогенератора переменного тока с двумя и более дополнительными нагрузками.

1. Введение

Основными параметрами установки форсированной загрузки (УФЗ) электрогенератора переменного тока (ЭПТ) с N дополнительными нагрузками являются максимальное значение коэффициента увеличения мощности загрузки ЭПТ $K_{\max}$, отношения величины сопротивления дополнительных нагрузок к величине сопротивления основной нагрузки $r_i = R_i/R_0$ и значения уставок напряжения U_{ki} ($i = 1, 2, \dots, N$).

2. Основная часть

Общая схема УФЗ ЭПТ состоит из основной R_1 и дополнительных R_i активных нагрузок (рис. 1) [1].

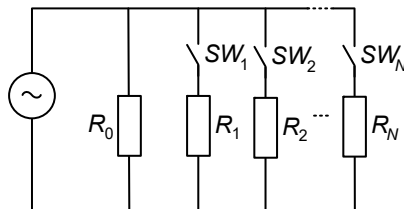


Рис. 1

Ключ SW_i замыкается и размыкается при величине напряжения на входе УФЗ, равной U_{ki} , уменьшая (при замыкании) или увеличивая (при размыкании) общее сопротивление всех нагрузок, тем самым увеличивая и уменьшая соответственно мощность загрузки ЭПТ (рис. 2).

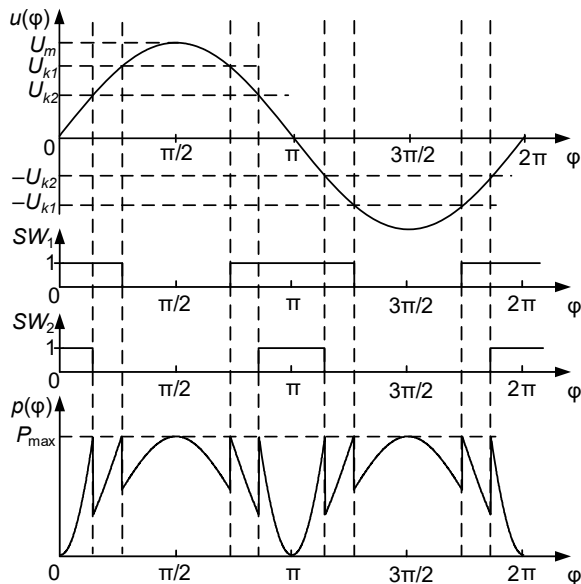


Рис. 2

Методика расчета основных параметров УФЗ ЭПТ:

1. Составление формулы средней мощности, выделяемой на всех нагрузках за период (с учетом изменения во времени общего сопротивления нагрузок):

$$P_{\text{ср}} = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{u(t)^2}{R(t)} dt = f(U_k). \quad (1)$$

2. Решение задачи максимума $P_{\text{ср}} = f(t)$; определение значений U_{ki} , при которых достигается максимум.

3. Определение значений общего сопротивления нагрузок $R_{\text{общ},i} = R(t)|_{u(t)=U_{ki}}$.

4. Решение системы N линейных уравнений относительно $(1/R_0)$:

$$\begin{cases} 1/R_0 + 1/R_1 = 1/R_{\text{общ},1} \\ 1/R_0 + 1/R_1 + 1/R_2 = 1/R_{\text{общ},2} \\ \dots \\ 1/R_0 + 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_N = 1/R_{\text{общ},N} \end{cases} \quad (2)$$

5. Вычисление $r_i = (1/R_0)/(1/R_i)$.

Используя инженерное математическое программное обеспечение MathCAD для $N = 2$ были рассчитаны следующие значения:

$$U_{k1} \approx 0,63 \cdot U_m, \quad U_{k2} \approx 0,355 \cdot U_m;$$

$$r_1 \approx 0,658, \quad r_2 \approx 0,185; \quad K_{\max} \approx 1,354.$$

Аналогично для $N = 3$:

$$U_{k1} \approx 0,82 \cdot U_m, \quad U_{k2} \approx 0,54 \cdot U_m, \quad U_{k3} \approx 0,32 \cdot U_m;$$

$$r_1 \approx 2,05, \quad r_2 \approx 0,515, \quad r_3 \approx 0,158; \quad K_{\max} \approx 1,393.$$

3. Заключение

Из результатов расчета основных параметров УФЗ ЭПТ для разного числа дополнительных нагрузок можно видеть, что максимальное значение коэффициента увеличения мощности загрузки ЭПТ $K_{\max}$ растет с увеличением числа дополнительных нагрузок. Так, для простейшей УФЗ ЭПТ с одной дополнительной нагрузкой коэффициент $K_{\max} = 1,186$ [2]. С двумя или тремя дополнительными нагрузками в схеме УФЗ ЭПТ возможно увеличить мощность загрузки ЭПТ в 1,254 и 1,292 раза соответственно.

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] Байрамуков, А. А. Расчет параметров фазового регулирования мощности форсированной загрузки электрогенератора переменного тока // Матер. 14-ой междунар. молодежной науч.-техн. конф. «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникации «РТ-2018», Севастополь, 22-26 окт. 2018 г.— Севастополь : Изд-во СевГУ, 2018. — С. 134.

CALCULATION METHOD OF PARAMETERS OF ALTERNATING VOLTAGE GENERATOR'S FULL LOAD DEVICE

Bayramukov A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The procedure for calculating the main parameters of the alternating voltage generator's full load device is described.

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ РАДИОСИГНАЛОВ

Поляков А. Л.¹, Поляков Д. А.²

Научный руководитель: канд. техн. наук Поляков А. Л.

¹Севастопольский государственный университет, Россия

²Войсковая часть 17204, Россия

E-mail: AL_Polykov@inbox.ru, igor_afonin@inbox.ru, dima-polyakov@inbox.ru

Аннотация — в статье представлены практические результаты разработки цифрового знакового коррелометра, применение которого в радиотехнических системах наземного автоматизированного комплекса управления космическими аппаратами для решения задачи идентификации по неконтролируемому излучению бортовой аппаратуры позволяет существенно повысить эффективность спектрометрической аппаратуры идентификации радиосигналов.

1. Введение

Возможность идентификации космических аппаратов (прежде всего «молчащих») по неконтролируемому излучению постоянно функционирующих блоков бортовой аппаратуры (гетеродинов, задающие генераторы) достаточно хорошо показана в ряде публикаций.

В аппаратуре РТС, применяемых для решения этой задачи применяются стандартные процедуры обработки сигналов, обеспечивающие решение задачи определения номинала частоты бортовых гетеродинов и задающих генераторов.

Эффективность данного способа идентификации может быть существенно повышена путем применения цифровых знаковых коррелометров [1,2].

2. Основная часть

Блок-схема устройства приведена на рисунке 1. Сигнал с антенны поступает на вход коммутатора К, второй вход которого подсоединен к эталонному генератору шума. Первый и второй входы коммутатора с частотой f_{mod} поочередно подсоединяются ко входам четырех радиоприемников Р1-Р4, настроенных на частоты, соответствующие спектральным линиям. Частота f_{mod} синхронна с тактовой частотой системы и равна ~1 Гц. Сигналы с выходов промежуточной частоты (ПЧ) приемников Р1-Р4 поступают на входы компараторов С1-С4, в которых происходит двухуровневая дискретизация исследуемых процессов (клиппирование). Сигнал $y(t)$ на выходе компараторов равен $y(t) = 1$ при $x(t) \geq 0$ и $y(t) = 0$ при $x(t) < 0$, где $x(t)$ — сигнал на выходе ПЧ радиоприемника.

Выходы компараторов подключаются ко входам блока БК (блок коммутации входных сигналов и сигналов сравнения), в котором в соответствии с выбранным режимом работы осуществляется соединение входов данных и входов сравнения блоков БЗ1-БЗ4 (блоков 32-х канальных знаковых корреляторов) с выходами соответствующих компараторов. Устройство обеспечивает следующие режимы работы: четыре 32-х канальных, два 64-х канальных или один 128-ми канальный коррелометры. Тактовые импульсы с выхода тактового генератора ТГ начинают поступать в устройство через элемент М2 после нажатия кнопки «Сброс» или поступления на вход М1 сигнала «Пуск», вырабатываемого управляющей ПЭВМ и поступающего через блок сопряжения БС. Таким образом начинается накопление коэффициентов автокорреляционной функции в нако-

пительных счетчиках знаковых корреляторов. Поступление тактовых импульсов прекращается после выработки сигнала «Готов к выдаче данных», который формируется в счетчике объема выборки СЧВ в момент, когда число выданных тактовым генератором импульсов станет равным заданному объему выборки М. Данный сигнал поступает на вход элемента М2 и далее через блок сопряжения БС в ПЭВМ, чем разрешает считывание данных в ОЗУ компьютера. В счетчике объема выборки СЧВ формируется также сигнал F_{mod} (частота модуляции) путем деления тактовой частоты в заданное число раз (частота сигнала равна f_{mod}) [3,4].

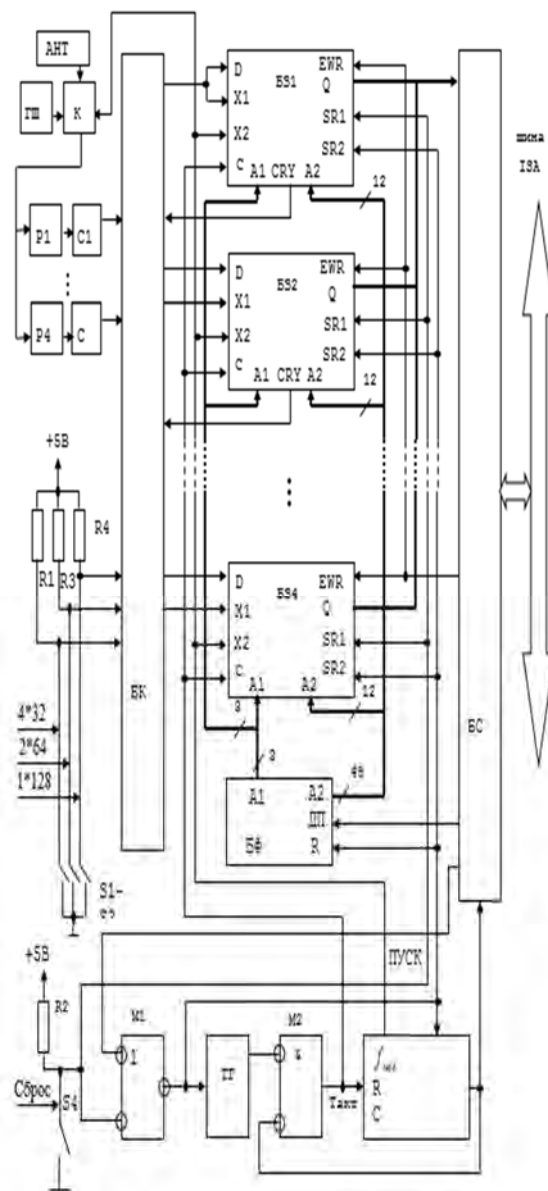


Рис. 1

Блок сопряжения БС обеспечивает подключение устройства к гнезду расширения с интерфейсом ISA и, соответственно, передачу накопленной информации и сигнала "Готов к выдаче данных" в ПЭВМ, а также передачу из ПЭВМ в устройство сигналов синхронизации "ПУСК", ДП ("Данные приняты") и EWR (служебный сигнал для У2ВФ1891).

При поступлении сигнала (сигнал подтверждения записи данных в ОЗУ ПЭВМ) на вход блока БФ (блок формирования адреса выдачи данных) в нем формируется следующий адрес накопительного канала, по которому ПЭВМ должна считать информацию.

Сигнал сброса R служит для начальной установки и запуска устройства.

Вычисление автокорреляционных функций исследуемых процессов происходит в блоках 32-х канальных знаковых корреляторов БЗ1 — БЗ4. Каждый из этих блоков содержит по четыре больших интегральных схемы У2ВФ1891. Одна микросхема содержит по восемь корреляционных каналов, каждый из которых реализует функцию

$$K(mT) = \sum_{i=1}^M y(iT) \oplus y(iT - mT) \oplus F_{\text{mod}},$$

где $i = 1, 2, \dots, M$ — текущее число периодов тактового сигнала,

M — объем выборки (равен общему числу тактов накопления),

$m = 1, 2, \dots, 7$ — номер корреляционного канала (эквивалентен дискретной задержке входного сигнала),

$y(iT)$ — текущее значение входного клиппированного сигнала,

$y(iT - mT)$ — задержанное на m тактов значение входного сигнала,

F_{mod} — меандр с частотой f_{mod} , поступающий с выхода счетчика объема выборки,

T — период дискретизации,

$\oplus$ — сложение по модулю 2.

Так как в микросхеме У2ВФ1891 используются непереворачиваемые счетчики, накопленные данные необходимо отцентрировать

$$R(mT) = K(mT) - M/2$$

После этого в соответствии с теоремой Винера-Хинчена энергетический спектр вычисляется по формуле

$$G(f) = \frac{TR(0)}{M} + 2T \sum_{i=1}^N w(nT) \sin\left(\pi \frac{R(nT)}{2M}\right) \cos(2\pi f nT),$$

где N — число корреляционных каналов, $w(nT)$ — весовая функция, определяющая форму корреляционного окна.

Влияние амплитудно-частотной характеристики и других мешающих факторов при работе в модуляционном режиме значительно ослабляется. При этом корреляционная функция вычисляется как разность

$$R(nT) = R_i(nT) - R_o(nT),$$

где $R_i(nT)$ и $R_o(nT)$ — корреляционные функции исследуемого и опорного сигналов, измеренные соот-

ветственно за первую и вторую половины периода сигнала.

Порядок измерения ухода частоты неконтролируемого излучения был следующим. Сигнал с выхода антенной установки поступал на входной усилитель высокой частоты и затем в гетеродинной части широкополосного приемника преобразовывался к частоте $10\text{МГц} \pm 5\text{Гц}$. Для преобразования входного сигнала в сигнал промежуточной частоты с точностью 5Гц проводились предварительные расчеты доплеровского сдвига частоты входного сигнала по предварительным целеуказаниям. Также была предусмотрена многошкальная система, аналогичная системе измерения набега фазы.

3. Заключение

Таким образом, учитывая особенности обработки радиосигналов НКИ, цифровой знаковый коррелометр, выполненный с использованием больших интегральных схем, позволяет повысить эффективность спектрометрической аппаратуры идентификации радиосигналов. Проведен анализ особенностей применения цифровых коррелометров при воздействии помеховых сигналов на примере исследования воздействия на идеальный ограничитель суммы нормального случайного процесса и двух квазигармонических колебаний.

4. Список литературы

- [1] Поляков, А. Л. Анализ особенностей применения коррелометров при идентификации космических аппаратов в условиях радиопомех / А. Л. Поляков, В. В. Юсов, С. П. Фриз, А. П. Рачинский // Проблемы создания, испытания, применения и эксплуатации сложных информационных систем : сб. науч. тр. — Житомир : ЖВИРЭ, 2007. — Вып. 11. — С. 162 — 169.
- [2] Рачинский, А. П. Построение цифрового знакового коррелометра наземных радиотехнических систем управления и идентификации космических аппаратов / А. П. Рачинский, К. А. Рачинский, А. Л. Поляков. // Сб. науч. тр. — Севастополь : СВМИ им. П.С. Нахимова, 2007. — Вып. 1(11). — С. 101 — 110.
- [3] Козелков, С. В. Математическая модель идентификации космических объектов по неконтролируемому излучению бортовой аппаратуры / С. В. Козелков, А.П. Богдановский, А. Л. Поляков, А. П. Рачинский // Сб. науч. тр. — Харьков : ХУВС им. И. Кожедуба, 2007. — Вып. 4(62). — С. 51 — 55.
- [4] Поляков, А. Л. Алгоритм идентификации космических аппаратов по неконтролируемому излучению бортовой аппаратуры / А. Л. Поляков, А. Н. Богдановский, А. А. Моргунов // Системы вооружения и военная техника. — 2007. — Вып. 2(10). — С. 18 — 20.

METHOD OF INCREASING THE EFFICIENCY OF SPECTROMETRIC EQUIPMENT FOR IDENTIFYING RADIO SIGNALS

Polyakov A. L.¹, Polyakov D. A.²

¹Sevastopol State University, Russia

²Military unit 17204, Russia

Abstract — The article presents the practical results of developing a digital sign correlometer, the use of which in radio engineering systems of the ground-based automated spacecraft control complex for solving the identification problem by uncontrolled radiation of on-board equipment can significantly increase the efficiency of spectrometric equipment for identifying radio signals.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ БЕСКОНТАКТНОГО ИЗМЕРЕНИЯ СИЛЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА, ПРОТЕКАЮЩЕГО В ПРОВОДНИКЕ

Преображенский А. П., Клименко Ю. А.

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

Воронежский институт высоких технологий, Россия

E-mail: klm71165@mail.ru

Аннотация — В работе рассматривается новый метод измерения силы электрического тока с использованием зависимости температуры нагрева проводника от силы электрического тока, протекающего в нём, на основании закона Джоуля-Ленца.

1. Введение

Электроэнергия используется во всех областях человеческой жизнедеятельности.

От обеспечения персонала, обслуживающего электроустановки, надёжными и простыми в эксплуатации приборами дистанционного измерения электрических величин, напрямую зависит надёжность энергоснабжения, сроки эксплуатации технологического оборудования, безопасность человека.

Представляет интерес на практике использование таких инструментов для определения характеристик в электрических сетях, которые позволяют с одной стороны получать быстрый результат, а с другой — были бы безопасны для использования их специалистами.

В данной работе предлагается использование подхода, базирующегося на бесконтактном способе измерения электрического тока.

2. Описание основных шагов методики

Электрический ток, протекая в электропроводной среде, преодолевает электрическое сопротивление проводника.

При этом выполняется работа, в процессе которой происходит выделение тепла в связи с преобразованием механической энергии движения электронов в тепловую энергию [1].

Зависимость выделяемой тепловой энергии от силы электрического тока, протекающего в проводнике, определяется в соответствии с законом Джоуля — Ленца.

Количество теплоты, выделяемой в единицу времени определяется выражением:

$$dQ = I^2 \cdot R \cdot dt \quad (1)$$

где Q — полное количество теплоты, выделяемое за промежуток времени от t_1 до t_2 ; I — сила электрического тока; R — электрического сопротивление проводника; t — время протекания электрического тока.

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} I^2 \cdot R \cdot dt \quad (2)$$

При постоянстве величины электрического тока и электрического сопротивления проводника, выражение приобретает следующую форму:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t \quad (3)$$

Используя закон Ома, преобразуем формулу:

$$Q = \frac{U^2 \cdot t}{R} = I \cdot U \cdot t. \quad (4)$$

Так же

$$dQ = P \cdot dt = I^2 \cdot R_a \cdot dt \quad (5)$$

Из вышеуказанных выражений можем получить, соответственно:

$$I = \frac{Q}{U \cdot t} = \frac{k \cdot F \cdot T_{\text{пов}}}{U} \quad (7)$$

где, k — общий коэффициент теплоотдачи, учитывающий все виды теплоотдачи, Вт/см²; F — поверхность

охлаждения проводника, см²; $T_{\text{пов}}$ — температура нагрева поверхности проводника, t°.

Используя измерительный прибор на основе пирометра (лазерный термометр или СВЧ - измеритель температуры) высокой точности измерения температуры нагрева поверхности проводника (провода, шины, контактные соединения), зная рабочее напряжение сети, а также сечение или другие параметры (вес, длина) проводника, возможно определить силу электрического тока, протекающего в проводнике [2].

Алгоритм работы бесконтактного измерителя силы тока (электрической мощности) можно представить:

- 1) измерение температуры поверхности токоведущего проводника;
- 2) анализ температуры поверхности токоведущего проводника и окружающей среды;
- 3) выбор рабочего напряжения сети, сечения или других параметров (вес, длина) проводника;
- 4) расчёт соотношения выбранных и измеренных параметров сети;
- 5) получение результата измерений.

3. Заключение

В данном докладе рассмотрены основные положения разработанной методики бесконтактного измерения величины силы электрического тока, основанной на применении закона Джоуля-Ленца для обеспечения безопасной эксплуатации электрооборудования и соблюдения норм охраны труда электротехнического персонала.

4. Список литературы

- [1] Трофимова, Т. И. Курс физики : учеб. пособ. для вузов / Т. И. Трофимова ; 11-е изд. — М. : Издательский центр «Академия», 2006. — 560 с.
- [2] Электрические измерения : учеб. для вузов / Под ред. Фремке А. В., Душина Е. М. — М. : Изд-во Энергия, 1980. — 392 с.

THE DEVELOPMENT OF METHOD FOR THE CONTACTLESS MEASUREMENT OF ELECTRIC CURRENT FLOWING IN THE CONDUCTOR

Preobrazhenskiy A. P., Klimenko Yu. A.

Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.

Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — In the paper, new method of measuring the electric current, using the dependence of the conductor heating temperature on the electric current flowing in it, based on the Joule-Lenz law, is discussed.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ РОЯ МОБИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ЛАЗЕРА

Кудрявченко И. В., Краевский Д. Е.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: IVKudryavchenko@sevsu.ru

Аннотация — Рассматривается возможность применения лазерных источников излучения для организации наземного полигона, предназначенного для отработки алгоритмов управления движением и контроля местоположения в пространстве роя малоразмерных мобильных объектов.

1. Введение

Эффективное применение роя, составленного из малоразмерных беспилотных наземных или воздушных мобильных объектов, связано с разработкой методов определения их координат в режиме реального времени. Высокую точность измерений координат элементов роя в условиях специально оборудованного наземного полигона можно обеспечить с помощью лазеров, размещаемых в заданных узлах одно-, двух- или трехмерного дискретного пространства [1].

2. Основная часть

На рис. 1 показана схема измерительного полигона для случая двумерного дискретного пространства.

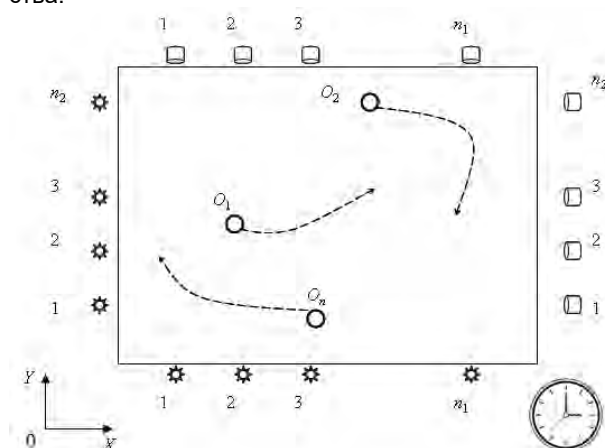


Рис. 1

Символами $O_1, O_2, \dots, O_n$ обозначены n малоразмерных однотипных мобильных объектов роя, которые перемещаются в плоскости XOY .

Пары датчиков, составленные из лазеров непрерывного излучения и фотоприемников, размещены на равных расстояниях вдоль границ полигона таким образом, что их оптические оси параллельны координатным осям OX и OY . Датчики объединены общим интерфейсом, с помощью которого в блок обработки передаются импульсы тока, возникающие в фотоприемниках в моменты времени, когда мобильные объекты пересекают соответствующие оптические оси.

Системные часы обеспечивают измерение с высокой точностью временных интервалов между указанными импульсами тока. Возможные значения погрешностей измерений временных интервалов могут находиться в диапазоне $10^{-7} \dots 10^{-10}$ с [2].

Для того, чтобы различать импульсы, относящиеся к разным объектам, необходимо каждый из них

снабдить метками оптической или радиочастотной идентификации.

Фиксируя моменты, когда движущиеся объекты пересекают соответствующие оптические оси, можно составить систему уравнений в конечных разностях, которая будет содержать информацию о перемещении, скорости, ускорении каждого из объектов и расстояниях между ними.

Если необходимо организовать полигон для измерения параметров движения малоразмерных беспилотных летательных аппаратов, то потребуются ввести третью координатную ось, вдоль которой, на заданных расстояниях, должны быть расположены n_3 параллельных дискретных плоскости с датчиками. В этом случае общее количество размещаемых пар датчиков, составит: $N = n_1 \times n_2 \times n_3$.

3. Заключение

Таким образом, предлагаемый метод определения координат малоразмерных мобильных объектов роя может быть применен для организации наземных полигонов с целью уточнения алгоритмов самоорганизации и управления движением элементов роя.

Положительными особенностями метода являются:

- низкая погрешность измерений параметров движения малоразмерных объектов роя, которая обеспечивается за счет высокоточного измерения временных интервалов и позиционирования лазеров и фотоприемников;
- отсутствие необходимости использования отраженных лучей;
- возможность интерпретации оптических осей датчиков как линий сетки дискретного пространства.

К недостаткам метода можно отнести его высокую аппаратную избыточность, связанную с применением множества однотипных пар датчиков: лазер непрерывного излучения – фотоприемник.

4. Список литературы

- [1] Кудрявченко, И. В. Описание двумерного роя частиц как объекта терминального управления / И.В. Кудрявченко // Инновационная наука, ч. 2. — С. 64 — 67.
- [2] Кудрявченко, И. В. Измерение параметров движения мобильных объектов с «коллективным» поведением / И. В. Кудрявченко, В. Ю. Карлусов // Автоматизация и измерения в машино-приборостроении — 2018. — Вып. 3. — С. 92 — 99.

THE METHOD OF COORDINATE DETERMINING FOR THE MOBILE OBJECTS SWARM BASED ON LASER

Kudryavchenko I. V., Krayevskiy D. E.
Scientific adviser: Kudryavchenko I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The possibility of usage of laser radiation sources to organize a ground polygon for developing the algorithms of a moving control and a location control of the small-sized mobile objects swarm is considered.

ИЗМЕРИТЕЛЬ 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 автоматический измеритель добротности резонаторов, основанный на использовании амплитудно-модулированного микроволнового сигнала с перестраиваемой частотой модуляции.

1. Введение

Проектирование и разработка узкополосных систем связи в микроволновом диапазоне предъявляет высокие требования к точности измерения добротности избирательных систем. Этот параметр существенно влияет на энергетические характеристики систем связи и их частотную избирательность.

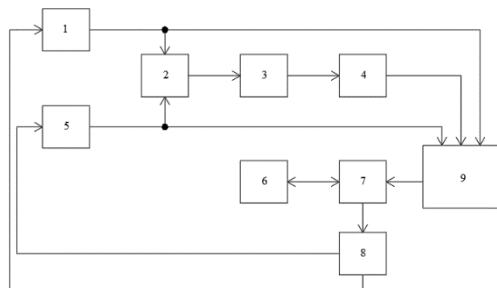
Куметры как конструктивно законченные приборы выпускаются только на диапазон частот до 300 МГц. На более высокие частоты измерители добротности не выпускаются. Они как правило, собираются на месте их использования из отдельных серийно выпускаемых устройств и приборов.

Предложенное изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для высокоточного определения добротности резонаторов.

2. Основная часть

Предлагаемое устройство измерения добротности основан на использовании амплитудно-модулированного (АМ) сигнала, частоту модуляции которого можно перестраивать [1, 2].

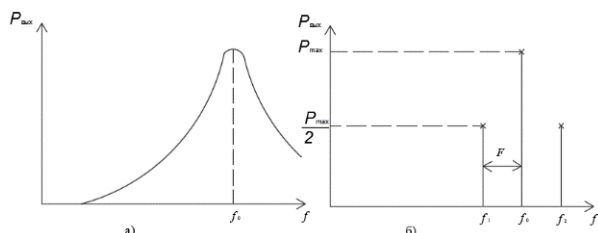
Функциональная схема измерителя представлена на рис. 1.



1 — генератор высокой частоты; 2 — амплитудный модулятор; 3 — исследуемый резонатор; 4 — детектор; 5 — генератор низкой (модулирующей) частоты; 6 — блок управления и индикации; 7 — микропроцессор; 8 — ЦАП; 9 — измеритель частоты и мощности сигналов СВЧ и НЧ.

Рис. 1

На рис. 2 представлены выходные характеристики резонатора.



а) нормированная АЧХ; б) спектр на выходе резонатора

Рис. 2

Измеритель добротности работает следующим образом (рис. 2). Изначальная настройка генератора несущей частоты выполняется минимальным управляющим напряжением. Перестройка генератора СВЧ выполняется управляющим напряжением с выхода ЦАП. Частота увеличивается до тех пор пока микропроцессор не увидит спад по мощности, что соответствует f_0 резонансной частоте. Для определения ΔF_1 частоты половинной мощности резонатора увеличиваем частоту НЧ генератора до тех пор пока не найдем частоты половинной мощности. Зная резонансную частоту и частоту половинной мощности (рис. 2) можно найти добротность резонатора по формуле

$$Q = f_0 / 2\Delta F_1.$$

Анализ погрешности рассмотренного измерителя показал, что при использовании электронно-счетного частотомера и генераторов с относительной нестабильностью частоты 10^{-3} она не превышает 0,1%.

3. Заключение

Предложенный прибор 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. Гимпелевич, В. Б. Салицкий. — №4670316/24-09. Заявлено 18.01.89. Оpubл. 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. Оpubл. 07.03.92. Бюл. №9. — 7 с.

THE MEASURER OF QUALITY FACTOR OF RESONATORS

Plotkin A. D., Alkaev M. E.

Scientific adviser: Plotkin A. D.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The auto meter for measurement of q-factor of resonator, based on the use of amplitude-modulated microwave signal with tunable modulation frequency, is considered.

СТЕНД ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ МНОГОЧАСТОТНОГО НАБОРА НОМЕРА

Афонин И. Л., Иевлев К. В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л.
Испытательный центр «Омега» — филиал ФГУП НИИР, Россия
E-mail: ivlev@niir.ru

Аннотация — Представлен стенд формирования сигналов многочастотного набора номера предназначен для испытаний параметров многочастотного набора номера DTMF, а также других акустических сигналов, аналогового двухпроводного интерфейса FXS.

1. Введение

Стенд работает на основе персонального компьютера и соединяется с аналоговой линией FXS через устройство развязки и усилитель напряжения, выполненные в одном корпусе. Позволяет управлять параметрами генерируемых сигналов. Стенд способен набирать произвольный телефонный номер сигналами частотного набора номера DTMF с количеством цифр номера от 1 до 12.

2. Основная часть

Программа DTMF_GEN — это уникальное ПО с Графическим Пользовательским Интерфейсом (GUI), работающее на персональном ПК, которое способно осуществлять набор номера и управлять параметрами выходного сигнала.

Программа позволяет изменять параметры сигналов, в окнах Pause duration и Signal duration задаются длительность пауз и длительность посылки тона соответственно, в секундах. В окнах Amplitude 1 и Amplitude 2 задаются уровни составляющих каждой группы частот, в децибелах. В окнах Freq difference 1 и Freq difference 2 задается отклонение частоты от стандартного значения тона 1 и тона 2 соответственно, отклонения указываются в процентах. На рисунке 1 приведен снимок главного окна программы.



Рис. 1

Стенд набора номера DTMF, распознаваемых АТС:

- Группа частот 1 (697, 770, 852, 941 Гц) и группа частот 2 (1209, 1336, 1477, 1633 Гц), с возможностью генерации одновременной двухчастотной посылки с номинальным уровнем минус $(5,0 \pm 0,5)$ дБм0;

- Отклонение частот — не более 1,8%

- Уровни частотных составляющих от минус 20 дБн до 0 дБн, разность уровней частотных составляющих не более 5 дБ;

- Длительность двухчастотных посылок и пауз между ними не менее 40 мс;

Стенд набора номера DTMF, нераспознаваемых АТС:

- Отклонение частот от номинального значения группы частот 1 и группы частот 2 более 3 %. Частоты должны задаваться с шагом 0.1%;

- Уровни любой из частотных составляющих менее минус 37 дБн;

- Разность уровней сигналов группы 1 и группы 2 более 15 дБ;

- Длительность двухчастотных посылок и пауз между ними менее 20 мс.

Для проведения испытаний необходимо подключить стенд к измеряемой линии FXS так, как указано на рисунке 2.

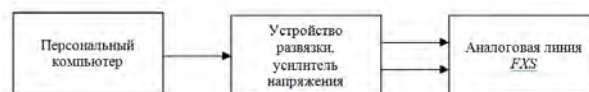


Рис. 2

3. Заключение

Разработан, изготовлен и аттестован в качестве испытательного оборудования стенд формирования сигналов многочастотного набора номера, осуществляющий генерирования всех необходимых видов сигналов для проведения испытаний аналоговой линии FXS и АТС.

4. Список литературы

- [1] Постановление Правительства РФ от 26 сентября 2016 г. N 969 «Об утверждении требований к функциональным свойствам технических средств обеспечения транспортной безопасности и Правил обязательной сертификации технических средств обеспечения транспортной безопасности».
- [2] Шлюзы FXS и F{O [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://treolink.ru/articles/difference-between-fxo-and-fxs>.

STAND FOR IMITATION OF SIGNALS OF MULTIFREQUENCY DIALING

Afonin I. L., Ievlev C. V.

Scientific adviser: Afonin I. L.

Sevastopol «Testing Center «Omega» — Affiliated Office of FSUE NIIR, Russia

Abstract — A multifrequency signal-shaping facility is presented. The stand is designed to test the parameters of DTMF multifrequency dialing, as well as other acoustic signals, the FXS analog two-wire interface.

УСТРОЙСТВО ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ МАССЫ ДЛЯ ПАСЕКИ

Цой О. А., Дурманов М. А.

Научный руководитель: Дурманов М. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: MADurmanov@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрена структурная схема устройства дистанционного контроля массы улья. Измерение веса производится с помощью тензорных датчиков с последующим преобразованием в форму, пригодную для обработки микроконтроллером. По GSM каналу информация о весе передается конечному получателю.

1. Введение

Пчеловодство является важной и неотъемлемой частью агропромышленного комплекса России. В системе комплексного использования пчелиных семей, доход от опыления сельскохозяйственных культур во многих европейских странах, США и Канаде превышает 60 % [1].

Технологии и оборудование, применяемые в отечественной отрасли пчеловодства, не в состоянии обеспечить рост производства продукции пчеловодства, в связи с этим специалистам аграрной отрасли необходимо более глубокое изучение биологических особенностей пчёл и современных технологий производства продукции, для реализации программы развития АПК.

Для жизнеобеспечения и создания условий для наиболее комфортного проживания и жизнедеятельности пчел, а также для сохранения пчелиных семей предлагается система мониторинга состояния пасеки.

2. Основная часть

Основными задачами разрабатываемого устройства является измерение веса улья и передача информации получателю для принятия соответствующих решений.

Постоянный мониторинг веса улья позволяет установить два важных состояния пчелиной семьи. Во-первых, если вес улья в течение определенного времени не меняется, значит пчелам не от куда собирать нектар, и пчелиная семья не работает. Это приводит к тому, что прекращается обновление популяции пчел, и семья может погибнуть. Во-вторых, если все рамки заполнены — вес улья достиг своего предельного значения — пчелам некуда приносить нектар, и опять семья перестает работать.

Устройство дистанционного контроля веса улья состоит из устройства измерения веса улья и информационно-коммуникационного устройства (рис. 1).

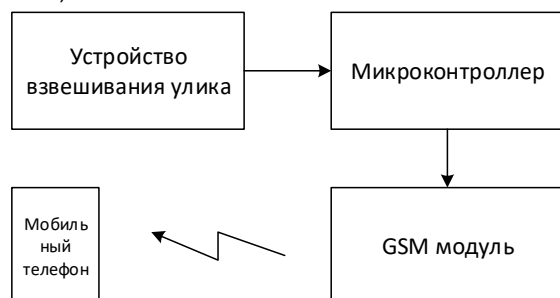


Рис. 1

Устройство взвешивания улья состоит из четырех тензодатчиков, включенных по мостовой схеме

(рис. 2), с предельным измеряемым значением веса 200 кг; преобразователя сигнала от тензодатчиков НХ711.

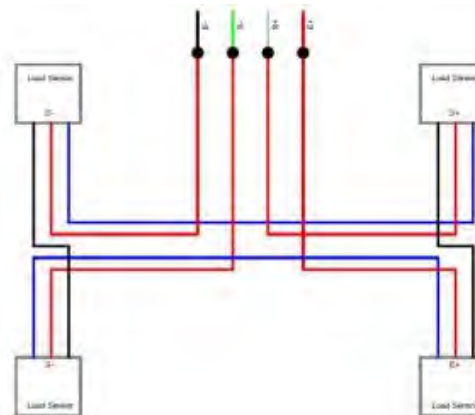


Рис. 2

В мостовой схеме сопротивление резисторов устанавливается равным сопротивлению тензодатчиков в свободном состоянии. Таким образом, если к тензодатчику не приложено никакой силы, мост будет симметрично сбалансирован и вольтметр покажет напряжение 0 вольт. Как только будет оказана нагрузка на тензодатчик, сопротивление его увеличится или уменьшится, произойдет разбалансировка моста и вольтметр покажет некоторое напряжение.

Микросхема НХ711 подключается к тензодатчикам через мостовую схему и к МК. и является усилителем и аналого-цифровым преобразователем сигнала с тензодатчиков.

Устройство взвешивания улья подключается к микроконтроллеру, где происходит сбор и обработка данных. Далее данные передаются с помощью GSM модуля пользователю.

3. Заключение

Устройство дистанционного контроля веса улья поможет правильно планировать мероприятия по жизнеобеспечению пасеки, что позволит увеличить объем производства продукции пчеловодства.

4. Список литературы

- [1] Комлацкий, В. И. Пчеловодство : учеб. пособ. / В. И. Комлацкий, С. В. Логинов, С. В. Свистунов. — Краснодар, 2010. — 109 с.

THE WEIGHT REMOTE CONTROL DEVICE FOR APIARY

Tsoy O. A., Durmanov M. A.

Scientific adviser: Durmanov M. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The structural diagram of the device for the weight remote control of hive is considered. Weight measurement is realized with using tensor sensors, followed by conversion to a form suitable for processing by a microcontroller. On the GSM channel weight information to the final recipient is transmitted.

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ СКАЧКАХ / ПОСАДКАХ В ПРОМЫШЛЕННОЙ СЕТИ

Дурманов М. А., Алексеичев А. А., Скорик И. В.

Научный руководитель: Дурманов М. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: MADurmanov@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрена структурная схема устройства контроля посадки напряжения в промышленной сети. Устройство основано на аналого-цифровом преобразовании напряжения и нахождении момента, когда наблюдается превышение рабочего напряжения заданного порогового значения.

1. Введение

Посадка напряжения — одна из наиболее распространенных проблем, с которой сталкиваются жители квартир или частных домов в процессе эксплуатации электроприборов. Под понятием скачков напряжения подразумевают, как правило, кратковременные или импульсные изменения значения напряжения, как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения. В зависимости от причины перепады напряжения могут иметь различную частоту, амплитуду и общую продолжительность. В промышленных сетях, в которых не предусмотрена стабилизация напряжения скачки напряжения могут привести к внезапному отключению мощной аппаратуры. В данный момент на рынке есть множество устройств для контроля наличия напряжения сети, но большинство их имеют только индикацию наличия сети и не способны сигнализировать о кратковременных скачках напряжения.

2. Основная часть

В работе представлена структурная схема устройства (рис. 1) и описан принцип его работы.

Датчик посадки напряжения состоит из пяти блоков: выпрямитель (В), делитель напряжения (Д), блок питания (БП), микроконтроллер (МК), устройство ввода-вывода (УВ/В).

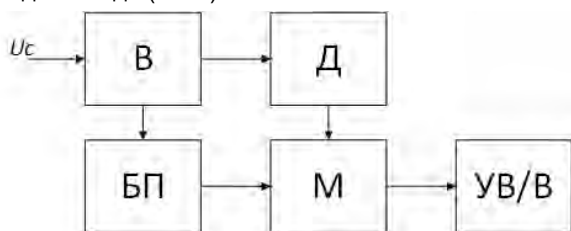


Рис. 1

Датчик посадки напряжения подключается к промышленной сети электроснабжения с действующим значением напряжения 220 В. Выпрямитель необходим для преобразования переменного напряжения сети в однополярное положительное напряжение амплитудой 310 В. В устройстве используется мостовая схема выпрямителя.

К выходу выпрямителя подключен делитель напряжения, состоящий из двух резисторов, номиналы которых выбраны так, чтобы коэффициент деления был равен 100. Блок питания подает рабочее напряжение для микроконтроллера.

Для разработки макета датчика посадки напряжения была выбрана плата *Arduino Nano V.3* с микроконтроллером *ATmega328*.

Для отображения информации и управления устройством используем блок ввода-вывода *LCD 1602 Keypad Shield*, состоящий из двустрочного монохромного дисплея с подсветкой и шестикнопочной клавиатуры.

Сигнал с выхода делителя поступает на аналоговый вход микроконтроллера. Для считывания значения с аналогового входа требуется около 100 микросекунд, поэтому максимальная частота опроса вывода приблизительно равна 10 000 раз в секунду. Так как сигнал, который поступает с делителя напряжения, имеет форму полуволн с частотой 100 Гц, что соответствует длительности периода равной 10 мс. Далее значение каждой выборки необходимо сравнить с значением предыдущей выборки, и эту операцию производить до тех пор, пока последующая выборка не будет меньше предыдущей.

Сохраненную выборку сравниваем с пороговым значением, которое задается с помощью устройства ввода-вывода, изначально это значение составляет $220\text{В} \pm 15\%$. В случае если сохраненное значение не превышает порогового значения, на *LCD*-дисплей устройства ввода-вывода выводится соответствующее сообщение. Но если оно выходит за пределы порогового значения, появляется сообщение о превышении допустимого значения напряжения.

Преимущества устройства на основе микроконтроллера заключается в том, что в случае необходимости его можно дополнить световой и звуковой индикацией, также есть возможность реализовать аварийное отключение, а затем и включение мощных устройств, количество порогов срабатывания можно выбирать в зависимости от требований потребителя.

3. Заключение

Разработанное устройство поможет оператору мощного промышленного оборудования оперативно восстановить его работоспособность, в случае отключения, вызванного посадкой напряжения промышленной сети.

4. Список литературы

- [1] Титце, У Полупроводниковая схемотехника / У. Титце, К. Шенк. — М.: Издательство «Мир», 1982. — 502 с.
- [2] Амосов, В. В. Схемотехника и средства проектирования цифровых устройств / В. В. Амосов. — СПб.: Издательство «БХВ-Петербург», 2007. — 538 с.

CONTROL DEVICE OF VOLTAGE DROPS IN POWER GRID

Alekseichev A. A., Durmanov M. A., Skorik I. V.

Scientific adviser: Durmanov M. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Structural scheme of control device of voltage drops is considered. The device is based on analog-to-digital voltage conversion, and finding the moment when there is an excess of the operating voltage of a given threshold value.

ЭКСТРАПОЛЯЦИОННЫЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Дубяго М. Н., Полуянович Н. К., Бурьков Д. В.
Южный федеральный университет, Таганрог
E-mail: nik1-58@mail.ru

Аннотация — Показано, что в качестве аппроксимирующей прогнозирующей функции для исследования термофлуктуационных процессов наиболее эффективным является применение степенной функции, обеспечивающая требуемую точность и автоматизацию.

1. Введение

При оценке пропускной способности в задачах мониторинга теплового режима необходимо анализировать температуру жилы в режиме реального времени и своевременно предотвращать токовые перегрузки СКЛ [1, 2]. Для выполнения этих задач требуется производить расчёты температуры в динамике, а для своевременного предотвращения токовых перегрузок требуется прогнозирование температур жил кабелей в режиме реального времени.

Последнее означает, что необходимо постоянно прогнозировать, нагрев кабелей на некоторое время вперёд, причем такое, чтобы была возможность принять меры по снижению нагрузки КЛ.

2. Основная часть

Выбор метода прогнозирования остаточного ресурса зависит от характера преобладающего процесса деградации (изнашивания, усталости и др.) а также от необходимой точности и достоверности прогноза.

Идеальным случаем решения задачи является адекватное описание изменения функции $\Theta(t)$, каким-либо аналитическим выражением. Ввиду сложности нахождения таких выражений по дискретным точкам целесообразно определить наилучшую структуру аналитического выражения, а при прогнозировании конкретной функции $\Theta(t)$, изменить базовые элементы, входящие в это выражение.

Проведены исследования, которые заключались в аппроксимации экспериментальных значений температуры силового кабеля: АПв Пу г-1х30/25-10, несколькими функциями. Для оценки качества прогнозирования были рассчитаны коэффициенты функций и критерии согласия, приведенные.

Доказательством адекватности аппроксимирующей функции является моделирование теплопереноса жилы СКЛ [3, 4] различными методами и сравнение с экспериментальной кривой. сравнительный анализ экспериментальных и расчетных характеристик показал, что из трех (экспоненциальная функция, линейная функция и полином 1-й степени) предложенных аппроксимирующих зависимостей лучшие статистические показатели демонстрирует экспоненциальная функция.

3. Заключение

Получены аналитические зависимости на основе анализа термофлуктуационных процессов для расчета рациональных параметров электротехнических устройств контроля технического состояния изоляционных материалов кабельных линий под нагрузкой, учитывающие характеристики температуры изоляции.

4. Список литературы

- [1] Полуянович, Н. К. Методы испытания силового электрооборудования / Н. К. Полуянович, М. Н. Дубяго, В. А. Щуровский. / Южный Федеральный Университет, Инженерно-технологическая академия, Институт радиотехнических систем и управления, Кафедра электротехники и мехатроники. Таганрог, 2016. — 136 с.
- [2] Дубяго, М. Н. Метод амплитудного и фазового распределения импульсов частичных разрядов в задачах исследования изоляции кабельных линий / М. Н. Дубяго, Н. К. Полуянович // Изв. ЮФУ : Технические науки. — 2012. — № 7 (132). — С. 200 — 205.
- [3] Dubyago, M. N. Thermodynamic approach for identifying oxidative processes insulation breakdown / M. N. Dubyago, I. A. Poluyanovich, N. K. Poluyanovich // Applied Mechanics and Materials. — 2015. — Iss. 752-753. — С. 1153 — 1157.
- [4] Dubyago, M. N. Prediction of residual life of isolating materials in the process of thermal power equipment deterioration / M. N. Dubyago, N. K. Poluyanovich // Advances in energy, environment and chemical engineering (AEECE 2015). — 2015. — С. 49 — 54

EXTRAPOLATION METHOD FOR PREDICTING THE INSULATION MATERIALS OF CABLE LINES

Dubyago M. N., Poluyanovich N. K., Burykov D. V.
Southern Federal University, Taganrog

Abstract — It is shown that as an approximating predictor function for the study of thermal-fluctuation processes the most effective is the use of a power function that provides the required accuracy and automation.

МИКРОВОЛНОВЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Трушкин А. Н., Смаилов С. Ф.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: nataly_olga@list.ru

Аннотация — Предложен микроволновый метод определения содержания воды в жидкостях, обеспечивающий более высокую точность, производительность измерений по сравнению с существующими аналогами. Аппаратура на его основе может использоваться в нефтехимической отрасли для контроля содержания влаги в нефтепродуктах.

1. Введение

Известен метод контроля влагосодержания [1], который не требует специальных методов градуировки, прост в использовании, однако имеет недостаточную точность измерения. Основными причинами больших погрешностей измерения являются: неоднородность материала; форма связи влаги в материале; плотность; изменения температуры окружающей среды; инструментальная погрешность. Из всех существующих СВЧ методов измерения наиболее подходящим в данном случае является квазиоптический.

2. Основная часть

Очевидно, что параметры прошедшего сквозь образец сигнала будут зависеть от диэлектрических свойств вещества и его процентного содержания. Существенное значение имеет и ориентация неоднородностей в материале. Например, если неоднородность (рис. 1) имеет форму эллипса, то сигнал, пройдя от передатчика 1 к приемнику 1, будет иметь ослабление меньше, чем от передатчика 2 к приемнику 2. В результате от ориентации неоднородности в направлении облучения появляется дополнительная погрешность, которая обусловлена неоднородным распределением влаги.

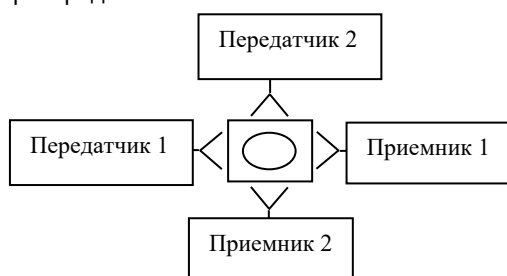


Рис. 1

Для снижения влияния на результат измерения указанной погрешности применяют различные способы. Наиболее эффективным из них является способ измерения влажности, заключающийся в многократных измерениях амплитуды СВЧ-сигнала, прошедшего сквозь вращающийся в микроволновом поле исследуемый образец, с последующим определением среднего значения измеряемой величины [2].

На рис. 2 показана схема измерителя, реализующая предлагаемый метод. Электромагнитная волна делится делителем мощности на две равные части. К первому выходу делителя подключены, соединенные последовательно, первый амплитудный модулятор и управляемый фазовращатель, выходом подключенный к первому входу сумматора. Ко второму

выходу делителя мощности подключен второй амплитудный модулятор своим выходом нагруженный на передающую рупорную антенну. Рупорная антенна облучает вращающуюся радиопрозрачную емкость с исследуемым материалом. Электромагнитная волна проходит через исследуемый материал, попадает на приемную антенну и далее на второй вход сумматора. К выходу сумматора подключен СВЧ детектор.

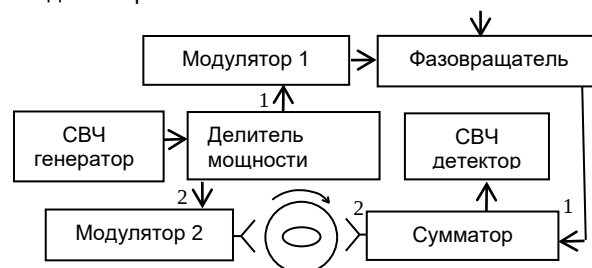


Рис. 2

Измерительный цикл рассматриваемого устройства состоит из двух тактов. В первом такте управляемый фазовращатель устанавливается в первое состояние и на выходе СВЧ детектора появляется напряжение U_1 . Во втором такте управляемый фазовращатель устанавливается в свое второе состояние и на выходе СВЧ детектора появляется напряжение U_2 . В спектре продетектированного сигнала есть составляющие, которые выделяются избирательной системой блока обработки и управления.

3. Заключение

Двухканальный измеритель на основе описанного метода имеет вращающуюся радиопрозрачную емкость с материалом, что позволяет повысить точность измерения. Введение амплитудных модуляторов позволяет упростить обработку информации.

4. Список литературы

- [1] ГОСТ 2477-65. Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания воды.
- [2] Саитов, Р. И. СВЧ-контроль влажности зерна в условиях мелькомбината / Р. И. Саитов, Э.М. Марданова // Наука — основа образования : сб. науч. тр. АН РБ и БГПИ. — Уфа, 1998. — С. 57 — 61.

MICROWAVE METHOD FOR DETERMINING THE MOISTURE OF PETROLEUM PRODUCTS

Trushkin A. N., Smailov S. F.

Scientific adviser: Trushkin A. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A microwave method for determining the water content in liquids is proposed, which provides higher accuracy and measurement performance compared to existing analogues. Apparatus, based on it, can be used in the petrochemical industry to control the moisture content in petroleum products.

МИКРОВОЛНОВЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ БЕТОНА

Трушкин А. Н., Смаилов С. Ф.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: nataly_olga@list.ru

Аннотация — Предложен микроволновый метод определения содержания воды в бетоне, обеспечивающий более высокую точность, производительность измерений по сравнению с существующими аналогами. Аппаратура на его основе может использоваться в строительной отрасли для непрерывного контроля влажности смеси в бетономешалке.

1. Введение

В сверхжестких бетонных смесях содержание влаги очень мало. Отклонение от нормы чревато неприятностями. Даже если есть дозатор воды, легко промахнуть, если не учитывать воду, содержащуюся в песке. Погрешность большинства традиционных методов измерения влажности составляет 1—2%, что недостаточно для полусухого вибропрессованного бетона. В настоящее время находят применение нейтронный и микроволновый методы, которые дают возможность контроля влаги в бетоне с погрешностью порядка 0,25% [1]. Однако нейтронный метод требует дорогой аппаратуры для его реализации, и никто не хочет связываться с хранением и использованием радиоактивных компонент.

2. Основная часть

Как правило, микроволновые измерительные датчики работают в диапазоне 433,92 МГц или 2,45 ГГц, имеют сравнительно низкую потребляемую мощность — менее 10 Вт, низкую излучаемую мощность — менее 10 мВт, и конструктивно выполнены в виде датчиков падающей и прошедшей мощности.

На рис. 1 показана структурная схема измерителя на основе предлагаемого метода. СВЧ генератор вырабатывает электромагнитную волну и делит ее на две равные части. Первая волна проходит через первый ферритовый вентиль, первый амплитудный модулятор и первую антенну, которая расположена на левой стенке смесителя. Вторая волна проходит через второй ферритовый вентиль, второй амплитудный модулятор и вторую антенну, которая расположена на правой стенке смесителя.

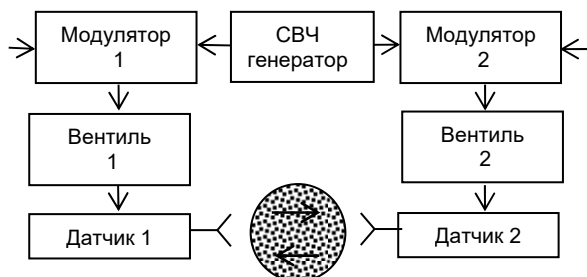


Рис. 1

Под действием СВЧ поля молекулы воды (диполи) начинают совершать колебательные и вращательные движения, ориентируясь с частотой поля по его электрическим линиям. Поэтому определенная часть энергии поглощается. При расчете отношения учитывается как поглощенная, так и излученная мощность. Это отношение отражает пропорциональное содержание влаги в материале.

На рис. 2 показана сверхвысокочастотная схема измерителя со смесителем и датчиками падающей и прошедшей волн.

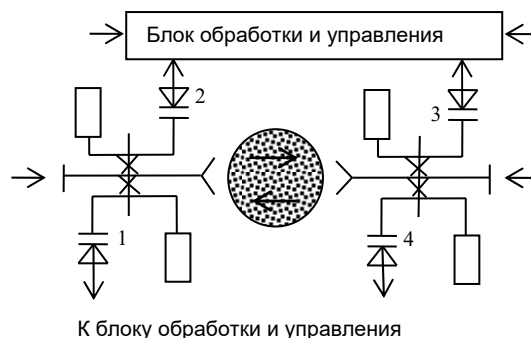


Рис. 2

Электромагнитная волна при прохождении через модулятор модулируется по амплитуде. Частота модуляции для первой электромагнитной волны Ω_1 , а для второй Ω_2 . При выполнении условия $\Omega_1 \neq \Omega_2$ и использовании симметричных двенадцатиполосников на основе двунаправленных ответвителей появляется возможность выделения сигналов, распространяющихся в двух взаимно-противоположных направлениях. Электрическая симметрия двенадцатиполосников позволяет существенно снизить погрешность измерения влажности, обусловленную конечной направленностью ответвителей двенадцатиполосника [2].

3. Заключение

Измеритель на основе симметричных двенадцатиполосников с модуляторами позволяет повысить точность измерения влаги в бетоне.

4. Список литературы

- [1] Федюнин, Д. А. / Д. А. Федюнин, С. А. Дмитриев // Матер. докладов 9-й Всероссийской НТК «Состояние и проблемы измерений», 23—25 ноября 2004 г. — М. : МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. — С. 196 — 198.
- [2] Трушкин, А. Н. Измерители параметров двухполосников миллиметрового диапазона волн с автоматической коррекцией погрешностей : Дис. канд. техн. наук: 05.11.08. Севастополь, 1986. — 242 с.

MICROWAVE METHOD FOR CONTROL OF CONCRETE MOISTURE

Trushkin A. N., Smailov S. F.

Scientific adviser: Trushkin A. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A microwave method for determining the water content in concrete is proposed. The method provides higher accuracy and measurement performance compared to existing analogues. The equipment, based on it, can be used in the construction industry for continuous control of the moisture content of the mixture in the concrete mixer.

МИКРОВОЛНОВЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ

Трушкин А. Н., Мороз Н. В.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: nataly_olga@list.ru

Аннотация — Предложен микроволновый метод определения содержания влаги в древесине, обеспечивающий высокую точность, производительность измерений по сравнению с существующими аналогами. Аппаратура на его основе может использоваться в строительной отрасли, при производстве мебели и в других областях народного хозяйства.

1. Введение

Древесина, как природный материал находит широкое применение. Процесс контроля сушки древесины определяет потребительские свойства конечного продукта и является базовой операцией технологии переработки древесины. Поэтому совершенствование традиционных и разработка новых методов и средств контроля содержания влаги в пиломатериалах имеет большое значение. Преимуществами СВЧ-влажнометрии являются: возможность бесконтактного контроля влажности, относительная простота и дешевизна аппаратуры, хорошие метрологические характеристики [1].

2. Основная часть

Принципы измерения влажности древесины микроволновым методом давно известны и основаны на взаимодействии электромагнитного поля с исследуемым материалом. Как известно, информация о влажности древесины заложена в коэффициентах отражения и передачи при прохождении электромагнитной волны через исследуемый образец.

На рис. 1 показана схема измерителя, реализующая предлагаемый метод. Электромагнитная волна делится делителем мощности на две равные части. К первому выходу делителя подключены, соединенные последовательно, первый аттенюатор, передающая рупорная антенна, исследуемый образец, приемная антенна, выход которой соединен с первым входом тройника. Электромагнитная волна проходит через исследуемый материал, попадает на приемную антенну и далее на первый вход двойного волноводного тройника. Выход тройника подключен к входу СВЧ детектора, который своим выходом соединен с входом блока обработки. Ко второму выходу делителя мощности подключен второй аттенюатор выходом соединенный со вторым входом тройника.

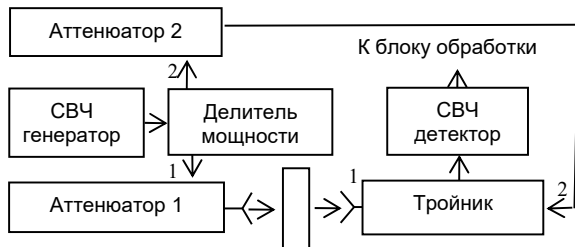


Рис. 1

Измерительный цикл рассматриваемого устройства состоит из двух тактов. В первом такте первый аттенюатор открыт, а второй закрыт и электромагнитная волна от СВЧ генератора проходит к СВЧ

детектору через делитель мощности, первый аттенюатор, передающую антенну, исследуемый образец, приемную антенну и первый вход тройника. На выходе детектора появляется напряжение U_1 . Во втором такте первый аттенюатор закрыт, а второй открыт и волна от СВЧ генератора проходит к СВЧ детектору через делитель, второй аттенюатор, второй вход тройника.

На выходе детектора появляется напряжение U_2 .

Блок обработки сигналы U_1 , U_2 обрабатывает.

Измерению предшествует процедура калибровки.

На рис. 2 показана схема устройства, поясняющая процедуру контроля влажности в процессе сушки.

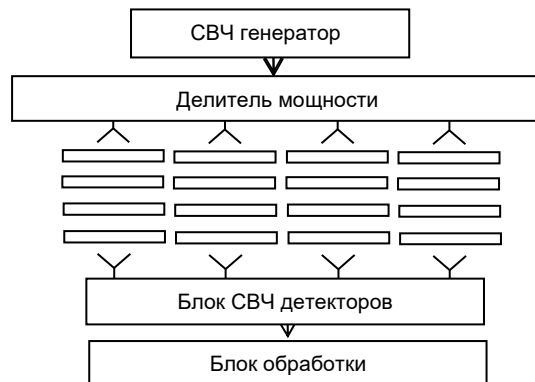


Рис. 2

3. Заключение

Двухканальный измеритель на основе описанного метода имеет систему передающих и приемных антенн, позволяющих пропускать электромагнитные волны через все всю партию пиломатериалов одновременно с возможностью движения системы антенн вдоль штабеля. Таким образом, осуществляется контроль влажности по всей длине исследуемого объекта, что повышает точность и производительность измерения влаги в древесине.

4. Список литературы

- [1] Тетушкин, В. А. Приемно-излучательные измерительные апертуры микроволнового термовлаго-метрического метода / В. А. Тетушкин, П. А. Федюнин, Д. А. Дмитриев // Наука на рубеже тысячелетий: матер. конф., 29—30 окт. 2004 г. — Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. — С. 32 — 34.

MICROWAVE WOOD MOISTURE CONTROL METHOD

Trushkin A. N., Moroz N. V.

Scientific adviser: Trushkin A. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A microwave method for determining the moisture content in wood is proposed. The method provides high accuracy and measurement performance compared to existing analogues. Equipment, based on it, can be used in the construction industry, in the manufacture of furniture and in other areas of the national economy.

ИЗМЕРЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛОСКОВОЙ ЛИНИИ

Сердюк И. В., Овчаров П. П., Невмержицкий М. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: serdyuk_igor@mail.ru, nevmerzhitskiy@inbox.ru

Аннотация — Предложена методика измерения диэлектрических параметров полосковой линии. Выполнено электронное моделирование несимметричной полосковой линии в AWR Design Environment.

1. Введение

В настоящее время измерение электрических характеристик диэлектриков в СВЧ диапазоне осуществляется, в основном, резонансными методами, предполагающими изготовление образцов специальной формы и строго определенных размеров. Одной из задач является необходимость измерения параметров диэлектрических материалов подложек полосковых линий в микроволновом диапазоне частот.

2. Основная часть

Несимметричная полосковая линия представляет собой проводник прямоугольного сечения, расположенный над заземленной пластиной, являющейся вторым проводником линии. Проводники линии разделены, как правило, слоем твердого диэлектрика — основанием, и линия называется в этом случае микрополосковой. Диэлектриком между верхним экраном и полосковым проводником обычно служит воздух.

Волновым сопротивлением несимметричной полосковой линии с квази Т-волной называется отношение напряжения между внутренним (полосковым) проводником и заземленной пластиной к току в полосковом проводнике в режиме бегущей волны в линии. Волновое сопротивление ρ в Омах линии с диэлектрическим заполнением определяется соотношением [1]:

$$\rho = \frac{\rho_1}{\sqrt{\epsilon_{\text{эфф}}}},$$

где ρ_1 — волновое сопротивление линии с теми же размерами и расположением проводников, но при удаленном диэлектрике; $\epsilon_{\text{эфф}}$ — эффективная относительная диэлектрическая проницаемость среды в линии.

Эффективная относительная диэлектрическая проницаемость определяется геометрией полосковой линии и относительной диэлектрической проницаемостью подложки [2]:

$$\epsilon_{\text{эфф}} = \frac{\epsilon + 1}{2} + \frac{\epsilon - 1}{2} \left(1 + \frac{10h}{W + \frac{t}{\pi} \left(\ln \frac{2h}{t} + 1 \right)} \right)^{-\frac{1}{2}},$$

где h — толщина диэлектрика; W — ширина полоски проводника; t — толщина полоски проводника.

Длина волны в полосковой линии определяется через длину волны в свободном пространстве λ и эффективную диэлектрическую проницаемость:

$$\lambda_{\text{пл}} = \frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon_{\text{эфф}}}}.$$

Откуда

$$\sqrt{\epsilon_{\text{эфф}}} = \frac{\lambda}{\lambda_{\text{пл}}};$$

$$\epsilon = \frac{2 \left(\frac{\lambda}{\lambda_{\text{пл}}} \right)^2 - (1 - P)}{1 + P},$$

где параметр $P = \left(1 + \frac{10h}{W} \right)^{-\frac{1}{2}}$ определяется геометрическими размерами полоски и основания платы.

Электронное моделирование несимметричной полосковой линии в AWR Design Environment представлено на рис. 1 и рис. 2.

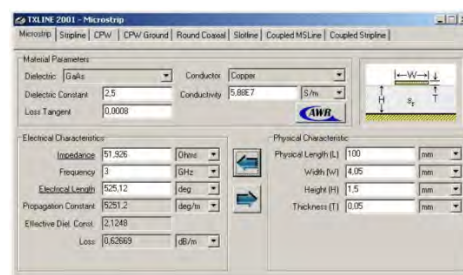
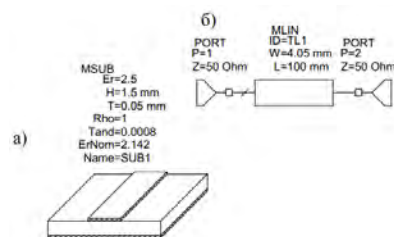


Рис. 1



MLIN — отрезок полосковой линии;
 PORT — порт на входе и выходе линии;
 MSUB — используемая диэлектрическая подложка;
 а) диэлектрическая подложка; б) полосковая линия.

Рис. 2

3. Заключение

Разработан метод измерения диэлектрической проницаемости оснований несимметричных полосковых линий. Проведены теоретические и практические исследования.

4. Список литературы

- [1] Справ. по расчету и конструированию СВЧ полосковых устройств / С. И. Бахарев, В. И. Вольман, Ю. Н. Либидр.; Под ред. Вольмана В. И. — М.: Радио и связь, 1982. — 328 с.
- [2] Основы проектирования микроволновой аппаратуры / Под ред. Высоцкого Б. Ф. — М.: Сов. радио, 1977. — 443 с.

MEASUREMENT OF THE STRIP LINE DIELECTRIC PARAMETERS

Serdyuk I. V., Ovcharov P. P.,
 Nevmerzhitskiy M. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A technique for measuring the dielectric parameters of the strip line is proposed. An electronic simulation of an asymmetric strip line was performed in AWR Design Environment.

ЦИФРОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ЁМКОСТИ

Зиборов С. Р., Меркурьева Е. Д.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: sergey.ziborov@gmail.com

Аннотация — Предложена структура цифрового измерителя ёмкости, основанная на методе времяимпульсным преобразовании измеряемой величины в постоянное напряжение, и проанализирована погрешность измерения.

1. Введение

При техническом обслуживании радиоаппаратуры возникает необходимость измерения ёмкости конденсаторов, от значения которых зависят параметры аппаратуры, что определяет актуальность доклада.

2. Основная часть

На рис. 1 изображена упрощенная структурная схема измерителя ёмкости.

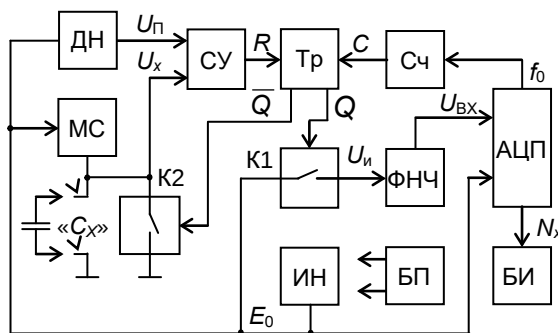


Рис. 1

Измеряемая ёмкость подключается к входам «СХ». Измеритель работает циклически, частота повторения циклов F задается выходным сигналом счётчика СЧ, на вход которого подается сигнал тактового генератора аналого-цифрового преобразователя АЦП с частотой f_0 . Перед началом каждого цикла напряжение на выходе Q триггера Тр имеет низкий уровень, а на выходе $\bar{Q}$ — высокий. При этом ключ К1 разомкнут, а ключ К2 замкнут. Начальное напряжение на ёмкости $U_x = 0$. Источник напряжения ИН вырабатывает постоянное напряжение E_0 , которое используется в качестве опорного в АЦП, а также для формирования помощью делителя напряжения ДН. порогового напряжения $U_n = 0,632 E_0$. Поскольку $U_n > U_x = 0$, то на выходе сравнивающего устройства СУ устанавливается напряжение высокого уровня.

Измерительный цикл начинается с поступления на вход С триггера положительного фронта выходного импульса счётчика СЧ. При этом триггер изменяет своё состояние, что вызывает замыкание ключа К1 и размыкание ключа К2. Ёмкость C_x начинает заряжаться через сопротивление R_0 магазина сопротивлений МС. Через время, равное постоянной времени $R_0 C_x$ - цепи $\Delta t = \tau_s = R_0 C_x$ напряжение на ёмкости достигает порогового значения $U_x = U_n$. При этом СУ срабатывает, и отрицательный скачок его выходного напряжения переключает триггер в противоположное состояние, что вызывает размыкание

ключа К1 и замыкание ключа К2. В результате, на выходе ключа К1 формируется прямоугольный импульс длительностью $t_n = \tau_s$ и амплитудой E_0 . Замыкание ключа К2 вызывает разряд ёмкости до напряжения $U_x = 0$, т. е. $R_0 C_x$ - цепь возвращается в исходное состояние.

При повторении циклов на выходе ключа К1 формируется периодическая последовательность прямоугольных импульсов, постоянная составляющая которой $\bar{U}_n = \frac{E_0 R_0}{T} C_x$, где $T = 1/F$ — период повторения циклов. Фильтр нижних частот ФНЧ выделяет эту составляющую и усиливает её до значения $U_{вх} = K_{ФНЧ} \frac{0,632 E_0 R_0}{T} C_x$, где $K_{ФНЧ}$ — модуль коэффициента передачи ФНЧ на постоянном токе.

Напряжение $U_{вх}$ подается на вход АЦП, где преобразуется в цифровое значение $N_x = N_0 K_{ФНЧ} \frac{0,632 R_0}{T} C_x$, где $N_0 = 10^m$ — десятичное число; m — число десятичных разрядов. Цифровое значение измеренной ёмкости индицируется блоком индикации БИ.

Приведённая среднеквадратическая относительная погрешность измерения ёмкости определяется по формуле $\delta_c = \sqrt{\delta_{R_0}^2 + \delta_n^2 + \delta_f^2 + \delta_{АЦП}^2}$, где δ_{R_0} и δ_n — относительные погрешности образцового сопротивления R_0 и эквивалентного сопротивления потерь R_n измеряемого конденсатора; δ_f — относительная нестабильность частоты тактового генератора АЦП, $\delta_{АЦП}$ — относительная погрешность АЦП.

3. Заключение

Разработана структурная схема цифрового измерителя ёмкости, выбрана элементная база для его реализации и проанализирована погрешность измерения

4. Список литературы

- [1] Данилин, А. А. Измерения в радиоэлектронике: учеб. пособ. / А. А. Данилин, Н. С. Лавриненко. — СПб.: Изд-во Лань, 2017. — 408 с.
- [2] Афонский, А. А. Измерительные приборы и массовые электронные измерения / А. А. Афонский, В. П. Дьяконов. — М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2007. — 544 с.

THE DIGITAL CAPACITANCE METER

Mercurieva E. D.

Scientific adviser: Ziborov S. R.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The digital capacitance meter is considered on the basis of method of pulse-time transformation of measured parameter in constant voltage. The block diagram of measuring device is worked out, an element base is offered for his realization and a measuring error is analyzed.



Секция 6

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

СПОСОБ ЗАЩИТЫ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ ОБНАРУЖЕНИЯ ДРОНОВ

Гомцян О. А., Карапетян А. К., Бадалян Б. Ф.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Гомцян О. А.

Национальный политехнический университет Армении, Армения

E-mail: artur.karapetyan@rocketmail.com, agentben@rambler.ru

Аннотация — Рассмотрены соответствующие технические решения для предотвращения несанкционированного вторжения беспилотных летящих аппаратов. Разработана мультисенсорная система дрон-детекции, в которой для передачи данных от сенсоров к диспетчерскому центру используется зашифрованный канал передачи на основе алгоритма RSA.

1. Введение

На сегодняшний день беспилотные летательные аппараты (БПЛА) находят широкое применение в разных отраслях жизнедеятельности. БПЛА используются для доставки медикаментов и гуманитарной помощи, проверки линий электропередач и трубопроводов. Дроны используются также при мониторинге и прогнозировании чрезвычайных ситуаций.

Следует отметить, что технические инновации в сфере беспилотной летательной техники открывают и новые возможности для осуществления террористических атак и разведывательных операций.

2. Основная часть

В соответствии с существующей классификацией БПЛА по их основным характеристикам, они разделяются на две группы:

— малоразмерные беспилотные летательные аппараты (МБЛА);

— БПЛА средних и больших размеров.

Очевидно, что борьба с МБЛА представляет собой комплекс мер по их обнаружению, распознаванию, прицеливанию, захвату и поражению.

Меры противодействия несанкционированному вторжению БПЛА можно условно разделить на следующие категории: профилактические, дрон-детекция (обнаружение и оповещение о приближении) и нейтрализация. Каждая из категорий включает в себя ряд инструментов.

Мультисенсорные детекторы обрабатывают сигнал от дрона сразу по нескольким каналам: визуальному, тепловому, акустическому, радиочастотному и радиолокационному, что повышает вероятность детекции и решает проблему ложных тревог.

Нами был разработан мультисенсорный комплекс анализа и идентификации БПЛА «ARM-Shield». В состав комплекса входят:

— Радиолокационный датчик, который отслеживает мобильный объект, отделяя его от фонового шума.

— Акустический сенсор сравнивает уникальную звуковую сигнатуру дрона с базой данных акустических сигнатур. Таким образом, по звуку точно определяется модель беспилотника и направление его движения. При соответствии, записывается идентифицирующая информация о дроне и данные в зашифрованном виде передаются диспетчерскому центру.

Для обеспечения максимальной конфиденциальности передаваемых данных, нами было разработано соответствующее программное обеспечение на основе алгоритма шифрования RSA [1]. При эксплуатации, оператор в ручном режиме устанавливает длину ключа шифрования, а система автономно рас-

считывает функцию Эйлера, модульную экспоненту и значение секретного ключа d .

На рис. 1 показано главное окно программы в режиме шифрования/расшифровки.



Рис. 1

3. Заключение

В результате проведенных исследований было выявлено, что система RSA с размером ключа 1024 бит подвержена некоторым криптоаналитическим атакам, поэтому на практике предпочтительнее применение 2048-битного RSA, хотя это снижает производительность разработанной криптосистемы.

4. Список литературы

- [1] Васильева, И. Н. Криптографические методы защиты информации: учебник и практикум для академического бакалавриата / И. Н. Васильева. — М. : Изд-во Юрайт, 2017. — 349 с.

TECHNIQUE OF DATA PROTECTION IN DRON DETECTION SYSTEMS

Gomtsyan H. A., Karapetyan A. K., Badalyan B. F.

Scientific adviser: Gomtsyan H. A.

National Polytechnic University of Armenia, Armenia

Abstract — The technical solutions for preventing an unauthorized invasion of the pilotless flying devices are considered. The multisensor system of dron-detection is designed. The system is using the encrypted transmission channel, based on the RSA algorithm, for data transmission from sensors to the control center.

КВАЗИОПТИМАЛЬНОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ АНОМАЛИЙ НА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Гаврилина Ю. Н.¹, Андриянов Н. А.^{1,2}

¹Ульяновский государственный технический университет, Россия

²Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации

Б. П. Бугаева, Россия

E-mail: nikita-and-nov@mail.ru

Аннотация — Исследована эффективность обнаружения аномалий простейших геометрических форм на последовательности изображений. Получены зависимости вероятности правильного обнаружения при различных отношениях сигнал/шум и длительностях последовательности.

1. Введение

Спутники Земли предоставляют в настоящее время колоссальные объемы информации. Одной из важнейших задач обработки данных дистанционного зондирования Земли является задача обнаружения аномалий разного рода [1, 2]. В их числе пожары в лесах, косяки рыб в океане и прочее.

2. Основная часть

При решении задачи статистического анализа изображений, в том числе эффективности обнаружения аномалий на изображениях, одним из вариантов обработки является использование алгоритмов, основанных на математических моделях. Удобным является применение разрывных моделей или моделей на базе текстур [3, 4], поскольку они могут достаточно близко описывать реальные изображения.

Представим, что исходные последовательности изображений генерируются с помощью таких моделей, рассмотренных в работах [3, 4]. Тогда для исследования эффективности алгоритма обнаружения аномалий введем следующие упрощения, из-за чего данный алгоритм будет квазиоптимальным:

- 1) Изображение делится на 4 участка с разными свойствами;
- 2) Аномалия может появиться только на одном из 4 участков изображения;
- 3) Аномалия будет присутствовать на всех изображениях в последовательности;
- 4) Аномалия имеет форму квадрата, составляющего 10% от участка изображения.

Таким образом, необходимо производить обнаружение в каждой зоне, учитывая ее свойства. При этом, если обнаружитель срабатывает в двух и более зонах, то сравниваются превышения порогов, и предпочтение отдается зоне с наибольшим превышением. Аналогично выполняется поиск аномалии на втором кадре. Правильным будем считать такое обнаружение, при котором аномалия была обнаружена более, чем на половине кадров в правильной зоне.

В целом правило обнаружения в каждой зоне каждого кадра строится в соответствии с работой [5].

На рис. 1 показана зависимость вероятности правильного обнаружения (10000 имитаций) от отношения уровня яркости аномалий к уровню фона (сигнал/шум) на 3 и 7 кадрах.

На рис. 2 показана зависимость вероятности правильного обнаружения от числа кадров изображения при отношениях сигнал/шум, равных 0,1 и 2.

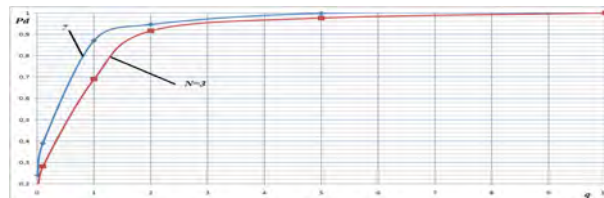


Рис. 1

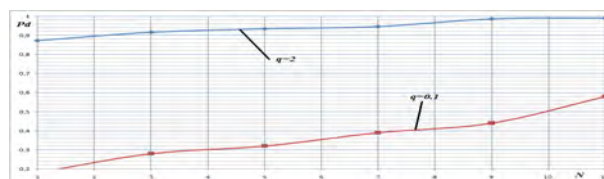


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, получены зависимости вероятности правильного обнаружения на последовательности изображений. Их анализ показывает, что повышение отношения сигнал-шум и числа кадров приводит к лучшим показателям обнаружения.

4. Список литературы

- [1] Васильев, К. К. Исследование точности обнаружения и распознавания сигналов простейших геометрических форм на фоне дважды стохастической модели / К. К. Васильев, В. Е. Дементьев, Н. А. Андриянов // Вопросы радиоэлектроники. Серия : Техника телевидения. — 2015. — № 6 (23). — С. 67 — 71.
- [2] Васильев, К. К. Обнаружение протяженных сигналов на фоне дважды стохастических изображений // Радиотехника. — 2016. — № 9. — С. 23 — 27.
- [3] Андриянов, Н. А. Имитация изображений с разными текстурами путем реализации модели с изменяющимися параметрами / Н. А. Андриянов, В. Е. Дементьев // Радиоэлектронная техника. — 2018. — № 1 (11). — С. 133 — 135.
- [4] Андриянов, Н. А. Применение разрывных моделей для имитации изображений со сложной структурой / Н. А. Андриянов // Актуальные проблемы физической и функциональной электроники : матер. 21-й Всероссийской молодежной науч. школы-семинара. — 2018. — С. 98 — 99.
- [5] Андриянов, Н. А. Синтез обнаружителя детерминированных аномалий на фоне случайных процессов с изменяющимися параметрами / Н. А. Андриянов // REDS: Телекоммуникационные устройства и системы. — 2018. — Т. 8, № 3. — С. 5 — 8.

QUASI-OPTIMAL DETECTION OF ANOMALIES ON SEQUENCES OF IMAGES

Gavrilina Yu. N.¹, Andriyanov N. A.^{1,2}

¹Ulyanovsk State Technical University, Russia

²Ulyanovsk Civil Aviation Institute, Russia

Abstract — The efficiency of detecting anomalies of the simplest geometric forms on a sequence of images was investigated. The dependences of the probability of correct detection are obtained for various signal-to-noise ratios and sequence durations.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА РЕАЛИЗАЦИИ МОДУЛЯЦИИ СИГНАЛОВ ВЕРОЯТНОСТНЫМ МЕТОДОМ

Андриянов Н. А.^{1,2}

¹Ульяновский государственный технический университет, Россия

²Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации

Б. П. Бугаева, Россия

E-mail: nikita-and-nov@mail.ru

Аннотация — Основное внимание в работе уделяется способу реализации программ модуляции сигналов с разными вероятностными свойствами. В работе представлен код программы, созданный в среде Matlab.

1. Введение

Для организации передачи цифрового сигнала, как правило, применяют методы цифровой манипуляции. При этом чаще всего генерируют сигналы с разными амплитудами, частотами или начальными фазами. Однако такому методу можно рассмотреть существенную альтернативу. В частности, в данной работе рассмотрена программная реализация алгоритма модуляции "1" и "0" с помощью авторегрессионных случайных процессов [1-3].

2. Основная часть

Рассмотрим следующий простой пример, позволяющий формировать математическую модель сигнала для передачи последовательности "1" и "0" на базе модели авторегрессии

$$u_i = u_{i-1}\rho_0 + \sigma_u \sqrt{(1-\rho_0^2)}\xi_i, \text{ при "0",}$$

$$u_i = u_{i-1}\rho_1 + \sigma_u \sqrt{(1-\rho_1^2)}\xi_i, \text{ при "1".}$$

Здесь ρ_0 и ρ_1 — коэффициенты авторегрессий, генерируемых для передачи "0" и "1" соответственно, σ_u — заданная дисперсия случайного процесса.

На рис. 1 представлен пример реализации такой последовательности.

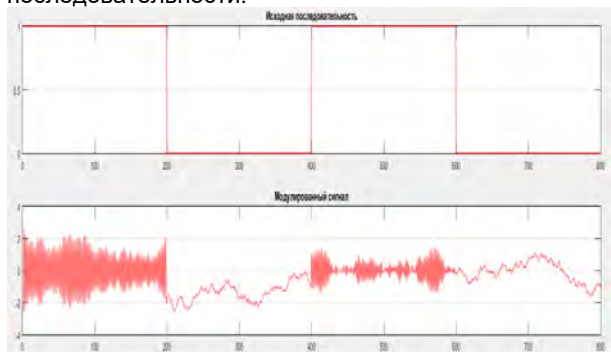


Рис. 1

Далее приведен код Matlab, позволяющий генерировать подобные сигналы из вектора, содержащего только числа 1 и 0.

```
%Установите параметры
N=200;
r0=0.99;
r1=-0.99;
Dx=1;
right=0;
iteration=1000;
a=[1 0 1 0];
%Установите параметры
```

```
b=size(a);
c=b(2);

len=c*N;
upr=zeros(len,1);
x=zeros(len,1);
r=zeros(len,1);
for i=1:len-1
    upr(i)=a(floor(i/N)+1);
    if (upr(i)==1)
        r(i)=r1;
    end
    if (upr(i)==0)
        r(i)=r0;
    end
end
upr(len)=upr(len-1);
r(len)=r(len-1);
x(1)=normrnd(0,sqrt(Dx));
for i=2:len
    x(i)=r(i)*x(i-1)+sqrt(Dx)*sqrt(1-r(i)^2)*normrnd(0,1);
end
```

3. Заключение

В работе рассмотрена модуляция сигналов путем изменения коэффициентов корреляции. Представлена программная реализация данного типа модуляции.

Работа выполнена при поддержке Гранта РФФИ, Проект №18-31-00056 мол_а.

4. Список литературы

- [1] Андриянов, Н. А. Обнаружение двоичных символов на основе модуляции дважды стохастическими моделями / Н. А. Андриянов, Ю. Н. Гаврилина // REDS: Телекоммуникационные устройства и системы. — 2018. — Т. 8. № 3. — С. 9 — 11.
- [2] Андриянов, Н. А. Обнаружение и различение сигналов, моделируемых авторегрессиями с изменяющимися свойствами / Н. А. Андриянов, Ю. Н. Гаврилина // 28-я Междунар. крымская конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2018) : матер. конф. — Севастополь, 2018. — С. 356 — 360.
- [3] Андриянов, Н. А. Численный метод оценки вероятностных параметров сигнала, имитируемого дважды стохастической моделью / Н. А. Андриянов, Ю. Н. Гаврилина // Актуальные проблемы физической и функциональной электроники : матер. 21-й Всерос. молодежной науч. школы-семинара. — 2018. — С. 103 — 105.

DESIGN OF A SOFTWARE COMPLEX FOR THE SIGNAL MODULATION CREATION BY A PROBABILITY METHOD

Andriyanov N. A.^{1,2}

¹Ulyanovsk State Technical University, Russia

²Ulyanovsk Civil Aviation Institute, Russia

Abstract — The focus of the work is on how to implement programs for modulating signals with different probabilistic properties. The paper presents the program code created in the Matlab environment.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ АВТОРЕГРЕССИИ С ЛИНЕЙНЫМ ТРЕНДОМ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ДИНАМИКИ ПОСТУПЛЕНИЯ ЗАКАЗОВ СЛУЖБЫ ТАКСИ

Андриянов Н. А.^{1,2}, Сонин В. А.³

¹Ульяновский государственный технический университет, Россия

²Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации
Б. П. Бугаева, Россия

³Служба заказа такси Gett, Россия

E-mail: nikita-and-nov@mail.ru

Аннотация — В работе предложен алгоритм идентификации параметров авторегрессий с кратными корнями с линейным трендом при описании числовых данных. Предложенный алгоритм апробирован на показателях работы службы заказа такси.

1. Введение

Для описания физических явлений и процессов был разработан аппарат математического моделирования. Такие модели нужны, когда сигнал является не детерминированным, а случайным. В частности, для описания временных рядов могут быть использованы авторегрессии с кратными корнями характеристических уравнений [1 — 3]. При этом существует конкретная прикладная задача, связанная с описанием изменения числа заказов службы такси [4, 5]. Здесь хорошо себя зарекомендовали дважды стохастические модели [6, 7]. Однако в ряде случаев они не могут дать удовлетворительного описания. Например, если с приближением вечернего времени перед выходным число заказов начинает резко увеличиваться. В данной работе предлагается применить модель с кратными корнями с линейным трендом для описания таких всплесков.

2. Основная часть

В работе [1] рассмотрены алгоритмы идентификации параметров для моделей с кратными корнями. Однако для модели с линейным трендом необходимо сделать некоторые дополнительные действия. Представим, что числа формируются относительно прямой линии. Тогда возьмем первую и последнюю точку временного ряда. С их помощью определим линейный коэффициент. Тогда будут идентифицированы параметры тренда. Чтобы выполнить идентификацию параметров авторегрессионной модели будем в каждой точке вычитать величину в соответствии с уравнением прямой тренда. Полученная методика позволила достаточно точно (87%) определить параметры модели на имитируемых данных.

Наконец, для анализа была выбрана статистика работы службы заказа такси. Выполненное моделирование и идентификация параметров показали, что описание данной последовательности возможно с помощью модели с линейным трендом для случаев, когда визуально во временном ряду такой тренд присутствует.

3. Заключение

Таким образом, предложен алгоритм идентификации параметров авторегрессий с кратными корнями и исследована его эффективность на данных службы заказа такси.

4. Список литературы

[1] Андриянов, Н. А. Проблема идентификации параметров

авторегрессий с кратными корнями / Н. А. Андриянов, Ю. Н. Гаврилина // Современные проблемы проектирования, производства и эксплуатации радиотехнических систем. — 2017. — № 1—2 (10). — С. 95 — 98

[2] Андриянов, Н. А. Моделирование авторегрессий с кратными корнями разных порядков / Н. А. Андриянов // Актуальные проблемы физической и функциональной электроники : матер. 20-й Всерос. молодежной науч. школы-семинара. — Ульяновск, 2017. — С. 96 — 97.

[3] Андриянов, Н. А. Анализ авторегрессий с кратными корнями характеристических уравнений с линейным трендом / Н. А. Андриянов // Прикладная математика и информатика : современные исследования в области естественных и технических наук : сб. науч. статей IV науч.-практ. междунар. конф. (школы-семинара) молодых ученых: в 2 ч. — 2018. — С. 173 — 176.

[4] Andriyanov, N. A. Using mathematical modeling of time series for forecasting taxi service orders amount / N. A. Andriyanov, V. A. Sonin // Fuzzy Technologies in the Industry - FTI 2018 : Proc. of the II International Scientific and Practical Conference. — 2018. — С. 462 — 472.

[5] Danilov, A. N. Ensuring the effectiveness of the taxi order service by mathematical modeling of its work / A. N. Danilov, N. A. Andriyanov, P. T. Azanov // Информационные технологии и нанотехнологии : сб. тр. ИТНТ-2018. Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева. — 2018. — С. 1781 — 1789.

[6] Andriyanov, N. A. Image models and segmentation algorithms based on discrete doubly stochastic autoregressions with multiple roots of characteristic equations / N. A. Andriyanov, Y. N. Gavrilina // CEUR Workshop Proceedings 3. Сер. «REIT-Spring 2018 - Proceedings of the 3rd International Workshop on Radio Electronics and Information Technologies». — 2018. — С. 19 — 28

[7] Андриянов, Н. А. Численный метод оценки вероятностных параметров сигнала, имитируемого дважды стохастической моделью / Н. А. Андриянов, Ю. Н. Гаврилина // Актуальные проблемы физической и функциональной электроники : матер. 21-й Всерос. молодежной науч. школы-семинара. — 2018. — С. 103 — 105.

PARAMETERS IDENTIFICATION OF THE AUTOREGRESSION MODEL WITH A LINEAR TREND TO DESCRIBE THE DYNAMICS OF ADMISSION OF TAXI SERVICE ORDERS

Andriyanov N. A.^{1,2}, Sonin V. A.³

¹Ulyanovsk State Technical University, Russia

²Ulyanovsk Civil Aviation Institute, Russia

³Gett Taxi, Russia

Abstract — In the paper, an algorithm for identifying autoregression parameters with multiple roots with a linear trend, when describing numerical data, is proposed. The proposed algorithm is tested on the performance of the taxi service.

Работа выполнена при поддержке Гранта РФФИ, Проект № 17-01-00179 а.

АЛГОРИТМ БЫСТРОЙ СОГЛАСОВАННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ, РАСПРОСТРАНЯЮЩИХСЯ В СРЕДАХ С ЧАСТОТНОЙ ДИСПЕРСИЕЙ ФАЗОВОЙ СКОРОСТИ

Штыков В. В., Кальщиков А. А.

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

Национальный исследовательский университет "МЭИ", Россия

E-mail: KalshchikovAA@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен способ ускорения согласованной фильтрации широкополосных сигналов, распространяющихся в средах с частотной дисперсией фазовой скорости с использованием быстрого преобразования Фурье в частотной области. Показано, что можно снизить вычислительную сложность до $O(n \log(n))$.

1. Введение

Существует ряд задач, где использование широкополосных сигналов ограничено свойствами среды распространения полезных колебаний. В задачах подповерхностного радиозондирования земли, гидроакустики, дальней радиосвязи с использованием ионосферных слоев Земли, таким ограничением является нелинейная зависимость фазовой скорости от несущей частоты колебания. Полезный сигнал, распространяющийся в такой диспергирующей среде, претерпевает фазовые искажения, таким образом разрушается его спектральная структура, и чем больше полоса полезного сигнала, тем более заметны вносимые искажения. Сейчас эта проблема решается разными методами, например, использованием сплит-сигналов, однако ни один из методов не позволяет использовать широкополосные сигналы, что сильно ограничивает показательные характеристики таких систем.

Предлагается использовать новый метод [1], для согласованной фильтрации сигналов, распространяющихся в диспергирующих средах. При этом можно добиться значительного ускорения вычислений.

2. Основная часть

Согласно [1] процедура согласованной фильтрации сводится к вычислению интеграла

$$W(z) = \int_{-\infty}^{\infty} R(\omega, L) S^*(\omega, z) d\omega, \quad (1)$$

где $R(\omega, L)$ и $S^*(\omega, z)$ — спектральные плотности принятого сигнала, прошедшего расстояние L в диспергирующей среде, и пробной функции соответствующей пути длиной z .

Для определения пробной функции необходима априорная информация о постоянной распространения

$$h(\omega) = h'(\omega) + jh''(\omega),$$

где $h'(\omega)$ и $h''(\omega)$ — фазовая постоянная и показатель затухания.

Для известной спектральной плотности полезного сигнала $Y(\omega)$ спектральная плотность пробной функции принимает вид

$$S(\omega, z) = Y(\omega) \exp[-j2h'(\omega)z].$$

Для ускорения вычисления интеграла (1), ему можно придать форму обратного преобразования Фурье, если провести замену переменной $h'(\omega) = \xi$. Новая переменная принадлежит пространству действительных чисел. В результате получим [2]

$$W(z) = \int_{-\infty}^{\infty} R(\varphi, L) Y^*(\varphi, z) \exp(j2\xi z) \varphi' d\xi,$$

где $\omega = \varphi(\xi)$ — обратная функция.

На рис. 1 показан пример дисперсионных искажений — 2, для зондирующего импульса — 1 на входе приемника до согласованной фильтрации.

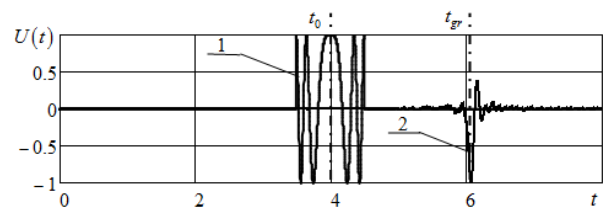


Рис. 1

Очевидно, что при наличии таких искажений невозможно воспользоваться приближением групповой скорости, и классическая согласованная фильтрация не даст ожидаемых результатов.

3. Заключение

Таким образом, показана возможность снижения вычислительной сложности алгоритма согласованной фильтрации широкополосных сигналов, распространяющихся в средах с частотной дисперсией фазовой скорости с $O(n^2)$ до $O(n \log(n))$.

4. Список литературы

- [1] Кальщиков, А. А. Алгоритм обработки широкополосных сигналов, распространяющихся в средах с частотной дисперсией [Электронный журнал] / А. А. Кальщиков, В. В. Штыков // Журнал радиоэлектроники. — № 2. — 2019.
- [2] Корн, Г. Справ. по математике для научных работников и инженеров. — М.: Наука, 1974.

ALGORITHM FOR FAST MATCHING FILTERING OF BROADBAND SIGNALS IN MEDIUM WITH DISPERSION OF PHASE VELOCITY

Shtykov V. V., Kalshchikov A. A.

Scientific adviser: Shtykov V. V.

National Research University "MPEI", Russia

Abstract — A method for the fast matching filtering of broadband signals in medium with dispersion of phase velocity is presented. The method is based on algorithm of fast fourier transform. It is shown, that the computational complexity can be reduced to $O(n \log(n))$.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТА «РАСЧЁТ ЗОН РАДИОВИДИМОСТИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ»

Смаилов С. Ф., Коржуков В. В., Кузьменко А. И., Поляков А. Л.

Научный руководитель: канд. техн. наук Поляков А. Л.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: AL_Polykov@inbox.ru

Аннотация — Для управления космическими аппаратами различные радиотехнические средства наземного автоматизированного комплекса управления (НАКУ). Эффективность применение этих средств зависит от точности расчета зон радиовидимости космических аппаратов (КА). В статье предложен вариант программного комплекса для решения этой задачи.

1. Введение

Программа построения трасс КА позволяет производить графическое отображение подспутниковой точки КА, анализировать изменение орбиты в зависимости от изменения параметров орбиты. Моделирование трассы КА производится путём прогнозирования положения КА на заданный промежуток времени. Программа также позволяет определять время входа и выхода в зону радио видимости наземных средств. В качестве примера для отображения трассы приведен список из 20 КА с возможностью изменения любого из основных параметров орбиты.

2. Основная часть

Для наблюдателя, находящегося на Земле, представляет интерес движение спутника относительно системы координат, связанной с вращающейся с Землёй. Кроме того, часто возникает задача получения проекции движущегося спутника на поверхность Земли. Такую проекцию обычно называют *трассой полета спутника*[1].

При разработке программного продукта последовательно решались две самостоятельные задачи. Первая задача — определение орбиты. Вторая задача — расчет эфемерид космического аппарата. Кратко сформулировать задачу прогнозирования можно следующим образом: даны координаты ϕ_0 , λ_0 измерительной станции А, которая, наблюдая КА, определила β_0 , ε_0 , D_0 , β'_0 , ε'_0 , D'_0 в моменты t_0 . Требуется определить координаты КА x_{kj} , y_{kj} , z_{kj} в прямоугольной системе координат с началом в точке В (ϕ_1 , λ_1) для каждого момента времени $t_j = t_0 + \Delta t_j$, $j = 0, 1, 2, \dots$.

Зная значения Кеплеровских элементов орбиты КА по соответствующим формулам[1] определяем координаты x , y , z и составляющих вектора скорости: $V_x = \dot{x}$, $V_y = \dot{y}$, $V_z = \dot{z}$ по заданным значениям элементов орбиты Ω , i , ω , a , e , τ . На рис. 1 представлена блок-схема расчета трассы КА.

Задавая интервалом времени Δt , определяющим необходимую частоту точек трассы, получаем для каждого значения времени

$$t_j = t_0 + \Delta t_j$$

где $j = 0, 1, 2, \dots$, значения долготы и широты космического аппарата. Если на географическую карту или глобус последовательно нанести полученные точки и соединить их, то получим трассу полета КА [2].

В разработанном программном комплексе реализована возможность изменения параметров орбиты КА (или выбор КА из списка, введенного в программу 20 КА), а также выбор наземного измерительного пункта. Трасса полета КА отображается на двумерной карте в реальном масштабе времени. На рис. 2

показано диалоговое окно, отображающее трассу полета космического аппарата CARTOSAT-1. На рис. 2 представлено отображение трассы полета КА.

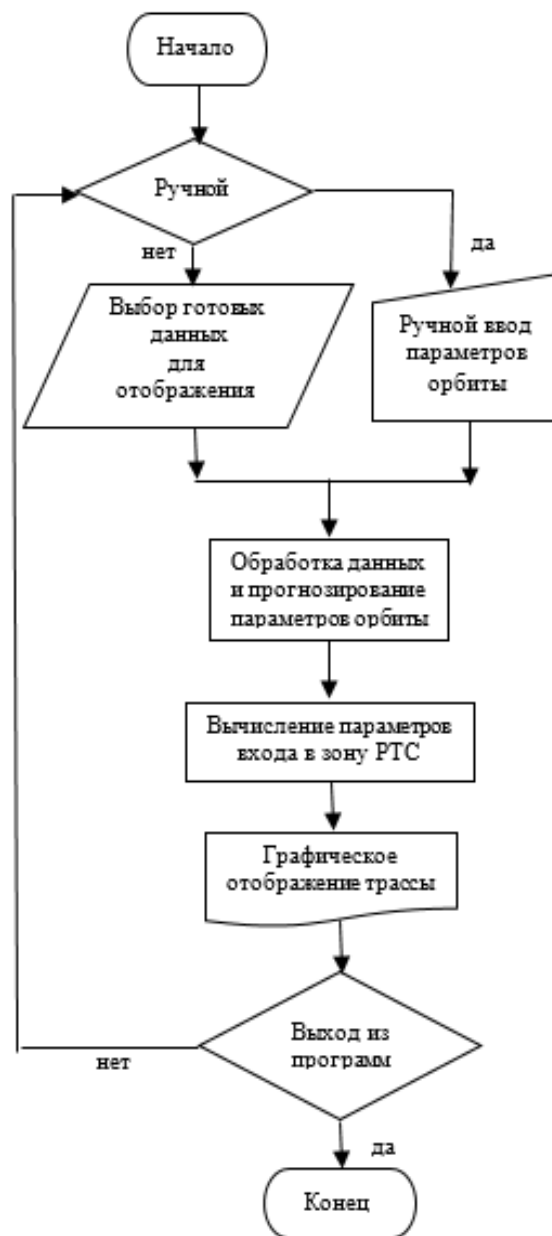


Рис. 1

На рис. 3 показано диалоговое окно программы, при помощи которого можно выбрать соответствующий КА (из списка слева). В этом случае параметры орбиты КА (в середине окна) заполняются автоматически. Выбор наземного измерительного пункта (НИП) в правой части диалогового окна.

В реальном масштабе времени происходит отображение текущего витка полета космического аппарата.

рата, а также предыдущего витка полета. Время отображается среднеевропейское и местное.

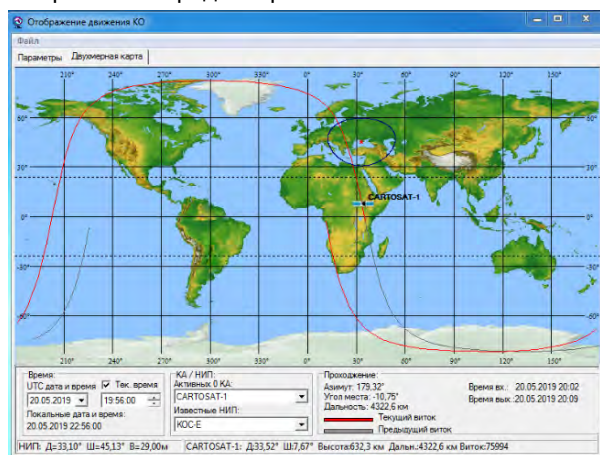


Рис. 2

Также на двумерной карте отображается зона радиовидимости наземного измерительного пункта. Это дает возможность прогнозировать время входа космического аппарата в зону радиовидимости наземного средства и время выхода из нее. При изменении географических координат наземного пункта изменяется отображаемая зона.

Текущий виток полета отображается красным цветом, а предыдущий зеленым.

Задавать конкретные космические аппараты можно из списка, который отображается в левой части диалогового окна интерфейса программы. При выборе конкретного аппарата, параметры его движения автоматически отобразятся в правой части диалогового окна.

Кроме того, в правой же части диалогового окна один из двух наземных измерительных пунктов. В этом случае географические координаты этих пунктов вводятся автоматически. Также можно ввести координаты наземных радиотехнических средств в ручном режиме.

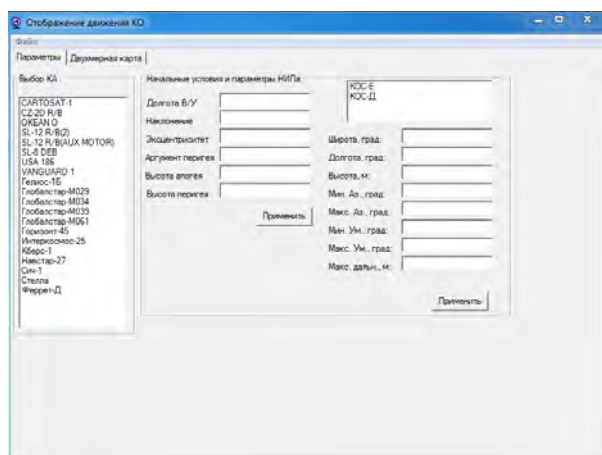


Рис. 3

Вид траектории полета КА при его движении по эллиптической орбите зависит от многих параметров: величины эксцентриситета орбиты, её большой полуоси, положения перигея и т. д. Гораздо легче проследить траекторию полета КА, движущегося по круговой орбите. Форма такой траектории целиком определяется

только двумя величинами: наклоном орбиты и периодом обращения. Изменения остальных элементов орбиты вызывают лишь некоторые смещения траектории по долготе, а также смещения проекции КА вдоль траектории.

Программа расчета траектории движения космических аппаратов написана на языке C++. Выбор языка программирования обоснован прежде всего тем, что он обладает достаточно большой гибкостью и широкими возможностями [3;4].

В частности, что касается объектно-ориентированного программирования — технологии, позволяющей достичь простоты структуры и управляемости очень крупных программных систем.

Математические расчеты проводились при следующем важном допущении: невозмущенное движение космического аппарата, как материальной точки в абсолютно пустом пространстве в поле одного притягивающего центра под воздействием сил взаимного притяжения, определяемых законом всемирного тяготения. То есть для математических расчетов были применены дифференциальные уравнения невозмущенного кеплеровского движения.

Исходя из выше изложенного следует заметить, что разработанный программный продукт не может считаться «боевым», а скорее учебным. Но вместе с тем он имеет возможность совершенствования и модернизации.

3. Заключение

Разработанный программный комплекс позволяет осуществлять прогнозирование прохождения космических аппаратов через зону радиовидимости соответствующих наземных измерительных средств, а соответственно дает возможность планирования сеансов управления КА. Безусловно, что широкое применение данного комплекса говорить преждевременно. Потребуется возможные доработки и отладки. На данном этапе комплекс может быть использован в учебном процессе при выполнении лабораторных работ и практических занятий

4. Список литературы

- [1] Полищук, Р. Г. Динамика полета и основы прогнозирования орбит космических аппаратов / Р. Г. Полищук. — Киев : Изд-во ВКА ПВО, 2000. — 290 с.
- [2] Левантовский, В. И. Механика космического полета / В. И. Левантовский. — М. : Наука, 1970. — 492 с.
- [3] Подбельский, В. В. Язык C++ : Учеб. пособ. / В. В. Подбельский ; 5-е изд. — М. : Финансы и статистика, 2003. — 560 с.
- [4] Павловская, Т. А. C/C++. Программирование на языке высокого уровня / Т. А. Павловская. — СПб. : Питер, 2009. — 461 с.

THE DEVELOPMENT OF THE PROGRAM «SPACE VEHICLE RADIO VISIBILITY ZONES CALCULATION»

Korzhukov V. V., Smailov S. F., Kuzmenko A. I., Polyakov A. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The proposed program can be used for control of the space vehicle by the ground-based automated control system (GACS). The efficiency of using these facilities depends on the accuracy of space vehicles (SV) radio visibility zones calculation. In the article, the version of software package for solving this problem is proposed.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА «РАСЧЕТ ПОЛОСЫ ОБЗОРА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА»

Смаилов С. Ф., Коржуков В. В., Кузьменко А. И., Поляков А. Л.

Научный руководитель: канд. техн. наук Поляков А. Л.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: AL_Polykov@inbox.ru

Аннотация — Бортовой специальный комплекс космического аппарата (КА) дистанционного зондирования Земли в зависимости от своих тактико-технических характеристик и параметров орбиты захватывает определенную полосу обзора. В статье предложен вариант программного комплекса, позволяющий прогнозировать полосу обзора КА в реальном масштабе времени.

1. Введение

На современном этапе развития человечества уже трудно, а порою и невозможно представить решение многих задач в экономике, военной сфере и даже в социально-бытовой без использования космических систем различного назначения: телевидение и связь, дистанционное зондирование Земли, навигация, геологоразведка, картографирование и т. д. и т. п.

В статье представлены основные результаты решения задачи разработки программного продукта на основе языков программирования высокого уровня, который позволял бы прогнозировать полосу обзора космического аппарата дистанционного зондирования Земли с использованием персонального компьютера.

Программа построения полосы обзора КА позволяет производить графическое отображение полосы обзора КА и проследить её изменение, в зависимости от параметров бортовой аппаратуры КА. Полоса обзора КА отображается на двумерных картах.

При разработке программного комплекса фактически решалась двойная задача: определение траектории полета космического аппарата; определения возможностей дистанционного зондирования (ДЗЗ) Земли (определение полосы обзора) в зависимости от тактико-технических характеристик бортовой аппаратуры.

2. Основная часть

Наблюдение из космоса ведётся:

- радиотехническое;
- фотографическое;
- телевизионное;
- инфракрасное.

При радиотехническом наблюдении полоса обзора земной поверхности определяется углами наблюдения — ϵ . Величина ϵ , составляет 7-100.

Для КА с оптико-электронной аппаратурой полоса обзора земной поверхности определяется углами наблюдения ψ , величина которого составляет:

- фотографической 60°;
- телевизионной, в пределах 80° — 100°;
- инфракрасной, в пределах 80° — 120°.

Кроме того, на ширину полосы обзора земной поверхности влияет высота полета КА.

Ширина зоны обзора тесно связана с таким параметром спутника дистанционного зондирования, как повторяемость: чем уже ширина полосы, тем реже повторяемость съемки заданного участка поверхности. На рис. 1 представлена блок-схема расчета полосы обзора космического аппарата ДЗЗ. На рис. 1 изображена блок-схема расчета полосы обзора.

Как видно из блок-схемы, в начале осуществляется ввод параметров орбиты космического аппарата. Либо из перечня готовых данных, или в ручную. Затем осуществляется ввод углов визирования бортовой аппаратуры КА. После ввода необходимых параметров осуществляется их обработка и выводятся результаты отображения.

Таким образом, разработанный программный комплекс, обеспечивает как ручной ввод параметров движения КА и параметров визирования бортовой аппаратуры, так и автоматический ввод готовых данных для отображения.

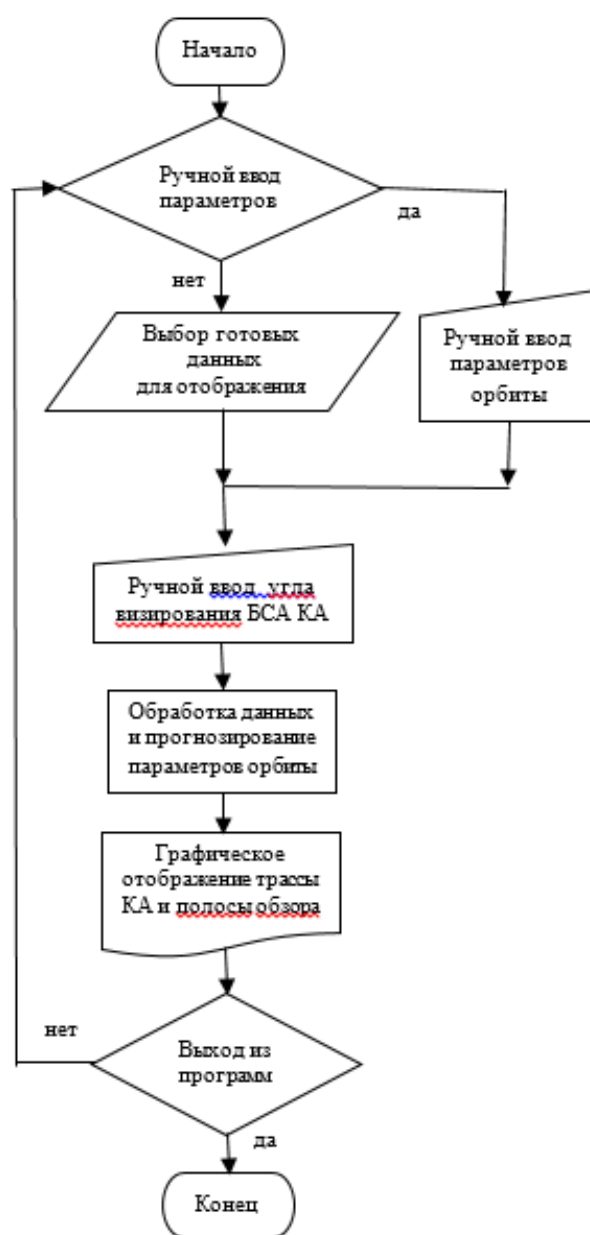


Рис. 1

На рис. 2 представлено диалоговое окно программы в котором на двумерной карте отображается трасса движения космического аппарата и полоса обзора его бортовой аппаратуры на текущем витке полета в реальном масштабе времени [3, 4]. Кроме того отображается и предыдущий виток полета, среднеевропейское и местное время. Также имеется возможность изменять угол визирования бортовой аппаратуры.

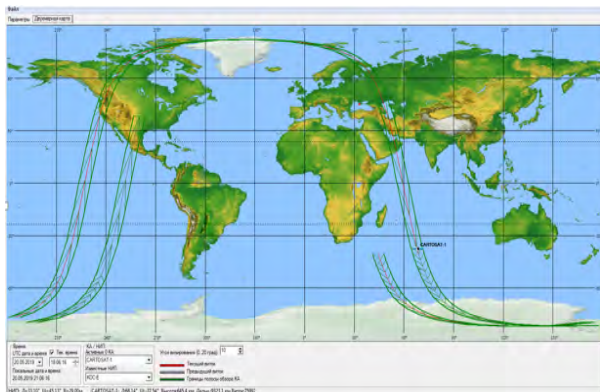


Рис. 2

На экране также отображается: наименование КА; координаты размещения НИП; угол визирования в градусах; параметры орбиты КА; графическое отображение текущего и предыдущего витка; границы полосы обзора.

На рис. 3 представлено диалоговое окно с помощью которого можно осуществлять выбор соответствующего космического аппарата из заранее определенного списка или осуществить корректный ввод параметров орбиты КА по своему усмотрению [3, 4].

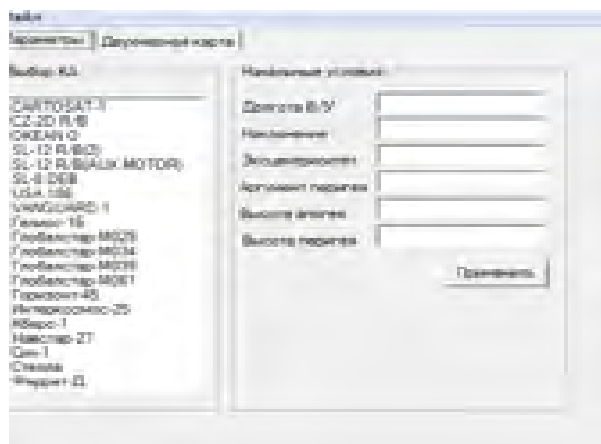


Рис. 3

Изменение даты дает возможность составления долгосрочного прогноза по вопросу наблюдаемости того или иного участка на конкретном временном интервале времени. Кроме того, изменяя временной календарь в обратном порядке можно проследить историю наблюдения конкретного района и провести соответствующий анализ.

Возможности программы позволяют не ограничиваться перечнем из 20 космических аппаратов. Зная кеплеровские элементы орбиты любого КА их можно ввести в ручном режиме.

Программа разработана с учётом следующего допущения: решение задачи изучения невозмущённого движения космического объекта как материаль-

ной точки в абсолютно пустом пространстве в поле одного притягивающего центра под действием сил взаимного притяжения, определяемых законом всемирного тяготения. Т.е. для расчетов применены дифференциальные уравнения невозмущенного кеплеровского движения материальной точки [1, 2]. Это значительно упростило решение поставленной задачи, но вместе с тем существенно ограничило возможности программного продукта с точки зрения практического применения.

Первоначально, рабочая программа разрабатывалась на языке программирования Delfi, а затем была проведена разработка программы на языке программирования C++. В настоящее время работа над отладкой данного программного продукта продолжается.

3. Заключение

Разработанный программный комплекс позволяет осуществлять прогнозирование полосы обзора земной поверхности космическими аппаратами дистанционного зондирования в зависимости от состава и технических характеристик бортового специального комплекса и высоты полета космического аппарата. Зная возможности КА по обзору тех или иных территорий можно спланировать и провести мероприятия по обнаружению лесных пожаров, разведке природных ресурсов, противодействию и исключению утечки информации закрытого характера и т. д.

Разработанный программный продукт имеет возможность дальнейшей модернизации и расширения функциональных возможностей.

На данном этапе комплекс может быть использован в учебном процессе при выполнении лабораторных работ и практических занятий.

4. Список литературы

- [1] Полищук, Р. Г. Динамика полета и основы прогнозирования орбит космических аппаратов / Р. Г. Полищук. — Киев : Изд-во ВКА ПВО, 2000. — 290 с.
- [2] Левантовский, В. И. Механика космического полёта / В. И. Левантовский. — М. : Наука, 1970. — 492 с.
- [3] Подбельский, В. В. Язык C++ : учебн. пособ. / В. В. Подбельский ; 5-е изд. — М. : Финансы и статистика, 2003. — 560 с.
- [4] Павловская, Т. А. C/C++. Программирование на языке высокого уровня / Т. А. Павловская. — СПб. : Питер, 2009. — 461 с.

DEVELOPMENT OF THE PROGRAM «SPACE VEHICLE VIEW ZONE CALCULATION»

Kuzmenko A. I., Smailov S. F., Korzhukov V. V., Polyakov A. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — An onboard special complex of a space vehicle (SV) for the remote Earth sounding depending on its tactical and technical characteristics and orbital parameters, captures a certain lane of view. In this article, the version of software package, which can be used for the real time space apparatus view lane prediction, is proposed.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗВУКА В МНОГОМОДОВОМ ИЗОСКОРОСТНОМ ВОЛНОВОДЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛИНЕЙНОЙ АНТЕННЫ С ОПТИМАЛЬНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОБРАБОТКОЙ СИГНАЛОВ

Смирнов А. В.

Институт прикладной физики Российской академии наук, Россия

E-mail: lexsmial@ipfran.ru

Аннотация — Изучено влияние особенностей распространения многомодового сигнала в канале мелкого моря на эффективность приемной горизонтальной антенной решетки (АР) при использовании метода оптимальной пространственной обработки сигнала на фоне помех и стандартного метода фазированной антенны (ФАР).

1. Введение

При работе акустических подводных антенных комплексов в океане требуется учитывать множество факторов влияющих на распространение звукового поля в нем (параметры подводного звукового канала, взаимное расположение источников сигнала/помехи и антенны). Такие природные акустические волноводы обеспечивает дальнейшее (100 — 1000) км распространение звуковых сигналов, которые можно представить в виде суперпозиции мод дискретного спектра, каждая из которых характеризуется своим значением продольного волнового числа плоской волны в горизонтальной плоскости канала и структурой стоячей волны в вертикальной плоскости [1]. Проведен анализ работы приемной горизонтальной АР в канале мелкого моря в зависимости от положения источников сигнала и помехи для двух методов пространственной обработки: оптимальный и ФАР метод. АР и источники расположены вблизи дна.

2. Основная часть

Предполагается, что АР состоит из N элементов с одинаковым межэлементным расстоянием $\lambda/2$. Точечные ненаправленные источники полезного сигнала и помехи размещены на расстояниях от центра АР R_S и R_N и имеют углы пеленга θ_S и θ_N соответственно. Сигнальное и помеховое звуковое поле от таких источников в изоскоростном канале на входе n -го элемента АР определяется известным выражением [1,2]. Прием сигналов осуществляется на фоне пространственно-белого шума единичной мощности.

Стандартным критерием эффективности пространственной обработки сигналов в АР является выигрыш, который определяется как отношение выходного отношения сигнал/шум (ОСШ) АР к ОСШ отдельного элемента. Выигрыш фазированной АР характеризуется амплитудно-фазовым распределением $\mathbf{W}$, сопряженным с падающей из некоторого угла θ плоской волной с волновым числом $k = 2\pi/\lambda$:

$$G(\theta) = \frac{(\mathbf{W}^+ \mathbf{R}_S \mathbf{W})(N + |\mathbf{N}|^2)}{(\mathbf{W}^+ \mathbf{R}_N \mathbf{W} + N)|S|^2} = \frac{|D_S(\theta)|^2 (N + |\mathbf{N}|^2)}{1 + |\mathbf{N}|^2 |D_N(\theta)|^2}$$

где $\mathbf{R}_S$ ($\mathbf{R}_N$) — матрицы пространственных корреляций сигнала (помехи), $\mathbf{S}$ ($\mathbf{N}$) — вектор-столбец, характеризующий сигнальное (помеховое) поле на входе АР, $D_{S(N)}(\theta)$ — диаграммные множители, отвечающие отклику ФАР в направлении на источник сигнала (помехи), $+$ — знак эрмитова сопряжения. Оптимальная пространственная обработка, в свою

очередь, осуществляет не только фазирование в направлении источника полезного сигнала, но и подавление интенсивной помехи путем соответствующей коррекции диаграммы направленности АР [3]:

$$G_0 = \frac{\mathbf{S}^T \mathbf{R}_{Noise}^{-1} \mathbf{S}^*}{|\mathbf{S}|^2 (N + |\mathbf{N}|^2)^{-1}} = \left[1 - \frac{|D_{NS}|^2}{(1 + |\mathbf{N}|^2)|S|^2} \right] (N + |\mathbf{N}|^2)$$

где $\mathbf{R}_{Noise}$ — матрица пространственной корреляции шума и помехи, $D_{NS} = \mathbf{S}^T \mathbf{N}^*$ — диаграммные множители, отвечающие отклику АР, фазированной в направлении на источник сигнала, на помеху (или наоборот), $T, *$ — знаки операций транспонирования и комплексного сопряжения. Видно, что в зависимости от «перекрытия» полей сигнала и помехи на входе АР величина оптимального выигрыша меняется в широких пределах, но при этом остается пропорциональной мощности подавляемой помехи.

3. Заключение

Выбор метода пространственной обработки сигналов в АР и величина достигаемого выигрыша АР существенным образом зависят от условий распространения сигналов. Появление в пространственных спектрах сигналов каждого из источников значительного числа гармоник приводит к усложнению сценария приема и обработки полезного сигнала на фоне помех. Физические факторы, оказывающие при этом основное влияние на эффективность обработки — характер спектра волновых чисел мод, угловое положение самих источников относительно АР.

Работа выполнена при поддержке РФФИ по гранту № 18-32-01045.

4. Список литературы

- [1] Бреховских, Л. М. Теоретические основы акустики океана / Л. М. Бреховских, Ю. П. Лысанов. — М.: Наука, 2007. — 370 с.
- [2] Канцельсон, Б. Г. Акустика мелкого моря / Б. Г. Канцельсон, В. Г. Петников. — М.: Наука, 1997 — 191 с.
- [3] Ширман, Я. Д. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех / Я. Д. Ширман, В. Н. Манжос. — М.: Радио и связь, 1981 — 461 с.

EFFECT OF CONDITIONS OF SOUND PROPOGATION IN MULTIMODE ISOPEED WAVEGUIDE ON THE EFFECTIVENESS OF A LINEAR ANTENNA WITH OPTIMAL SPATIAL SIGNAL PROCESSING

Smirnov A. V.
IAP RAS, Russia

Abstract — The influence of the propagation characteristics of an acoustic multimode signal in a shallow water channel on the efficiency of a receiving horizontal antenna array was studied using the optimal spatial signal processing against interference and the standard phased array method.

РАЗРАБОТКА ЗАЩИЩЕННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ

Лебеденко А. В., Иминова А. С.

Научный руководитель: Лебеденко А. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: alimeiminova@gmail.ru, alex7y88@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрена технология системы контроля доступа с биометрической аутентификацией, а также описан основной принцип работы такой системы, недостатки и достоинства.

1. Введение

Биометрическая идентификация является наиболее безопасным и удобным инструментом аутентификации. Биометрические данные нельзя одолжить, украсть или забыть, а подделать их практически невозможно. Биометрические устройства аутентифицируют человека по его уникальной характеристике, например, геометрия рук, сетчатка глаза, отпечаток пальца, информация ДНК или образцы голоса.

2. Основная часть

Стандартная биометрическая система контроля доступа состоит из четырех основных типов компонентов: сенсорного устройства, блока оценки качества, блока сравнения и сопоставления характеристик и базы данных.

Биометрический считыватель или сканирующее устройство используется для получения необходимых данных от человека. К примеру, для считывания отпечатков пальцев используется оптический датчик с камерой, который сканирует и формирует изображение ребристой структуры кожи на кончиках пальцев, то есть бугорки и впадины, которые создают определенный рисунок, уникальный для каждого человека папиллярный узор, и это изображение служит основой для дальнейшей деятельности по контролю доступа.

Сенсорный блок формирует интерфейс между пользователем и биометрической системой контроля доступа, что позволяет минимизировать частоту ошибок чтения. Однако, важно помнить, что качество и полезность данных, полученных с помощью датчиков, часто зависит от характеристик камеры, поскольку большая часть биометрических данных состоит из изображений.

Далее, биометрические данные, собранные сенсорным устройством, должны оцениваться в системе контроля доступа, чтобы определить, пригодны ли они для обработки. Как правило, алгоритм, разработанный для улучшения сигнала, применяется к данным для улучшения их качества, но, если качество недостаточно для их обработки, пользователю может быть предложено повторно передать данные.

После обработки, из общего набора данных выбирается конкретный набор функций для представления квалифицирующего признака личности. Иными словами, если вы приложите к сенсору палец, то на отсканированном отпечатке будут выбраны определенные точки завитков папиллярного узора, которые заносятся в базу данных и будут сравниваться с первоначальными для предоставления доступа к файлам. Такой набор функций называется биометрическим шаблоном и хранится в базе данных системы.

После того, как необходимые для идентификации данные были собраны, они сравниваются с сохраненными в базе данных шаблонами. То есть набор точек на отсканированном отпечатке пальца сопоставляется с идентичными точками на уже существующих в базе данных отпечатках пальцев. Количество точек сопоставления между входным изображением и шаблоном обеспечивает оценку совпадения, которая может колебаться между показаниями в зависимости от качества собранных данных.

Далее в работу включается согласующее устройство, которое в биометрической системе обычно

включает в себя устройство принятия решения. Такое устройство выдает ответ полагаясь на результаты сканирования и подтверждает личность человека, либо определяет личность, сохраняя результаты сканирования в базу данных. База данных биометрической системы хранит всю информацию, необходимую для обработки биометрических показаний. При установлении параметров контроля доступа шаблон функции вводится в базу данных вместе с биографической информацией, уникальной для пользователя, для повышения уровня безопасности.

Для извлечения пользовательского шаблона часто достаточно одной биометрической выборки, но в некоторых случаях биометрическая система может обрабатывать несколько выборок для формирования полного представления. Некоторые системы также хранят несколько шаблонов для компенсации изменений данных, которые могут возникнуть у одного пользователя. Этот метод часто встречается в биометрии распознавания лиц, в которой используется несколько шаблонов для учета изменений в позициях лица по отношению к сенсору.

Следует знать, что биометрическая система — это безусловно сетевая система, которая обеспечивает централизованное управление шаблонами. Этот процесс позволяет пользователю зарегистрироваться в одном месте, на одном устройстве, получить свой шаблон, который будет загружен и на другие устройства в зависимости от прав доступа.

Основными преимуществами биометрических систем контроля доступа являются обеспечение дополнительной безопасности и низкие эксплуатационные расходы. Из минусов можно выделить стоимость первоначальных инвестиций и неудобство использования с частой сменой пользователей.

3. Заключение

Таким образом, биометрические системы контроля доступа определяют будущее безопасности во всем мире. Благодаря своим безошибочным возможностям сбора, идентификации и проверки данных, биометрические системы контроля доступа имеют решающее значение для защиты информации в бесчисленных отраслях по всему миру, разных размеров и масштабов, а их преимущества многочисленны и разнообразны и вызывают значительную сенсацию как в организациях с высокой степенью риска, так и в небольших организациях.

4. Список литературы

- [1] Биометрическая идентификация и аутентификация [Электронный ресурс]. — Режим доступа: www.techportal.ru/glossary/biometricheskaya_identifikaciya.html.
- [2] Способ биометрической аутентификации пользователя в компьютеризованных системах контроля доступа [Электронный ресурс]. — Режим доступа: www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&jrnid=trspy&paperid=620&option_lang=rus.

DEVELOPMENT OF A SECURE ACCESS CONTROL SYSTEM USING BIOMETRIC AUTHENTICATION

Lebedenko A.V., Iminova A.S.

Scientific adviser: Lebedenko A.V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The technology of the access control system with biometric authentication is considered; and the basic principle of operation of such a system, disadvantages and advantages are described.

МАКЕТ ЛАБОРАТОРНОЙ «ПРОСВЕТНОЙ» РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКОЙ СИГНАЛОВ

Байздренко А. А., Шереметьев К. С.

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

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

E-mail: baizdrenko@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена структура лабораторного макета «просветной» радиолокационной системы с цифровым методом регистрации и обработки сигналов. Показаны его основные характеристики и область применения в ходе учебных занятий при прохождении курса радиолокационных систем.

1. Введение

Обнаружение малозаметных целей является актуальной проблемой современной радиолокации. Малозаметными считаются цели, имеющие малое значение моноэластической эффективной площади рассеяния (ЭПР) ($0,1 \text{ м}^2$ и менее). Наиболее эффективным путем решения задачи обнаружения малозаметных целей является использование многопозиционных радиолокационных систем, одним из вариантов которых являются «просветные» радиолокаторы. Их преимущество заключается в том, что они обладают более мощным энергетическим потенциалом, что, в сравнении с однопозиционными РЛС позволяет для обнаружения одной и той же цели применить на три порядка (1000 раз) меньше энергии. Кроме того они практически не чувствительны к технологии «Stealth», что повышает их эффективность при обнаружении современных объектов военного назначения. При изучении курса по радиолокационным системам целесообразно проводить лабораторные исследования по «просветной» радиолокации, с возможностью применения цифровых методов обработки сигналов при отладке алгоритмов для таких систем.

2. Основная часть

Суть метода бистатической локации на просвет заключается в том, что за счет «просветного» эффекта между передатчиком и приемником бистатической системы формируется область с исключительно высоким энергетическим потенциалом — своеобразный радиолокационный барьер, позволяющий надежно обнаруживать любые цели, недоступные для обнаружения традиционными моноэластическими РЛС [2]. К таким целям относятся: маловысотные ЛА, крылатые ракеты, БПЛА или дельтапланы, малозаметные наземные или надводные цели.

Исходя из принципа функционирования «просветных» радиолокаторов был изготовлен макет такой системы радиолокации, структурная схема которого приведена на рис. 1. Система построена по принципу разнесенной схемы радиолокационного наблюдения, когда рассеивающий объект находится между передатчиком и приемником.

В качестве передатчика использован специализированный передатчик интегрированный в микроконтроллер rfPIC12F675 и переведенный в режим непрерывной генерации на частоте 434 МГц с мощностью 10 мВт. В качестве радиоприемника применена микросхема AD8307 представляющая из себя высокочувствительный приемник прямого усиления.

Для включения и выключения удаленного передающего модуля была предусмотрена система ди-

станционного управления на базе стандартной мобильной связи. В качестве модуля АЦП, первичной обработки и передачи сигнала на персональную ЭВМ была использована платформа Arduino UNO, быстродействие которой обеспечивало решение поставленной задачи.

Макет предназначен для проведения лабораторных занятий по радиолокационным системам такого типа и может быть использован для исследовательских работ. Разработанное программное обеспечение позволяет наблюдать в реальном времени принимаемый сигнал «просветной» радиолокационной системы на мониторе ЭВМ, производить документирование таких сигналов, производить различные виды обработки как в онлайн режиме, так над ранее сохраненными сигналами. На рис. 1 представлена структурная схема макета «просветной» радиолокационной системы.



Рис. 1

3. Заключение

Созданный макет «просветной» радиолокационной системы с цифровой обработкой сигналов позволяет проводить на нем натурные эксперименты и осуществлять отладку алгоритмов обработки информации в интересах научных исследований и в ходе учебного процесса в ВУЗе для систем построенных на принципах «просветной» радиолокации.

4. Список литературы

- [1] Черняк, В. С. Многопозиционная радиолокация / В. С. Черняк. — М. : Радио и связь, 1993. — 416 с.
- [2] Определение координат целей в просветных радиолокационных системах с подвижными позициями / А. Б. Бляхман, А. В. Мякинков, А. Г. Огурцов, А. Г. Рындык // Радиотехника и электроника. — 2008. — Т. 53, № 3. — С. 327 — 332.

THE MOCKUP OF LABORATORY CLEAR RADAR SYSTEM WITH DIGITAL SIGNAL PROCESSING

Baizdrenko A. A., Sheremetev K. S.

Scientific adviser: Baizdrenko A. A.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — The structure of the laboratory mockup of a clear radar system with a digital method for recording and processing signals was considered. Its main characteristics and score during the course of the radar systems are shown.

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫМИ ВОЛНАМИ

Байздренко А. А., Никитин Р. Р.

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

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

E-mail: baizdrenko@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен вариант создания учебного исследовательского стенда для физического моделирования радиолокационных систем различного типа с помощью ультразвуковых волн. Стенд позволяет исследовать и отлаживать алгоритмы обработки информации в цифровых радиолокационных системах.

1. Введение

Радиолокационные системы различного назначения имеют широчайшее распространение в различных областях человеческой деятельности вследствие их высокой информативности. При их изучении и совершенствовании широко применяются методы математического моделирования. В тоже время, при математическом моделировании часто невозможно учесть тонкие эффекты связанные с отражением волн от сложных объектов, моделировать помеховую обстановку адекватную реальным условиям функционирования и т.д. В таких случаях целесообразно проводить физическое моделирование радиолокационных систем. Одним из вариантов такого моделирования является использование ультразвуковых волн вместо электромагнитных. Такая замена возможна вследствие аналогии физической картины их распространения. Кроме того, в учебных целях такая замена позволяет проводить занятия без пагубного влияния на организм электромагнитных излучений.

2. Основная часть

Основу исследовательского стенда составляет ультразвуковой локатор с цифровыми методами формирования и обработки излучаемых и принимаемых сигналов. Структурная схема стенда приведена на рис. 1. Персональный компьютер управляет работой стенда, задает режимы его работы путем загрузки в микроконтроллерный вычислитель соответствующие управляющие команды. От вычислителя он принимает отраженные сигналы в цифровом виде. Микроконтроллерный вычислитель программным способом задает форму и направление излучения зондирующих сигналов и загружает в модуль формирования зондирующих сигналов соответствующий массив данных. В данном модуле имеется восемь каналов усилителей-формирователей выходы которых подаются на линейную ФАР из 8 пьезоэлементов. Сформированный зондирующий сигнал излучается в сторону поля целевой обстановки. На данном поле могут создаваться различные варианты статических и динамических целей, а также различные виды пассивных помеховых объектов.

Модуль приема отраженных сигналов по двум каналам принимает аналоговый сигнал от двух приемных пьезоэлементов, осуществляет их оцифровку с помощью 10-разрядного АЦП и передает в реальном масштабе времени через USB порт в персональную ЭВМ для дальнейшей обработки.

Особенностью стенда является то, что модуль приема отраженных сигналов может быть перемещен относительно передающего модуля. Это позволяет моделировать как однопозиционные так и би-

статические локационные системы, в том числе и локационные системы «просветного» типа.



Рис. 1

Микроконтроллерный вычислитель построен на основе микроконтроллера STM32F103C8. Это позволило обеспечить требуемые частоты оцифровки сигнала, передачу цифровых сигналов в требуемом темпе в персональную ЭВМ.

3. Заключение

Разработанный метод физического моделирования локационных систем с помощью созданного макета позволяет привить обучаемым интерес к изучаемой дисциплине за счет возможности реально участвовать в процессе исследования локационной системы. За счет полностью цифровой организации процессов управления стендом и обработки отраженных сигналов появилась реальная возможность в отладке и апробации новых алгоритмов обработки в ходе курсового и дипломного проектирования.

4. Список литературы

- [1] Черняк, В. С. Многопозиционная радиолокация / В. С. Черняк. — М. : Радио и связь, 1993. — 416 с.
- [2] Муякшин, С. И. Модель ультразвукового эхолота/ фазированной антенной решеткой для спецпрактикума радиофизике / С. И. Муякшин. — М. : Открытое образование, 2009. — 441 с.

PHYSICAL MODELING OF DIGITAL RADAR SYSTEMS USING ULTRASONIC WAVES

Baizdrenko A. A., Nikitin R. R.

Scientific adviser: Baizdrenko A. A.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — The option of creating an educational research facility for the physical modeling of radar systems of various types using ultrasonic waves is considered. The stand allows you to explore and debug information-processing algorithms in digital radar systems.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРИЧАЛИВАНИЯ СУДНА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Мурзин Д. Г., Азаров А. А., Кулаковская Н. О.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, Мурзин Д. Г.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: d.g.murzin@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрены особенности построения систем программного обеспечения систем реального времени.

1. Введение

В рамках решения задачи локальной навигации судна относительно причальной стенки, решалась задача визуализации процесса причаливания судна в режиме реального времени. В работе приводятся проблемы и особенности построения аппаратно-программного комплекса, работающего в режиме реального времени, для тестирования и отладки работы системы автоматического причаливания.

2. Основная часть

Работа системы визуализации процесса причаливания требует организацию формирования запросов к системе регистрации фазового сдвига двухчастотного фазового метода измерения дальности [1], а также получения данных о фазовом сдвиге из программной части системы, разработанной для компьютера. Структурная схема аппаратно-программного модуля регистрации данных об измеряемых расстояниях системы автоматического причаливания показана на рис. 1.

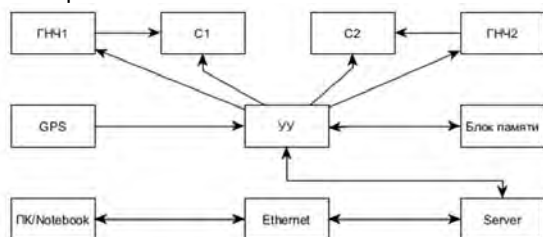


Рис. 1

Приближенное значение расстояния до причальной стенки в момент начала работы системы автоматической швартовки определяется внешним модулем GPS. На основе данных полученных от модуля GPS устройство управления (УУ) формирует пакет данных программе о расстоянии до причала, на основе которого выбирается ближайшее значение из нелинейной шкалы расстояний и происходит формирование асинхронных запросов для получения двоичных данных, описывающих значение фазового сдвига каждого из 4-х расстояний.

В целом, программная часть системы состоит из следующего набора разработанного программного обеспечения:

1. Программное обеспечение расчета расстояний исходя из измеренных разностей фаз низкочастотных сигналов.

2. Сервер обработки API запросов по протоколу Ethernet от клиентского Windows приложения.

3. Клиент визуализации данных.

Система реального времени, связывающая вычислительные модули и измерительную часть, подготавливает сеть передачи данных, гарантирующую доставку каждого пакета данных от отправителя к получателю строго в заданный период времени.

В этой связи, применение Ethernet протокола для сетей реального времени связана с его основными преимуществами.

Высокая скорость обмена данных, при использовании стандартов Fast и Gigabit Ethernet со скоростями передачи данных 100 Мбит/с и 1 Гбит/с соответственно.

Логика работы протокола сертифицированного по IEEE и ISO, использует стек протоколов TCP/IP, имеющий широкую аппаратную и программную поддержку.

Большинство программных единиц реализовано в виде отдельных .NET компонент, что позволяет использовать готовые компоненты, как в разрабатываемом комплексе, так и в его модификациях. Разработка велась для платформы Microsoft.NET Framework 4.5 [2] с использованием Windows Presentation Foundation (WPF) — технологии создания пользовательских интерфейсов для Windows.

Система WPF предоставляет множество средств для создания визуального интерфейса, включая язык XAML (Extensible Application Markup Language) [3]. С помощью системы разметки графического интерфейса - XAML удалось отделить логику работы интерфейса от остальной части программы.

3. Заключение

В рамках проведенных работ по разработке системы автоматического причаливания судна реализован процесс визуализации швартовки судна в реальном времени, представляющий собой аппаратно-программный комплекс, построенный на базе ноутбука с подключенным по сети Ethernet модулем регистрации данных. Для управления и визуализации процесса причаливания на языке программирования Visual C# разработано специализированное программное обеспечение, работающее на платформе .NET Framework и реализующее основные задачи визуализации, тестирования и отладки.

4. Список литературы

- [1] Пат. № 2594341 Российская Федерация, Способ измерения дальности / Широков И. Б., Камынин И. В. — 2016. Бюл. № 22.
- [2] Рихтер, Д. Программирование на платформе Microsoft.NET Framework 4.5 на языке C# / Д. Рихтер — СПб. : Питер. — 896 с.
- [3] Подольский, В. В. Язык декларативного программирования XAML / В. В. Подольский, Д. А. Мовчан // ДМК - Пресс, 2018. — 336 с.

DEVELOPMENT OF SYSTEM FOR VESSEL MOORING VISUALIZATION IN REAL TIME

Azarov A. A., Kulakovskaya N. O., Murzin D. G.
 Scientific adviser: Murzin D. G.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The peculiarities of building software systems of a real-time system are considered.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ FEKO ПРИ АНАЛИЗЕ ПРОСВЕТНЫХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Афонин И. Л., Дубина М. В.

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

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

E-mail: lemax89@rambler.ru

Аннотация — Рассмотрена методика использования программной среды FEKO при расчётах, связанных с построением модели просветной радиолокационной системы, работающей в Ku-диапазоне и позволяющая делать выводы об эффективности зон обнаружения летательных аппаратов с низкой эффективной отражающей поверхностью (ЭОП).

1. Введение

Обнаружение объектов с уменьшенной ЭОП является одной из самых сложных проблем при наблюдении за воздушным пространством. Из-за постоянно увеличивающегося числа беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), в частности дронов, крайне желательно использовать системы контроля воздушного движения, способные обеспечить надежное наблюдение, чтобы избежать нарушения закрытых воздушных зон. Кроме того, контроль за воздушным пространством над городами имеет решающее значение для обеспечения безопасности населения. БПЛА являются типичными примерами объектов с низкой ЭОП, которые могут стать практически невидимыми для традиционных моно- или би-статических радиолокационных систем. Типичные примеры БПЛА, имеющие небольшой размер (около 1 м в наибольшем измерении) и низкая ЭОП — это дистанционно управляемые дроны, число которых возрастает в экспоненциальной прогрессии. С другой стороны, военные БПЛА размером 15 — 20 м часто разрабатываются со стелс-технологией, которая обычно состоит из выбора соответствующих форм и покрывающих слоев композиционными материалами с высокими коэффициентами поглощения, что существенно уменьшает ЭОП до предельно малых величин.

2. Основная часть

Основная цель данной работы — в получении и анализе комплексной модели электромагнитного поля принятого сигнала РЛС переднего рассеяния в общих условиях [1]. Проблема переднего рассеяния формулируется как стандартная задача дифракции, следовательно, решение может быть получено рассмотрением формулы Гельмгольца — Кирхгофа, совместно с приближением Бабине, в приближении оптической физики, при этом размеры цели должны быть много больше длины волны. В частности, проведен анализ для случаев рассеянного и полного поля, что справедливо для точки приема в дальней зоне, учитывая прямоугольный силуэт цели в аппроксимации первого порядка для фазы сигнала. Решение задачи рассеяния в любом случае возможно путем численной оценки дифракционных интегралов, как для простых прямоугольников, так и для произвольно сформированных фигур.

Предложенная модель была проверена с помощью современного ПО FEKO (версии 2017 года для 64-разрядных ПК), моделирующего волновые процессы в пространстве. В качестве источника первичной электромагнитной волны был использован точечный источник, находящийся на значительном

удалении от цели и приемника сигнала (около 36000 км), что соответствует использованию в качестве подсветки целей сигналов геостационарных спутников Земли. Изображенный на рисунке 1 — это электромагнитный портрет цели (пластина абсолютно проводящего металла) на высоте 200 метров от приемной антенны, подсвечиваемой с геостационарной спутниковой орбиты.

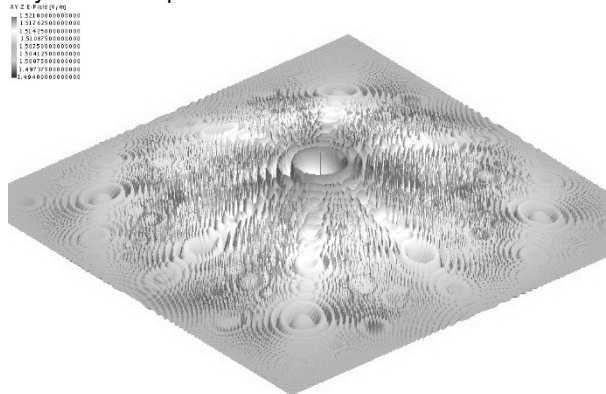


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, сравнивая полученные результаты расчетов для целей одного размера, но находящихся на разных удалениях от точки приема, были сделаны выводы об эффективности использования просветных радиолокационных систем для различных высот полета летательных аппаратов. Так, приближение цели к точке приема дает выигрыш в энергетических характеристиках приемных систем, что позволяет осуществлять регистрацию целей без привлечения дополнительных мер по обработке сигнала, например когерентной обработки.

4. Список литературы

- [1] Forward, Scatter Radar for Air Surveillance. Marta Tecla Falconi, Davide Comite. MDPI. Remote sensing. — 2017. — Iss. 9. — No 50.

USAGE OF FEKO SOFTWARE FOR CLEAR RADAR SYSTEM ANALYZING

Afonin I. L., Dubina M. V.

Scientific adviser: Afonin I. L.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — The technique of using the program FEKO for modeling of a clear radar system, worked in Ku-band. The technique allows making decision about the effectiveness of detection zone of air vehicles with low effective reflective surface.

РЯД ФУРЬЕ ИЗ ГАРМОНИК С ГЧМ

Баранов А. Н., Баранов Н. А., Черменева И. П., Дудников П. С.
Черноморское высшее военно-морское училище имени П. С. Нахимова, Россия
E-mail: omit.rt52@gmail.com

Аннотация — Рассматриваются актуальные вопросы оптимизации телекоммуникационных технологий и обработки широкополосных сигналов.

1. Введение

В настоящее время очень актуальны вопросы оптимизации телекоммуникационных технологий и обработки широкополосных сигналов.

Практическая возможность обработки широкополосных сигналов в реальном масштабе времени появилась при создании вычислительных систем большой производительности, а так же надежных больших интегральных микросхем [1,2]. Эта эффективность связана, главным образом, с точностью, устойчивостью, высокой гибкостью и адаптивностью таких систем [3]. Не менее важным фактором явилась также разработка эффективных алгоритмов и повышение качества программного обеспечения.

2. Основная часть

В РТС широкое применение находят сложные сигналы, среди них сигналы с гиперболической частотной модуляцией (ГЧМ) получили распространение благодаря свойству оставаться согласованными приемному фильтру даже при наличии доплеровских искажений. Искажение сигнала вследствие эффекта Доплера сводится к временному сдвигу отклика на величину

$$\tau_a = \pm \frac{2V}{cK} \text{ и, следовательно, приводит к появлению}$$

дополнительной ошибки в измерении дальности до цели, обусловленной отсутствием априорной информации об относительной радиальной скорости цели. Скомпенсировать указанную ошибку можно измерением радиальной скорости цели и формированием соответствующей поправки в тракте измерения дальности, что производится, например, в устройствах, использующих толерантные сигналы.

Для получения точного и приближенного выражений спектров используем вид комплексной гармоники с

$$\text{ГЧМ: } \exp\left[j \frac{\omega_0^2}{\mu} \ln\left(1 + \frac{\mu}{\omega_0} t\right)\right], \text{ где } \mu = \frac{\nabla \omega}{T} = \frac{2\pi \nabla F}{T}.$$

индекс модуляции, ∇F — девиация частоты.

Таким образом, задача сводится к вычислению интеграла вида

$$\dot{S}(j\omega) = \int_{-T/2}^{T/2} \exp\left[j \frac{\omega_0^2}{\mu} \ln\left(1 + \frac{\mu}{\omega_0} t\right)\right] \cdot \exp(-j\omega t) dt.$$

Преобразуя формулу, построим сигнал в системе Matcad

$$S(t) := \cos\left[\frac{(\omega_0)^2}{\mu} \cdot \ln\left[1 - \Delta - \frac{\alpha \cdot \mu}{\omega_0} \cdot (t - tR)\right]\right]$$

Получим ряд Фурье в комплексной форме

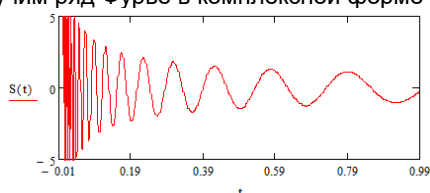


Рис. 1

Функции $y = A \sin(n\omega_1 \ln t + \varphi)$ будем называть гармониками с ГЧМ. Их можно представить также в виде

$$y = a \cos n\omega_1 \ln t + b \sin n\omega_1 \ln t,$$

где $a = A \sin \varphi$; $b = A \cos \varphi$.

Сумма гармоник $\sum_{n=1}^K A_n \sin(n\omega_1 \ln t + \varphi_n)$, являясь периодической, уже не будет гармоникой.

Пусть периодическая функция $f(t)$ с периодом $T = 2\pi$ разложена в ряд Фурье

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos \ln nt + b_n \sin \ln nt).$$

Из формулы Эйлера $t^{i\varphi} = \cos \ln \varphi + i \sin \ln \varphi$ следует, что

$$\cos \ln \varphi = \frac{t^{i\varphi} + t^{-i\varphi}}{2} \text{ и } \sin \ln \varphi = \frac{t^{i\varphi} - t^{-i\varphi}}{2i}.$$

$$\text{Тогда } \cos \ln nt = \frac{t^{\ln n} + t^{-\ln n}}{2};$$

$$\sin \ln nt = \frac{t^{\ln n} - t^{-\ln n}}{2i} = \frac{i(t^{-\ln n} - t^{\ln n})}{2}.$$

Таким образом, получили ряд Фурье и формулы Эйлера для разложения сигналов на гармоники с ГЧМ.

3. Заключение

Разложение сигналов в ряд Фурье по гармоникам с ГЧМ является новым. Представляется целесообразным его использование в современных телекоммуникационных системах, что позволит устранить нежелательные эффекты систем с деформациями используемых сигналов.

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] Ремли, В. Р. Влияние доплеровской дисперсии на обнаружение и разрешающую способность при использовании согласованных фильтров / В. Р. Ремли // ТИИЭР. — 1966. — Т. 54, № 1. — С. 39 — 46.
- [3] Сапрыкин, В. А. Теория гидроакустики и цифровая обработка сигналов / В. А. Сапрыкин, С. П. Рокотов. ; в 2-х ч. — Л. : ВВМУРЭ, 1991. — 416 с.

FOURIER SERIES OF HARMONICS WITH HFM

Baranov A. N., Baranov N. A., Chermeneva I. P.,
Dudnikov P. S.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — Topical issues of optimization of telecommunication technologies and processing of broadband signals are considered.

УСТРОЙСТВО ОБНАРУЖЕНИЯ ПРЕПЯТСТВИЯ

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 разработки устройства обнаружения препятствий, основанного на анализе дискретно-косинусного преобразования (ДКП). Приведены результаты математического анализа ДКП изображений с целью обнаружения возникающего препятствия.

1. Введение

В настоящее время формат потоковой передачи видеоизображения повсеместен во всех сферах внимания, в том числе при реализации систем дистанционного управления подвижного объекта [1], при котором важной и актуальной задачей является обработка видеоизображения с целью обнаружения препятствия, а также достаточная степень сжатия информации для передачи по различным реализуемым каналам связи.

Целью представленной работы являлась разработка устройства обнаружения препятствия с применением более простых методов анализа видеоизображения, по сравнению с существующими [2], поскольку последние требуют больших вычислительных ресурсов и дополнительных технологий, например Pointcloud и Microsoft Kinect [3].

2. Основная часть

Поскольку предполагается, что разрабатываемое устройство обнаружения препятствий входит в состав блока формирования, обработки и передачи видеоизображения в системе дистанционного управления малым подвижным объектом, то принцип его работы и основные характеристики определяются из особенностей работы всей системы. Структурная схема блока на подвижном объекте представлена на рис. 1.



Рис. 1

При этом удобство использования в качестве метода обнаружения препятствий результаты ДКП определяется тем, что ДКП в любом случае будет использован в процессе сжатия видеоизображения для передачи в канал. Двойное использование одного метода должно значительно уменьшить общие вычислительные ресурсы. Целесообразность же применения при анализе не исходной матрицы видеоизображения, а матрицы ДПК определяются чувствительностью алгоритма преобразования к малым деталям и крупным разделениям в видеоизображении.

В докладе приведены результаты математического моделирования алгоритма преобразования тестовых изображений, имитирующие видеоизображение с борта подвижного аппарата, а также исследования реальных изображений, проведено их сравнение, примеры тестовых и реальных изображений представлены на рис. 2.

Исследование характера изменений преобразованных видеоизображений проводилось путем математического моделирования в программной среде *Matlab*. Модельный эксперимент заключался в ана-

лизе нескольких тестовых изображений препятствия, видимого с борта подвижного аппарата на линии горизонта с учетом различных значений контрастности и формы/размера препятствия.

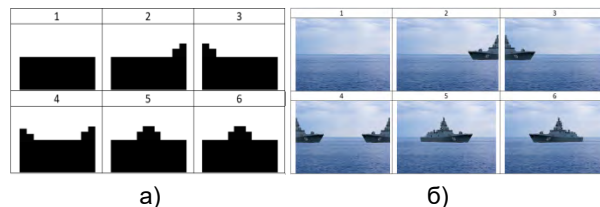


Рис. 2

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 (рис. 3).

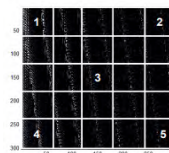


Рис. 3

3. Заключение

Разработан алгоритм работы устройства распознавания препятствия. Проведены исследования дискретно-косинусного преобразования тестовых изображений. Выявлена закономерность в параметрах ДКП и элементах на тестовых изображениях. Характер зависимости тестового изображения сопоставим с результатами анализа ДКП соответствующего ему реального изображения, что подтверждает применимость ДКП при уменьшении качества и разрешения видеоизображения.

Исследования выполнены при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России (уникальный идентификатор проекта RFMEFI57817X0259).

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. — 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 Symposium 2011. — Vol. 22, No 1. — P. 147 — 148.

DEVICE FOR OBSTACLE DETECTION

Redkina E. A., Polyanskiy V. V.

Scientific adviser: Redkina E. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of designing the device for obstacle detection, based on discrete-cosine transform (DCT), are discussed. The results of mathematical analysis of DCT matrix with the purpose of obstacle detection are presented.



Секция 7

ЦИФРОВАЯ И АНАЛОГОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

ЧАСТОТНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ПЕРЕДАЧИ И ИМПУЛЬСНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИДЕАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЕФОРМАЦИИ ВРЕМЕННОГО МАСШТАБА

Афонин И. Л., Баранов Н. А.

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

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

E-mail: magistri.avms@yandex.ru

Аннотация — При решении задач обнаружения полезных сигналов на фоне помех, когда они представляют собой либо произведение, либо свертку, для обеспечения применения фундаментального принципа суперпозиции широко используют принцип обобщенной линейной фильтрации (ОЛФ). В работе на основе основных вопросов применения преобразования Фурье при анализе линейных инвариантных во времени систем рассматривается применение преобразования Меллина для анализа нестационарной системы с переменными во времени параметрами с новой независимой переменной — времени с деформированным временным масштабом.

1. Введение

Принцип ОЛФ для произведения сигналов состоит в том, что с помощью некоторого преобразования приводят мультипликативный сигнал к аддитивной сумме сигналов. Сумму сигналов можно преобразовать с помощью линейных фильтров, а затем перейти от сигнала на выходе линейной цепи к функции обратной логарифмированию-потенцированию. Аналогично свертку сигналов можно преобразовать в произведение, а затем произведение в сумму. Главная особенность здесь состоит в замене спектральной плотности логарифмом от неё [1].

2. Основная часть

Инвариантность системы во времени означает, что результат действия системы на входной сигнал не зависит от конкретного момента времени. Соответственно, при сдвиге входного сигнала по времени на интервал Δt выходной сигнал так же сдвинется на этот интервал, оставаясь в остальном неизменным. Аналогично, для пространственно-инвариантной системы сдвиг входного воздействия в пространстве только вызывает такой же пространственный сдвиг отклика [2].

В локационных системах общепринятой, физически обоснованной и точной является модель эхосигнала от движущейся точечной цели

$$s(t) = s_0(\alpha t \pm \tau) \text{ или } s(t) = s_0[(t \pm \tau)/\alpha], \tau = 2D/c, \quad (1)$$

где $\alpha = 1 \pm 2V_r/c$; $\tau = 2D/c$; D, V_r — дальность и скорость цели.

Если свойства системы не инвариантны относительно начала отсчета времени (зависят от времени), то такую систему называют нестационарной системой с переменными во времени параметрами

$$u_{\text{вых}}(\alpha t) = T u_{\text{вх}}(\alpha t). \quad (2)$$

От этой, нестационарной в обычном смысле системы, можно перейти к мультипликативно-стационарной, если применить, как в принципе ОЛФ, нелинейное преобразование к аргументу и представить время в логарифмическом масштабе

$$u_{\text{вых}}(\ln t + \ln \alpha) = T u_{\text{вх}}(\ln t + \ln \alpha). \quad (3)$$

Если исходный сигнал подвергнут изменению масштаба времени это означает, что роль времени играет новая независимая переменная αt (α — некоторое вещественное число).

При известной дальности до цели получим нестационарную систему с переменными во времени параметрами $u_{\text{вых}}(\alpha t) = T u_{\text{вх}}(\alpha t)$, от которой можно перейти к мультипликативно-стационарной — идеальной системе деформации временного масштаба (ИСДВМ), если применить нелинейное преобразование к аргументу и представить время в логарифмическом масштабе

$$u_{\text{вых}}(\ln t + \ln \alpha) = T u_{\text{вх}}(\ln t + \ln \alpha).$$

Нелинейная операция логарифмирования превращает эту систему в линейную и инвариантную по логарифму времени.

Для такой системы введем идеализированное понятие частотного коэффициента передачи и импульсной характеристики (ИХ) мультипликативно-стационарной системы (системы, инвариантной относительно логарифма параметра растяжения-сжатия временного масштаба $\ln \alpha$).

Частотный коэффициент передачи полученной идеальной системы деформации временного масштаба, задаваемой системным оператором T , будет равен

$$H_M(j\nu) = \frac{M_{\text{вых}}}{M_{\text{вх}}} = \alpha^{j\nu}, \quad (5)$$

где преобразования Меллина входного и выходного сигналов оператора T равны:

$$M_{\text{вх}} = M\{s(t)\} = S_0(j\nu), \\ M_{\text{вых}} = M\left\{s\left(\frac{t}{\alpha}\right)\right\} = \alpha^{j\nu} S_0(j\nu). \quad (6)$$

Импульсную характеристику мультипликативно-стационарной системы получим как обратное преобразование Меллина меллиновской частотной характеристики такой системы

$$h(t) = M^{-1} \frac{M_{\text{вых}}}{M_{\text{вх}}} = M^{-1} \{\alpha^{j\nu}\} = M^{-1} \int_{-\infty}^{\infty} \alpha^{j\nu} e^{j\nu t} d\nu = \\ = M^{-1} \int e^{j\nu(\ln t - \ln \alpha)} d\nu = \delta\left[\ln\left(\frac{t}{\alpha}\right)\right] \quad (7)$$

при $\alpha=1$ имеем $\delta(\ln t)$.

3. Заключение

Также как и в инвариантной во времени идеальной системе задержки ИХ смещается от времени, также ИХ ИСДВМ смещается на логарифм доплеровского параметра $\ln \alpha$ на логарифмической временной шкале.

4. Список литературы

- [1] Андреевская, Т. М. Курс лекций по РТЦС / Т. М. Андреевская. — МГИЭМ, 2004.
- [2] Федотов, М. Г. Преобразование Фурье и анализ линейных цепей и систем; учеб. пособ., Ч. 1. / М. Г. Федотов. — Новосибирский гос. ун-т, Новосибирск, 2010.

THE FREQUENCY TRANSMISSION COEFFICIENT AND THE IMPULSE CHARACTERISTIC OF THE IDEAL DEFORMATION SYSTEM OF THE TIME SCALE

Afonin I. L., Baranov N. A.

Scientific adviser: Afonin I. L.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — On the basis of the main issues of application of Fourier transform in the analysis of linear time-invariant systems, the application of the Mellin transform for the analysis of a non-stationary system with time-variable parameters with a new independent variable-time with a deformed time scale is considered.

УСИЛИТЕЛЬ С ЦИФРОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ КОЭФФИЦИЕНТА УСИЛЕНИЯ

Мельников А. В., Куватов А. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Мельников А. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: mel.anat@mail.ru

Аннотация — Приведены результаты разработки усилительного устройства, коэффициент усиления которого изменяется с помощью четырехразрядного двоичного кода, подаваемого на входы управления. Разработанное устройство предназначено для использования в лабораторном практикуме по дисциплине «Схемотехника аналоговых электронных устройств».

1. Введение

В высококачественной аппаратуре усиления, записи, воспроизведения сигналов широко используется цифровое управление, которое характеризуется следующими достоинствами: отсутствие шумов при регулировке, высокая надежность и долговечность, возможность управления с помощью микроконтроллера. Цифровое управление в аппаратуре аналоговой обработки сигналов достигается использованием преобразовательных устройств, параметры которых изменяются в зависимости от цифрового кода, поданного на входы управления.

Предлагаемый доклад посвящен разработке лабораторного усилителя с изменяемым при помощи цифрового кода коэффициентом усиления. Разрабатываемый усилитель будет использован в лабораторном практикуме по дисциплине «Схемотехника аналоговых электронных устройств».

2. Основная часть

Структурная схема разрабатываемого усилительного устройства изображена на рис. 1.

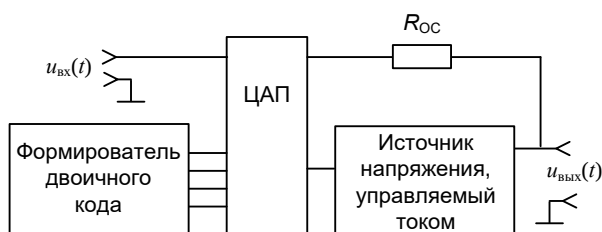


Рис. 1

Усилитель с цифровым управлением коэффициентом усиления содержит формирователь двоичного кода, выполненный на основе переключателей, устанавливаемых в процессе выполнения лабораторной работы в положение «Вкл.» или «Откл.», цифроаналоговый преобразователь (ЦАП), выполненный на основе микросхемы К572ПА1, на управляющие входы которого от формирователя двоичного кода подается параллельный четырех разрядный двоичный код. Вход опорного напряжения ЦАП является входом разрабатываемого усилителя. К выходу ЦАП подключен источник напряжения, управляемый током, выполненный на основе операционного усилителя (ОУ) в инвертирующем включении.

Микросхема ЦАП К572ПА1 выполнена на основе матрицы резисторов типа $R-2R$. У нее имеется вход опорного напряжения и управляющие входы, на которые подается десятиразрядный двоичный код управления. Микросхема обеспечивает получение на

выходе тока, соответствующего по величине кодовой комбинации, поданной на управляющие входы

$$I_{\text{ВЫХ ЦАП}} = \frac{U_{\text{ОП}}}{R} \sum_{i=1}^{10} 2^{-i} a_i. \quad (1)$$

Этот ток надо преобразовать в напряжение. Для этой цели служит источник напряжения, управляемый током, выходное напряжение которого определяется из выражения

$$U_{\text{ВЫХ}} = -RI_{\text{ВХ. ОУ}}, \quad (2)$$

где R — сумма сопротивлений, подключенных между выходом и инвертирующим входом ОУ; $I_{\text{ВХ. ОУ}}$ — ток, поступающий на инвертирующий вход ОУ.

В разработанном устройстве используются 4 старших разряда управляющего входа ЦАП. С учетом этого, объединяя выражения (1) и (2), получаем формулу для расчета коэффициента усиления

$$K = \frac{R_{\text{ОС}} + R_{16}}{R} (2^{-1} a_1 + 2^{-2} a_2 + 2^{-3} a_3 + 2^{-4} a_4), \quad (3)$$

где K — коэффициент усиления разработанного усилителя; $R_{\text{ОС}}$ — сопротивление резистора, подключенного к источнику напряжения, управляемому током; R_{16} — сопротивление резистора, входящего в состав микросхемы ЦАП, и подключенное к выводу 16; R — сопротивление ячейки резисторной матрицы ЦАП; a_1, a_2, a_3, a_4 — значения разрядов двоичного кода на входах управления, которые могут принимать значения 0 или 1.

В разработанном устройстве используются 4 старших выводов входов управления. В соответствии с этим коэффициент усиления устройства имеет 16 уровней дискретизации в диапазоне от 0 до $15\Delta K$, где ΔK — шаг квантования, определяемый величиной тока протекающего по ветви матрицы младшего разряда матрицы $R-2R$ ЦАП и величиной сопротивлений, установленных в цепи обратной связи.

3. Заключение

Таким образом, разработан усилитель, коэффициент усиления которого может дискретно изменяться с помощью управляющего 4-х разрядного двоичного кода. Получено выражение для расчета коэффициента усиления разработанного устройства.

4. Список литературы

- [1] Павлов, В. Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств / В. Н. Павлов. — М. : Академия, 2008. — 287 с.
- [2] Микушин, А. В. Цифровые устройства и микропроцессоры / А. В. Микушин, А. М. Сажнев, В. И. Сединин. — СПб. : БХВ-Петербург, 2010. — 832 с.

AMPLIFIER WITH DIGITAL GAIN CONTROL

Melnikov A. V., Kuvatov A. V.

Scientific adviser: Melnikov A. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of the development of the amplifier, the gain of which is changed using a four-digit binary code supplied to the control inputs, are given.

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ДЕЛИТЕЛЯ ЧАСТОТЫ С ДРОБНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ДЕЛЕНИЯ В 130 НМ SiGe BiCMOS ТЕХНОЛОГИИ

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 — Представлены результаты разработки цифрового делителя частоты с дробным коэффициентом деления в 130 нм SiGe BiCMOS технологии. Делитель частоты обеспечивает коэффициент деления от 72 до 103.

1. Введение

В настоящее время в системах автоматического управления транспортными средствами все большую популярность приобретают ЛЧМ-радары, работающие в W-диапазоне частот (77 — 81 ГГц).

Одним из ключевых блоков автомобильного ЛЧМ-радара является синтезатор частоты (СЧ), который в миллиметровом диапазоне строится на основе петли ФАПЧ. За плавность перестройки частоты сигнала на выходе с СЧ отвечает цифровой делитель частоты с дробным коэффициентом деления.

2. Основная часть

Цифровой делитель частоты с дробным коэффициентом состоит из цифрового делителя частоты с переменным коэффициентом деления, генератора коэффициентов деления и сигма-дельта модулятора.

В качестве цифрового делителя частоты с переменным коэффициентом деления применяется мультимодульный делитель частоты (ММД). Структурная схема ММД представлена на рис. 1. ММД состоит из цепочки ячеек двухмодульных делителей частоты на 2/3 и 3/4, а также цепей синхронизации [1].

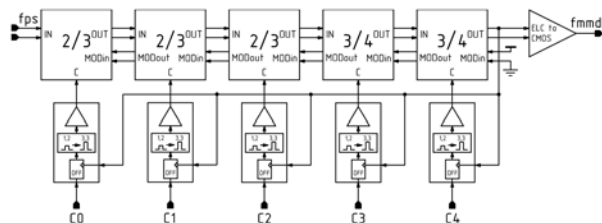


Рис. 1

Коэффициент деления мультимодульного делителя частоты определяется следующим образом:

$$N_{MMD} = 2^3 \cdot 3^2 + C_4 2^4 + C_3 2^3 + C_2 2^2 + C_1 2^1 + C_0 2^0,$$

где $C_0 \dots C_4$ — управляющие входы.

На вход ММД приходит сигнал в диапазоне частот 9,62 — 10,12 ГГц поэтому D-триггер выполняется на основе эмиттерно связанной логики. Принципиальная схема D-триггера совмещенный с элементом ИЛИ [2] представлена на рис. 2.

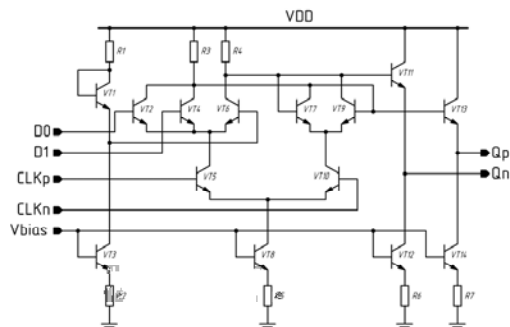


Рис. 2

За формирование дробной части и подавления паразитных дискретных составляющих отвечает сигма-дельта модулятор (СДМ) MASH-типа, порядок которого и определяет частотное разрешение синтезатора частоты на основе петли ФАПЧ. Для представленного модуля составлено Verilog-описание и получена топология. Тактовая частота составляет 100 МГц.

Временные диаграммы работы мультимодульного делителя с коэффициентом деления делителя 198 представлены на рис. 3.

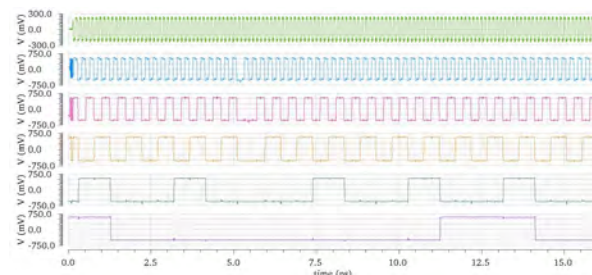


Рис. 3

3. Заключение

Разработан цифровой делитель частоты с дробным коэффициентом деления в 130 нм SiGe BiCMOS технологии. D-триггеры совмещенный с элементом ИЛИ выполняется основе эмиттерно связанной логики.

Описана и получена топология генератор коэффициентов деления и сигма-дельта модулятор средствами языка описания аппаратуры Verilog.

4. Список литературы

- [1] Milosavljević, I. M. A highly linear and fully-integrated FMCW synthesizer for 60 GHz radar applications with 7 GHz bandwidth / I. M. Milosavljević, D. P. Glavonjić, D. P. Krčum, L. V. Saranovac, V. M. Milovanović // Analog Integr. Circuits Signal Process. Department of Electronics, School of Electrical Engineering, University of Belgrade. — Belgrade, Serbia : Springer New York LLC, 2017. — Vol. 90, No 3. — P. 591 — 604.
- [2] Ergintav, A. 49 GHz 6-bit programmable divider in SiGe BiCMOS / A. Ergintav, Y. Sun, C. Scheytt, Y. Gurbuz // 2013 IEEE 13th Topical Meeting on Silicon Monolithic Integrated Circuits in RF Systems, SiRF 2013 — 2013 7th IEEE Radio and Wireless Week, RWW 2013. IHP, Frankfurt (Oder), Germany, 2013. — P. 117 — 119.

DEVELOPMENT OF THE DIGITAL FREQUENCY DIVIDER WITH FRACTIONAL DIVISION COEFFICIENT IN 130 NM SiGe BiCMOS TECHNOLOGY

Tyschuk Y. N., Kozhemyakin A. S., Govenko A. G.

Scientific adviser: Tyschuk Y. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Results of development of the digital frequency divider with fractional coefficient of division are presented to 130 nm of SiGe BiCMOS of technology. The frequency divider provides coefficient of division from 72 to 103.

АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ СХЕМЫ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ВЧ КОРРЕКЦИИ

Мельников А. В., Хижинский А. И.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Мельников А. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: mel.anat@mail.ru

Аннотация — Проведен анализ усилительного каскада с параллельной ВЧ коррекцией в области малых времен. Рассчитаны переходные характеристики каскада и найден выброс фронта импульса для различных значений коэффициента коррекции.

1. Введение

Частотная коррекция применяется при построении широкополосных усилительных трактов, в каскадах усиления импульсных напряжений, в измерительных устройствах и т.п. При этом вопросы влияния элементов схемы на частотные свойства каскада рассмотрены в литературе [1, 2], однако влияние корректирующих цепей на временные параметры усилительных каскадов рассмотрены не достаточно полно.

В докладе проведен анализ усилительного каскада с параллельной ВЧ коррекцией в области малых времен и получены соотношения, позволяющие рассчитать временные параметры каскада в зависимости от номиналов корректирующих элементов схемы.

2. Основная часть

На рис. 1 изображен усилительный каскад с параллельной ВЧ коррекцией и указаны корректирующая индуктивность L и паразитная емкость выходной цепи каскада C_0 .

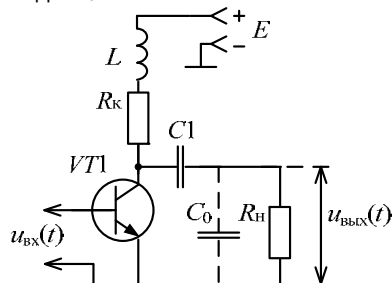


Рис. 1

В результате проведенного анализа схемы было получено выражение для комплексного коэффициента усиления каскада и найдено его изображение по Лапласу. Затем было получено изображение выходного напряжения каскада при подаче на вход единичного скачка напряжения, которое имеет следующий вид:

$$U_{\text{вых}}(p) = U_0 \frac{pm\tau + 1}{p(p^2\tau^2m + p\tau + 1)}, \quad (1)$$

где $U_{\text{вых}}(p)$ — изображение выходного напряжения; U_0 — установившееся напряжение на выходе усилительного каскада; $m = \frac{L}{R_k C_0}$ — коэффициент коррекции; $\tau = R_k C_0$ — постоянная времени выходной цепи; C_0 — емкость выходной цепи каскада.

Применив обратное преобразование Лапласа к найденному выражению (1) были получены переход-

ные характеристики каскада (рис. 2). При проведении расчетов полагали, что $K_0 = 10$.

$U_{\text{вых}}, \text{ В}$

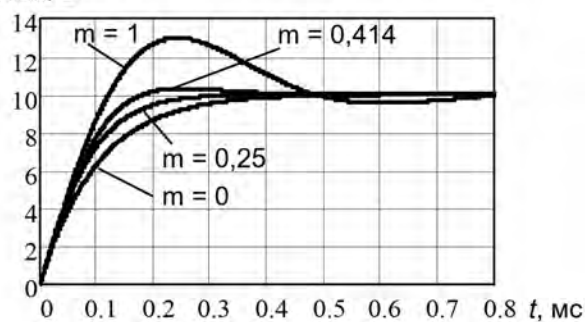


Рис. 2

На рис. 2 изображены переходные характеристики некорректированного каскада ($m = 0$), каскада с максимальной коррекцией, при которой отсутствует выброс фронта ($m = 0,25$), каскада с максимально плоской АЧХ ($m = 0,414$) и каскада с перекоррекцией ($m = 1$).

Расчеты показали, что при $m = 0,414$ выброс фронта составляет 3%, при $m = 1$ выброс фронта достигает 30%.

3. Заключение

Проведен анализ каскада с параллельной ВЧ коррекцией в области малых времен, рассчитаны переходные характеристики для различных значений коэффициента коррекции. Получено, что при введении ВЧ коррекции, соответствующей получению максимально плоской АЧХ, выброс фронта составляет 3%.

4. Список литературы

- [1] Павлов, В. Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств / В. Н. Павлов. — М. : Академия, 2008. — 287 с.
- [2] Мельников, А. В. Анализ схемы параллельной ВЧ коррекции с учетом частотных свойств транзистора / А. В. Мельников, В. В. Требунский // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ-2018» : матер. 14-й междунар. молодежной науч.-техн. конф., Севастополь, 22—26 окт. 2018 г., Севастоп. гос. ун-т. — Севастополь : Изд-во СевГУ, 2018. — С. 162.

ANALYSIS OF TIME CIRCUIT PARAMETERS OF HF CORRECTION

Melnikov A. V., Hizhinskiy A. I.

Scientific adviser: Melnikov A. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Analysis of the amplifier with a parallel HF correction in the region of small times is carried out. The temporal parameters of the amplifier for different values of the correction factor are presented.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЭКРАНЫ НА ОСНОВЕ OLED СВЕТОДИОДОВ

Михайлюк Ю. П., Иванов В. А.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: blablavlad@mail.ru

Аннотация — Выполнен анализ использования устройства на базе OLED светодиодов как в качестве осветительного прибора, так и мультимедийного устройства.

1. Введение

За последние десять лет произошел резкий рост в области органических светодиодов и освещения на базе OLED матриц. Технология, основанная на OLED, является следующим витком развития после традиционных полупроводников, светодиодов и LCD панелей. Данная технология позволяет повысить контрастность, насыщенность цветов (в особенности чёрного), а также позволяет обеспечить широкий угол обзора дисплея. OLED светодиоды имеют высокую яркость и низкое энергопотребление, что позволяет использовать устройства как источник света.

2. Основная часть

OLED-дисплеи и драйверы-контроллеры позволяют создать интеллектуальное многофункциональное устройство для решения различных задач. К примеру, оно может использоваться в качестве простого осветительного прибора, как элемент интерьера или как информационное табло.

Для реализаций функций дисплея больше всего подойдёт активно-матричная панель. В активно-матричной панели каждый пиксель управляется напрямую, поэтому они могут быстро воспроизводить изображение. Размеры AMOLED-дисплеев (Active Matrix Organic Light-Emitting Diode) могут быть значительными: на сегодня уже созданы дисплеи с размером диагонали 60 дюймов. Производство AMOLED-дисплеев является затратным из-за сложной схемы управления пикселями, в отличие от PMOLED-дисплеев (Passive Matrix Organic Light-Emitting Diode), в которых для управления достаточно простого контроллера. Управление пикселями осуществляют тонкопленочные полевые транзисторы (ТПТ), формируемые в виде матрицы, располагаемой под анодной пленкой. Однако потребляемая мощность активно-матричных диодов существенно меньше, чем пассивно-матричных. Поэтому AMOLED экраны пригодны для создания дисплеев больших размеров. К тому же, частота обновления данных больше, чем у PMOLED, благодаря чему AMOLED пригодны для воспроизведения видеосигналов [1].

Оптимальным выбором цветовой модели является RGB модель, так как все выпускаемые OLED дисплеи на данный момент используют именно эту адаптивную цветовую модель, что обусловлено простотой аппаратной реализации. Так же изображение, представленное в RGB виде, занимает меньше пространства на диске и в оперативной памяти устройства, что благоприятно сказывается на быстродействии устройствах [2].

Несомненное преимущество OLED экранов — возможность работы в большом температурном диапазоне, вплоть до -40 — -50 °C. Это обстоятельство позволит применять устройство в жестких условиях морской эксплуатации, для которой характерны низ-

кие температуры, повышенная влажность, соляной туман и др. Естественно эти факторы потребуют должной гидроизоляции устройства [3].

Одной из возможных функций AMOLED экрана в условиях автономного объекта является переход из режима дисплея в режим источника аварийного освещения. Для высококачественных мультимедийных приложений возможно конструктивное объединение практически неограниченное количество панелей для получения устройства с необходимыми размерами: значимые рамки, характерные для ЖК экранов, у OLED матриц отсутствуют.

Однако, к недостаткам следует отнести сохраняющуюся относительно высокую стоимость драйвера управления AMOLED панелей больших размеров, что обусловлено отсутствием высокой конкуренции на рынке этих устройств.

3. Заключение

Таким образом, для реализации многофункциональных экранов на базе OLED светодиодов стоит использовать активно-матричные панели. Имеется возможность использовать подобные устройства в различных климатических условиях.

Однако реализация подобных устройств остается затратной из-за высокой стоимости контроллеров управления AMOLED матрицами.

Исследования выполнены в рамках внутреннего гранта ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» (идентификатор проекта 525/06-31).

4. Список литературы

- [1] Кондратенко, В. С. Исследование технологии создания активно-матричных микродисплеев на основе органических светодиодов [Электронный ресурс] / В. С. Кондратенко, В. И. Иванов // Базис. — 2019. — №1. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-tehnologii-sozdaniya-aktivno-matrichnyh-mikrodispleev-na-osnove-organicheskikh-svetodiodov>.
- [2] Суарес, Д. А. Анализ и особенности полупроводниковых материалы органической электроники [Электронный ресурс] / Д. А. Суарес // Символ науки. — 2017. — №12. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-i-osobennosti-poluprovodnikovyh-materialy-organicheskoy-elektroniki>.
- [3] Кондратенко, В. С. Автоматизированный информационный комплекс на базе прозрачной oled матрицы [Электронный ресурс] / В. С. Кондратенко, В. Р. Эрманбетов, Б. А. Махмудов // Базис. — 2019. — №1. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannyi-informatsionnyy-kompleks-na-baze-prozrachnoy-oled-matrity>.

MULTIFUNCTION DISPLAYS BASED ON ORGANIC LEDS

Mickhayluck Y. P., Ivanov V. A.

Scientific adviser: Mickhayluck Y. P.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The analysis of the use of the device, based on organic LEDs, as a lighting device and multimedia device is done.

АНАЛИЗ ДОСТОИНСТВ И НЕДОСТАТКОВ OLED ДИСПЛЕЕВ

Михайлюк Ю. П., Иванов В. А.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: blablavlavl@mail.ru

Аннотация — Выполнен анализ достоинств и недостатков дисплеев, основанных на OLED светодиодах.

1. Введение

Технология OLED считается следующим витком развития дисплеев для телевизионных и мобильных устройств. Такие экраны намного ярче и предлагают лучшее качество изображения, чем LCD со светодиодной подсветкой. Целью данной работы является анализ достоинств и недостатков OLED дисплеев.

2. Основная часть

Достоинствами OLED дисплеев являются низкое энергопотребление, высокая резкость изображения, цветопередача, а также практически идеальный чёрный цвет. Стоит также отметить и форм-фактор OLED дисплеев.

К недостаткам OLED дисплеев можно отнести выгорание пикселей в следствии продолжительного использования приборов, а также изменение цветопередачи под углом. При изменении угла обзора дисплей может начать отдавать красным, зелёным или синим цветом. Однако изменение цветопередачи вследствие изменения угла наклона не является основной проблемой OLED дисплеев.

Выгорание пикселей проявляется следующим образом: в местах статичного или более яркого изображения пиксели начинают терять яркость свечения; такими местами могут быть область уведомления, часы, статичный текст. С технической стороны проблема выглядит следующим образом: синие субпиксели обладают меньшей яркостью свечения, чем красные или зеленые. Соответственно для синих субпикселей требуется больше энергии, что приводит к неравномерному сроку службы пикселей. В итоге это приводит к преобладанию зелёного или красного цветов. Сравнительные характеристики долговечности и эффективности излучения для двух технологий (на основе полимерных или молекулярных материалов) органических дисплеев приведены в таблице 1 [1].

Таблица 1

Цвет	Полимерный материал	
	Эффективность, кд/А	Долговечность, часов (яркость 150 нит)
Красный	1 — 2	Более 20000
Зелёный	8 — 10	15000
Синий	4	3000
Жёлтый	8 — 10	Более 30000
Белый	2 — 4	5000
Молекулярный материал		
Красный	4 — 5	Более 40000
Зелёный	8 — 9	Более 40000
Синий	3	10000
Жёлтый	8	Более 30000
Белый	6 — 8	20000

Так же имеют место проблемы, связанные с производством различных типов OLED матриц, таких как

раздельные RGB эмиттеры, белый эмиттер с цветным фильтром и матрицы с конвертированием спектра CCM (Color Changing Media).

К проблемам матриц с раздельными RGB эмиттерами относят отдельную оптимизацию цветных эмиттеров, различную скорость старения эмиттеров, требование отдельного формирования эмиттеров по цветам.

Для матриц с белым эмиттером и цветными фильтрами проблемами являются низкий КПД использования мощности, напыление ИТО (оксид индия-олова) на цветные фильтры, а также требование высокой эффективности излучения белого цвета из эмиттера [2].

Для дисплеев, основанных на технологии с конвертированием спектра CCM, трудностью является требующееся напыление ИТО на CCM, необходимость достаточной мощности излучения эмиттера голубого цвета, а также старение покрытия.

На данный момент не разработан эффективный способ предотвращения выгорания пикселей, однако производители не перестают искать решения этой проблемы. Из имеющихся на данный момент стоит отметить решение от компании Samsung: разработанная схема субпикселей PenTile, которая при увеличении синего субпикселя требует меньше тока для излучения необходимого количества света, что увеличивает срок службы синего субпикселя. Так же на некоторых смартфонах и умных часах используется специальный режим работы дисплея, который периодически изменяет расположение пикселя на экране, тем самым позволяя распределить отображение цвета на разные пиксели равномернее.

3. Заключение

Таким образом, рассмотрены основные достоинства и недостатки OLED дисплеев различных типов.

Описаны возможные способы замедления выгорания пикселей на OLED дисплеях.

4. Список литературы

- [1] Чередниченко, А. Г. Идентификационный анализ органических электролюминесцентных материалов [Электронный ресурс] / А. Г. Чередниченко, Н. Н. Усов // Успехи в химии и химической технологии. — 2017. — №1. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/identifikatsionnyy-analiz-organicheskikh-elektroluminestnykh-materialov>.
- [2] Медведева, А. Ю. Светодиодные структуры на основе флуоресцентных органических люминофоров зеленого цвета свечения [Электронный ресурс] / А. Ю. Медведева, А. Г. Чередниченко, Н. Н. Усов // Успехи в химии и химической технологии. — 2015. — №3. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/svetodiodnye-struktury-na-osnove-fluorescentnykh-organicheskikh-lyuminoforov-zelenogo-tsveta-svecheniya>.

ANALYSIS OF ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF OLED DISPLAYS

Mickhayluck Y. P., Ivanov V. A.

Scientific adviser: Mickhayluck Y. P.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The main problems of displays based on organic LEDs are considered.

ПРОТИВОДРЕБЕЗГОВАЯ ЗАЩИТА КНОПОЧНОГО ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ

Дурманов М. А., Смаилов С. Ф., Слюсарчук Д. В., Скорик И. В.

Научный руководитель: Дурманов М. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: MADurmanov@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрено явление дребезга кнопочного переключателя, причины возникновения и основные методы его устранения.

1. Введение

В электрических устройствах, предназначенных для замыкания-размыкания цепей, существуют несколько электромеханических контактных пар. Существенным недостатком электромеханических контактов являются многократные не контролируемые повторы коммутации, из-за упругости контактной пары. Амплитуда колебаний незначительна, но её хватает для неконтролируемого размыкания-замыкания цепи.

Данное явление оказывает негативное влияние на электронные устройства, особенно на электронику с цифровыми входами и устройства чувствительные к кратковременным переключениям сигналов. Без конструктивного изменения подавить дребезг практически невозможно. Существуют три основных метода устранения дребезга. Первый заключается в использовании видов переключателей, мало подверженных дребезгу, например: механические переключатели пружинного типа; или ключи, контакты которых смочены ртутью и помещены в герметичную стеклянную колбу. Другой метод — программный, он широко используется в ЭВМ. Для тактирования берется сигнал не непосредственно от контакта, а связанная с ним однобитная булева переменная, сформированная специальной программой. Наиболее распространенные варианты использования этого метода: путем временной задержки сигнала, на период вероятного дребезга контактов; метод многократного считывания состояния контактов, на заданном временном интервале, при определенном числе срабатываний, контакт считается замкнутым; путём подсчета времени устойчивого состояния, программа считает цепь замкнутой, если на этом промежутке времени наступает период устойчивого замыкания контакта.

2. Основная часть

Данная работа посвящена рассмотрению аппаратного метода подавления дребезга контактов. Данный метод основан на использовании сглаживающего фильтра — RC-цепочки (параллельно кнопке подключается конденсатор, а последовательно резистор). В результате на выходе формируется сглаженный сигнал экспоненциальной формы (рис. 1).

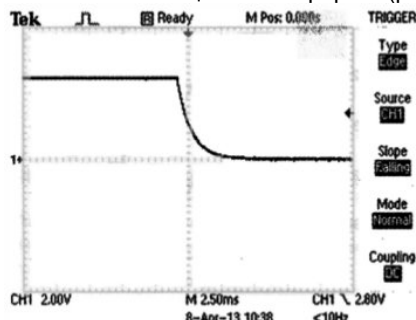


Рис. 1

Для увеличения крутизны спада сигнала можно использовать триггер Шмитта, который обеспечивает резкий перепад сигнала на выходе при превышении входным сигналом определенного порога, благодаря чему можно получить сигнал без дребезга.

Схема подавления дребезга показана на рис. 2. В этой схеме выход RC-цепочки подсоединен к входу триггера Шмитта, а сигнал с его выхода подается микроконтроллер. В данном случае это контакт платы Arduino № 2.

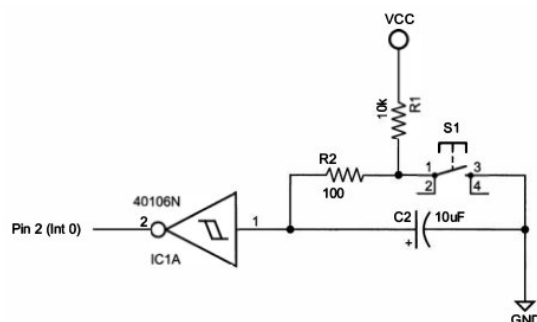


Рис. 2

Поскольку выход триггера инверсный, то и сигнал будет перевернут. При нажатии кнопки уровень на входе платы Arduino будет высокий. При написании программы необходимо помнить об этом. Окончательный вид выходного сигнала без дребезга (рис. 3). Такой сигнал подходит для формирования аппаратного прерывания.

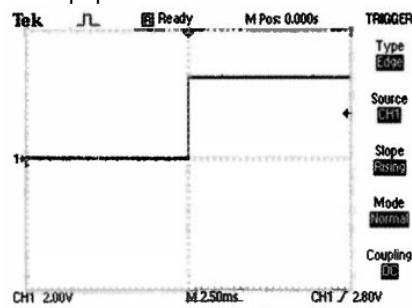


Рис. 3

3. Заключение

Разработанная схема с триггером Шмитта позволяет защищать от дребезга контактов кнопочный переключатель.

4. Список литературы

- [1] Джереми, Блум Изучаем Arduino / Блум Джереми. — СПб.: Изд-во БХВ-Петербург, 2015. — 336 с.

ANTIBOUNCE PROTECTION OF BUTTON SWITCHER

Durmanov M. A., Smailov S. F.,

Slyusarchuk D. V., Skorik I. V.

Scientific adviser: Durmanov M. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The fact of the button switch bounce, the causes and the methods of its disposal are considered.

РАЗРАБОТКА МАКЕТА СТАНКА С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Овчаров П. П., Лукьянченко Н. К., Сизых Д. А., Янковский С. И., Дурягин Д. С.,
Герасимчук К. В., Аввакумова В. Ю.
Научный руководитель: Овчаров П. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: nazydragnil33@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен принцип работы сложных механических станков с числовым программным управлением (ЧПУ), их устройство, достоинства, недостатки и перспективы развития. Представлена структурная схема станка с ЧПУ.

1. Введение

В современной промышленности системы с числовым программным управлением снижают потребность в операторах станков. Это обусловлено универсальностью и многозадачностью таких систем. Помимо прочего, сокращение доли участия человека в производственном процессе позволяет уменьшить вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором, а также сократить расходы на оплату труда работников.

При внедрении в производственный процесс станков с числовым программным управлением возникает проблема недостаточной квалификации персонала для работы и технического обслуживания таких устройств. Описанная проблема связана с недостаточным количеством в Российской Федерации учебных заведений, готовящих специалистов по эксплуатации и обслуживанию станков с ЧПУ.

Эта проблема ставит необходимость разработки макета станка с ЧПУ для ускоренного обучения персонала и экономии материалов и ресурса техники.

2. Основная часть

Типовой станок с ЧПУ включает в себя условно два основных блока: блок управления; станок, включает в себя приводы и механизмы.



Рис. 1

Блок управления включает в себя центральный микроконтроллер (МК), клавиатура в комплексе, с которой часто используется специализированные манипуляторы типа джойстиков, энкодеров и т.д., монитор для отображения информации часто может быть в сенсорном исполнении. БУ может работать в двух режимах: симуляции и непосредственного управления станком.

Состав станка определяется типом выполняемых работ. Может быть токарным, токарно-фрезерным и т.д.

Чтобы решить проблемы быстрой подготовки специалистов разрабатывающих программное обеспечение для станков с ЧПУ, японская компания *Omron* предлагает программный продукт *CX-One*.

CX-One значительно упрощает работу инженера и сводит к минимуму необходимость обучения программированию или конфигурированию систем автоматизации.

Макет ЧПУ станка имеет схему, схожую с рис. 1, но реальный станок заменяется на виртуальный. БУ подключается через *USB* к ПК, МК прошивается заранее написанной программой после с помощью клавиатуры или сенсорного экрана мы подаём реальную команду виртуальному станку, созданный на отдельном или на том же ПК. Для отработки навыков дистанционного управления передача команды может осуществляться через тот же *USB* или же через *Wi-Fi*. На экране мы наблюдаем работу модели полноценного станка. Процесс создания детали отражается на ПК с выводом необходимых данных на монитор БУ.

Монитор БУ обеспечивается интуитивно понятным меню. Дизайн и сам интерфейс можно изменять под индивидуальные особенности оператора или станка с помощью *CX-Designer*.

Предполагается, что будет создано несколько подобных станков и даже универсальные с пятью и более системами перемещения.

Обучающиеся смогут пронаблюдать, как станок справляется с поставленными задачами и, при необходимости, исправить ошибки, допущенные в коде.

3. Заключение

Таким образом, предложенный макет позволяет быстро и экономично отработать навыки инженера и оператора, упрощает их обучение.

4. Список литературы

- [1] Колосов, В. Э. Современное состояние и перспективы развития ЧПУ / В. Э. Колосов, К. Н. Морозов, С. П. Максимов // XL междунар. науч.-практ. конф «Инновации в науке». — Новосибирск : Изд-во СибАК, 2014. — С. 40 — 46
- [2] *CX-One* [Электронный ресурс] / Omron Corporation. — Режим доступа: <https://industrial.omron.ru/ru/products/cx-one#features>.

THE MACHINE LAYOUT DESIGN WITH NUMERICAL SOFTWARE CONTROL

Ovcharov P. P., Lukyanchenko N. K., Sizih D. A., Yankovskiy S. I., Duryagin D. S., Gerasimchuk K. V., Avvakumova V. Y.

Scientific adviser: Ovcharov P. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The principle of operation of complex mechanical machines with numerical control (CNC), their device, advantages, disadvantages and development prospects are considered. A block diagram of a CNC machine is presented.

ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ СТАНКА С ЧПУ

Янковский С. И., Сизых Д. А., Петренко А. А., Лукьянченко Н. К.

Научный руководитель: Дурманов М. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: semyon21@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен принцип числового программного управления для работы со сложными механическими устройствами. Спроектирована универсальная панель управления станками с ЧПУ. Изготовлен прототип панели управления.

1. Введение

На крупных предприятиях различных отраслей промышленности применяются цифровые вычислительные устройства для управления сложными производственными процессами и работы с механическими устройствами (станками). Принцип их работы основан на числовом программном управлении (ЧПУ). Оборудование с ЧПУ представлено большим разнообразием устройств, предназначенных для различных задач. Из-за широкого функционала и высокой производительности, в сравнении с обычным оборудованием, станки с ЧПУ имеют достаточно высокую стоимость. Совокупность этих факторов, а также практический опыт работы со станками этого типа ставит необходимость разработки универсальной панели управления.

2. Основная часть

Разработанная панель управления (ПУ) состоит из программируемого логического контроллера (ПЛК), аналогового (АМ) и цифрового (ЦМ) модулей, панели оператора (ПО), а также элементов ручного управления (РУ).

Панель оператора — устройство, предназначенное для конфигурации программ управления элементами станка (ЭС): приводами, реле, компрессорами, двигателями и т.д.; а также мониторинга различных параметров установки.

Структурная схема панели управления показана на рис. 1.

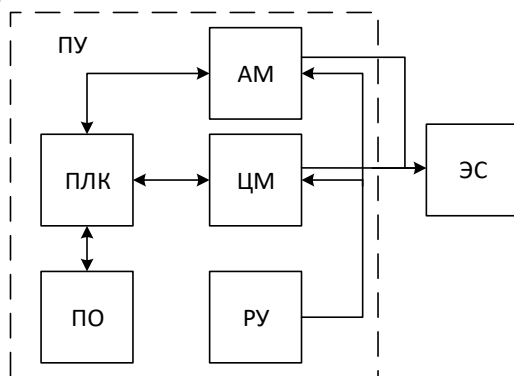


Рис. 1

В случае выхода из строя панели оператора предусмотрен набор элементов ручного управления. Аналоговые и цифровые модули предназначены для передачи сигналов с элементов ручного управления на контроллер и с контроллера на элементы управления станка.

Прототип панели управления конструктивно реализован в виде двух частей: корпуса и съемной части, соединенные между собой шиной. На съемной части установлена панель оператора и элементы

ручного управления. В корпусе установлена DIN-рейка, на которой закреплены: блок питания, ПЛК, цифровые и аналоговые модули ввода-вывода.

Для реализации панели управления был выбран контроллер *Siemens S7-300*. Данный контроллер имеет широкий спектр модулей для максимальной адаптации к требованиям поставленной задачи, небольшие габариты и удобную конструкцию с естественным охлаждением, а также ряд других преимуществ [1].

Внешний вид макета панели управления показан на рис. 2.

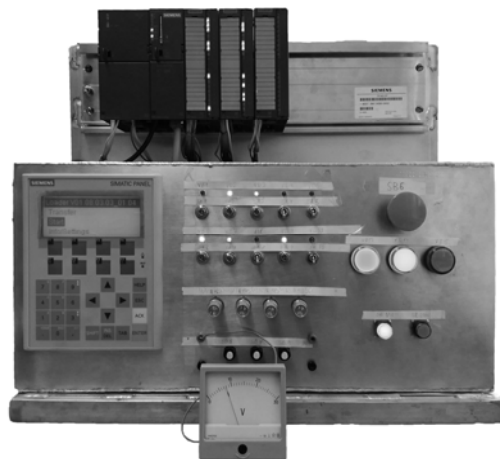


Рис. 2

3. Заключение

Разработанная панель управления представляет собой универсальное устройство для станков с ЧПУ, что позволяет сократить расходы на производство, эксплуатацию, обучение специалистов, а также облегчает и ускоряет ремонт установок. К недостаткам разработанной ПУ можно отнести относительно устаревшую панель оператора *SIMATIC KP400 Basic*, а также необходимость в специализированных кадрах для перенастройки ПЛК под конкретную установку и поставленную задачу.

Реализованный макет панели управления прошел тесты работоспособности на физическом и программном уровнях. Макет предоставлен на предприятие для тестирования в рабочих условиях.

4. Список литературы

- [1] SIMATIC S7-300 S7-300 Module data [Электронный ресурс] / Siemens. — Режим доступа: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/8859629/simatic-s7-300-s7-300-module-data?dti=0&lc=en-WW>.

CNC MACHINE CONTROL PANEL

Yankovskiy S. I., Siziy D. A.,
Petrenko A. A., Lukyanchenko N. K.
Scientific adviser: Durmanov M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The principle of numerical control for working with complex mechanical devices is considered. Universal control panel CNC machines is designed. The prototype of the control panel was made.

ПРОСТОЙ ЧАСТОТНЫЙ ДЕТЕКТОР С ТОКОВЫМ ВЫХОДОМ ДЛЯ ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ 30 МГц — 1 ГГц

Поморев А. С., Ковалевский Д. С., Ветров И. Л.

Инжиниринговый центр изделий микро- и нанoeлектроники СевГУ, Россия

E-mail: aspomorev@sevsu.ru

Аннотация — Представлены результаты разработки и моделирования простого частотного детектора на основе КМОП 0,18 мкм технологии.

1. Введение

В широкополосных интегральных схемах (ИС), в ряде случаев возникает необходимость регулировки токов каскадов в зависимости от частоты сигнала. Эту задачу можно решить с помощью встроенного в ИС частотного детектора, управляющего токами каскадов. При этом, от частотного детектора не требуется высокой точности преобразования частоты в напряжение или ток. В докладе приводятся результаты разработки простого частотного детектора, обладающий характеристикой преобразования частоты в ток, близкой к линейной зависимости.

2. Основная часть

Частотный детектор является частью разрабатываемой широкополосной ИС. Упрощенная принципиальная схема разработанного частотного детектора, изображена на рис. 1.

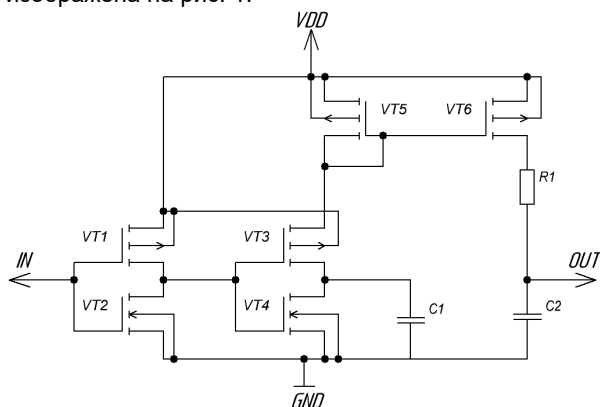


Рис. 1

На вход (IN) первого инвертора (VT1 — VT2) поступают импульсы прямоугольной формы с размахом, равным напряжению питания (1,8 В). Он выполняет роль буферного каскада. Выходной сигнал первого инвертора поступает на второй инвертор (VT3 — VT4), нагрузкой которого является конденсатор C1. Увеличение частоты входного сигнала влечёт увеличение тока через конденсатор и пропорциональное увеличение тока потребления второго инвертора. В цепи питания второго инвертора установлено токовое зеркало (VT5 — VT6), формирующее выходной ток (OUT), среднее значение которого прямо пропорционально частоте. Цепь R1 и C2 сглаживает пульсации выходного тока, который используется для регулировки токов в других каскадах ИС.

Зависимость выходного тока от частоты при двух температурах показана на рисунке 2. Характеристика преобразования близка к линейной. Крутизна преобразования составляет приблизительно 247 мкА/1ГГц. Относительное отклонение частотной характеристики от линейного закона не превышает 11%. С ростом температуры, нелинейность характеристики несколько увеличивается, что не приводит к нарушению ра-

ботоспособности каскадов разрабатываемой широкополосной ИС.

I, мкА

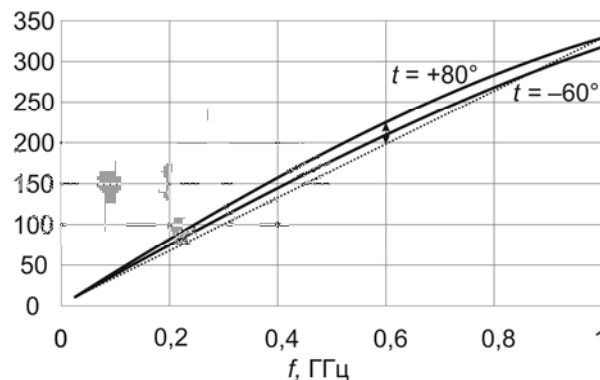


Рис. 2

В таблице 1 приведены номиналы элементов, соответствующие принципиальной схеме.

Таблица 1

Элемент	Параметр	Номинал
VT1	W/L, мкм	1,5/0,2
VT2		0,5/0,2
VT3		40/0,2
VT4		4/0,2
VT5, VT6		80/0,2
R1	R, Ом	30K
C1	C, пФ	0,2
C2		1

3. Заключение

Таким образом, разработан простой частотный детектор на основе 0,18 мкм КМОП технологии.

Данный детектор используется для регулировки рабочих токов каскадов с целью обеспечения работы ИС в широком диапазоне частот.

4. Список литературы

- [1] Сиверс, А. П. Проектирование радиоприемных устройств / А. П. Сиверс, Е. Г. Зелкин. — М. : Высшая школа, 1976. — С. 37 — 110.

SIMPLE FREQUENCY DETECTOR WITH CURRENT OUTPUT FOR FREQUENCY RANGE 30 MHz — 1 GHz

Pomorev A. S., Kovalevskiy D. S., Vetrov I. L.
Engineering Center of Micro- and Nanoelectronics
Devices SevSU, Russia

Abstract — The results of designing and modeling the simple frequency detector, based on CMOS 0.18 μm technology, are presented.

АНАЛОГОВЫЙ СМЕСИТЕЛЬ ДО 1 ГГц С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ КАПРИО

Ковалевский Д. С., Поморев А. С., Ветров И. Л.

Инжиниринговый центр изделий микро- и нанoeлектроники СевГУ, Россия

E-mail: jofy.denis@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен аналоговый смеситель в частотном диапазоне от 30 МГц до 1 ГГц. Схема основана на схеме ячейки Гилберта с применением схемы Каприо в технологическом процессе 0,18 мкм.

1. Введение

В настоящее время получили распространение широкополосные системы связи, работающие в диапазоне до 1 ГГц. Одним из важнейших узлов систем связи является смеситель, параметры которого существенно влияют на параметры всей приемо-передающей системы. В связи с этим разработка интегрального смесителя, работающего в указанном диапазоне частот представляется актуальной.

2. Основная часть

Качество смесителей характеризуют уровнем интермодуляционных искажений, точкой интермодуляционных искажений третьего порядка по входу и коэффициентом шума.

При рассмотрении аналоговых смесителей одним из ключевых параметров является максимальное входное напряжение. Для увеличения данного показателя может быть использовано сопротивление отрицательной обратной связи в цепи истока. Однако сопротивление в цепи обратной связи ведет к ухудшению шумовых характеристик.

Смеситель (рис. 1) выполнен на основе ячейки Гилберта [1]. Для увеличения динамического диапазона входного сигнала, в качестве дифференциального преобразователя напряжение-ток (транзисторы M4, M5, M6, M7) использовалась схема Каприо [2] (рис. 1). Данная схема позволяет получить более высокий показатель точки интермодуляционных искажений третьего порядка по входу ($IIP3$) относительно схемы с сопротивлением в цепи обратной связи [3]. Такое схемотехническое решение также уменьшает влияние температурного разброса параметров элементов схемы.

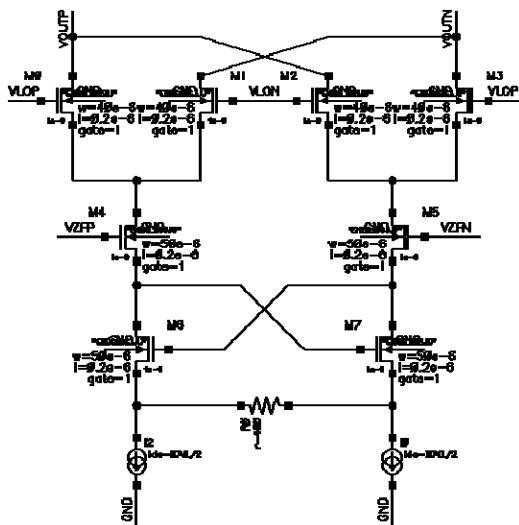


Рис. 1

Данный смеситель функционирует в частотном диапазоне от 30 МГц до 1 ГГц. Во всей рабочей полосе частот коэффициент передачи не менее 5,7 дБ, при неравномерности амплитудно-частотной характеристики, не превышающей 1 дБ. Величина $IIP3$ не менее 13,3 дБм во всей полосе рабочих частот.

Максимальная допустимая дифференциальная амплитуда полезного сигнала на входе смесителя составляет 0,25 В.

Напряжение затвор-исток транзисторов M6 и M7 не должно превышать напряжение отсечки (~0,8 В). В случае превышения этого порога и, транзисторы M6 и M7 насыщаются, нарушая работоспособность схемы.

Таблица 1

Параметр	Значение
Коэффициент передачи, дБ	5,7
Подавление сигнала гетеродина, дБн	68,7
Подавление третьей гармоники, дБн	52,7
Ток потребления, мА	1
Максимальное входное напряжение, В	0,25
$IIP3$, дБм	13,3

3. Заключение

Разработан смеситель для частотного диапазона от 30 МГц до 1 ГГц, основанный на ячейке Гилберта с использованием схемы Каприо в качестве преобразователя напряжение-ток. При потреблении тока в 1 мА, максимальное входное напряжение достигает 0,25 В. В полосе рабочих частот коэффициент передачи не менее 5,7 дБ и величина $IIP3$ не менее 13,3 дБм. Применение схемы Каприо позволило увеличить линейность по входу полезного сигнала.

4. Список литературы

- [1] Титце, У Полупроводниковая схемотехника. 12-е изд., Т. 2 // У. Титце, К. Шенк. — М. : Додэка XXI, 2015. — 942 с.
- [2] Caprio, R. Precision differential voltage-current convertor / R. Caprio // IEE Electronics Letter. — 1973. — Vol. 9, No.6/ — P. 147 — 149.
- [3] Pan, Hsuan-Yu Marcus Highly Linear Bipolar Transconductor for Broadband High-Frequency Applications with Improved Input Voltage Swing / Hsuan-Yu Marcus Pan, Lawrence E. Larson // 2007 IEEE International Symposium on Circuits and Systems, New Orleans, LA, USA, 27—30 May 2007.

THE ANALOGUE MIXER UP TO 1 GHz WITH CAPRIO QUAD

Kovalevskiy D. S., Pomorev A. S., Vetrov I. L.
Engineering Center of Micro- and Nanoelectronics
Devices SevSU, Russia

Abstract — The results of designing the electrical circuit of analogue mixer up to 1 GHz, based on Gilbert cell with Caprio quad, are presented.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ ФАЗОВОГО СДВИГА В ФОРМИРОВАТЕЛЕ КВАДРАТУРНЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ДЕЛИТЕЛЯ ЧАСТОТЫ

Харитонов С. А., Дученко Н. В.

Инжиниринговый центр изделий микро- и нанoeлектроники СевГУ, Россия

E-mail: saharitonov@sevsu.ru

Аннотация — Представлен вариант реализации автоматической коррекции фазовых сдвигов формирователя квадратурных сигналов с помощью фазового детектора.

системы автоматизированного проектирования *Virtuoso Analog Design Environment*. Топология ФКС с АКФС представлена на рис. 2.

1. Введение

В докладе представлен вариант реализации автоматической коррекции фазовых сдвигов сигналов ФКС с помощью фазового детектора (ФД). Как показывают результаты моделирования топологии интегральной схемы (ИС) автоматическая коррекция фазового сдвига (АКФС) позволяет получить меньшую погрешность фазы при проявлении различных факторов, влияющих на фазовый сдвиг сигналов ФКС.

2. Основная часть

Функциональная схема ФКС с АКФС изображена на рис. 1

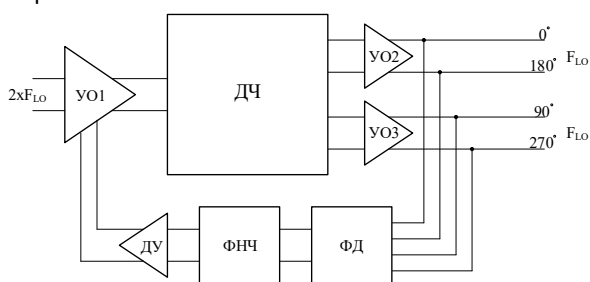


Рис. 1

Основным отличием от предыдущей схемы [1] является цепь регулировки фазового сдвига. Как и ранее регулировка осуществляется за счет изменения коэффициента заполнения прямоугольных импульсов на входе ДЧ. При коэффициенте заполнения равном 50% фазовый сдвиг выходных сигналов ДЧ составляет 90°. В предыдущем варианте ФКС [1] для изменения коэффициента заполнения использована дополнительная цепь смещения на входе YO1. Недостатком такой схемы является то, что чувствительность регулировки напрямую зависит от крутизны фронтов входного сигнала. Для решения этой проблемы в YO1 добавлен формирователь пилообразных импульсов, который управляется входным сигналом $2xF_{Lo}$.

Управляющий вход YO1 представляет собой дополнительный дифференциальный каскад, включенный параллельно к основному. Управляющий сигнал формируется фазовым детектором, который после фильтрации с помощью ФНЧ усиливается дифференциальным усилителем (ДУ). ФД построен таким образом, что при поступлении на его входы сигналов со сдвигом в 90° его дифференциальное выходное напряжение после фильтрации равно нулю. При отклонении фазового сдвига от 90° на выходе ДУ появляется дифференциальный управляющий сигнал, который начинает изменять коэффициент заполнения на входе ДЧ.

Принципиальная схема и топология ИС разработаны по технологии SiGe БикМОП 0,18 мкм. Для моделирования работы и ФКС с АКФС использован

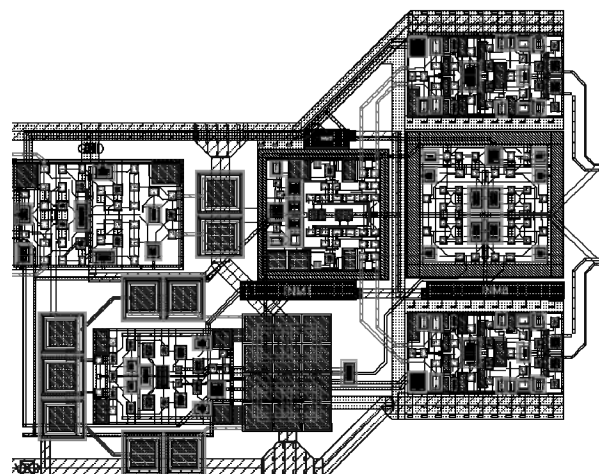


Рис. 2

3. Заключение

Ранее представленный вариант ФКС с регулируемой посредством ЦАП [1], имел начальную погрешность при частоте 1 ГГц и коэффициенте заполнения 50% — 0,15°. Так как шаг регулировки у него составляет 0,5°, то скорректировать погрешность менее 0,25° невозможно. Представленный вариант ФКС с АКФС при аналогичных условиях имеет погрешность — 0,05°. Так же, применение формирователя пилообразных импульсов в YO1 позволило расширить диапазон корректировки фазы с $\pm 4^\circ$ до $\pm 10^\circ$.

4. Список литературы

- [1] Харитонов, С. А. Регулировка фазового сдвига в формирователе квадратурных сигналов на основе делителя частоты / С. А. Харитонов, В. В. Вертегел, Н. В. Дученко // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций : матер. докл. 14-ой Междунар. молодежной науч.-техн. конф., РТ-2018, Севастополь, 22—26 окт. 2018 г. — Севастополь : Изд-во СевГУ, 2018. — С. 174.

AUTOMATIC PHASE SHIFT CORRECTION IN THE QADRATURE SIGNAL FORMER BASED ON FREQUENCY DIVIDER

Kharitonov S. A., Duchenko N. V.

Scientific adviser: Vertegel V. V.

Engineering Center of Micro- and Nanoelectronics Devices SevSU, Russia

Abstract — Phase shifts automatic correction of a quadrature signal former using a phase detector is presented.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СВЕРТОЧНЫХ И ИМПУЛЬСНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В КОНТЕКСТЕ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

Нестеренко В. Р., Лебеденко А. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: closetonowhere@protonmail.com, alex7y88@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены особенности сверточных и импульсных нейронных сетей в контексте задачи распознавания образов.

1. Введение

Необходимость исследований в компьютерном зрении и распознавании образов на изображениях и в видеопотоке — актуальная тема для исследований, так как автоматизация большинства процессов современности требует более совершенных средств и методов. Наиболее актуальными являются подходы с использованием нейронных сетей. Наиболее актуальными архитектурами нейронных сетей для распознавания образов являются сверточная и импульсная нейронная сеть.

2. Основная часть

Распознавание образов можно разделить на интенциональные, экстенциональные и нейросетевые методы.

Интенциональные подходы основаны на анализе геометрических признаков объекта. [1]. Экстенциональные подходы — методы перебора, где для каждого объекта представлены его различные модификации отображений. [1].

Преимуществом нейронных сетей является их обучаемость, что позволяет распознавать объекты, расположенные в разных частях фотографии и имеющие разные размеры.

Стандартная сверточная нейронная сеть крайне эффективна в классификации объектов на фотографии, но классическая архитектура плохо справляется с классификацией сложных объектов. Из-за этого были разработаны более глубокие архитектуры сверточных нейронных сетей, которые показали отличные результаты в классификации сложных объектов.

Операция свертки — ключевая операция в сверточных нейронных сетях. В математическом анализе данную операцию можно интерпретировать, как «схожесть» одной функции с другой. В сверточном слое операция свертки выполняет практически ту же функцию.

Согласно [2] архитектура GoogLeNet inception v.3 — одна из самых точных и производительных архитектур сверточных нейронных сетей, предназначенных для распознавания образов.

Задача обучения глубокой нейронной сети с использованием лиц требует большого количества вычислительных мощностей и времени. Inception v3, обученная на наборе данных ImageNet, показала отличные результаты в точности распознавания образов. Импульсные или спайковые нейронные сети, представленные на рис. 1 — нейронные сети третьего поколения, в которых сигнал представлен не в виде вещественного числа, а набором импульсов одинаковой амплитуды. Информация содержится не в амплитуде, а в интервалах между импульсами.

Этот тип сетей почти полностью копирует процессы, проходящие в мозгу человека, единственное серьезное отличие — для обучения не придумано ничего лучше правила Хебба (которое звучит примерно так: если второй нейрон сработал сразу после первого, то связь от первого ко второму усиливается, а если сразу перед первым — то ослабевает), для которого был придуман ряд небольших усовершенствований, но задача повторить свойства мозга в области обучения пока не решена [3].

Подобные нейронные сети можно приспособить под решение всех задач, решаемых нейронными

сетями второго поколения, однако на данном этапе их эффективность и точность в лучшем случае смогут сравняться с нейронными сетями второго поколения.

Ввиду проблем с дифференцированием импульсов, импульсные нейронные сети невозможно обучать, используя градиентный спуск, не теряя точную временную информацию об импульсах. Поэтому, чтобы эффективно использовать импульсные нейронные сети для реальных задач, необходимо разработать соответствующие методы контролируемого обучения. Это трудная задача — учитывая биологический реализм этих сетей, она предполагает точное понимание того, как учится человеческий мозг.

Другая проблема импульсных нейронных сетей заключается в трудоемкости их реализации на аппаратном и программном уровне ввиду необходимости моделирования дифференциальных уравнений [4].

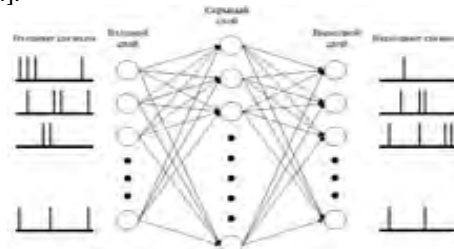


Рис. 1

3. Заключение

Глубокие сверточные нейронные сети отлично справляются с классификацией образов на изображениях и могут быть обучены за короткое время по сравнению с импульсными нейронными сетями. Использование сверточных нейронных сетей для распознавания образов является наиболее оптимальным выбором.

Импульсные нейронные сети — очень перспективная технология для решения задач распознавания образов, однако на данном этапе ее применение является неоптимальным из-за сложности в построении и огромных временных затрат на обучение. Для широкого применения такой сети в устройствах, требующих распознавание образов, необходим оптимальный алгоритм обучения.

4. Список литературы

- [1] Дуда, Р. Распознавание образов и анализ сцен / Р. Дуда, П. Харт; пер. с англ. — М.: Мир, 1978. — 510 с.
- [2] An Analysis of Deep Neural Network Models for Practical Applications Alfredo Canziani, Adam Paszke, Eugenio Culurciello.
- [3] Колесникий, О. К. Аппаратная реализация элементов импульсных нейронных сетей с использованием биспин-приборов / О. К. Колесникий, И. В. Бокоцей, С. С. Яремчук // Научная сессия МИФИ — 2010. — С. 33 — 35.

COMPARATIVE ANALYSIS OF CONVOLUTIONAL AND SPIKE NEURAL NETWORKS IN THE CONTEXT OF THE PATTERN RECOGNITION PROBLEM

Nesterenko V. R., Lebedenko A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The features of convolutional and impulse neural networks in tasks of detection of images are considered.



Секция 8

КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПЕРЕДАТОЧНЫЕ ВАХ ПОЛЕВЫХ ГРАФЕНОВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

Абрамов И. И., Коломейцева Н. В., Романова И. А., Щербакова 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 — В работе рассмотрена самосогласованная комбинированная модель полевых транзисторов (ПТ) на основе однослойного графена. С ее помощью исследовано влияние температуры окружающей среды на передаточные характеристики полевых графеновых транзисторов (ПГТ).

1. Введение

Разработка приборов и элементов ИС на основе графена является одним из перспективных направлений нанoeлектроники. В частности, графен может использоваться при создании таких приборов как полевые транзисторы, поэтому моделирование ПГТ является актуальной задачей.

2. Основная часть

Разработанная модель ПГТ является комбинированной и основана на квантовой диффузионно-дрейфовой модели. Модель приведена в [1].

Исследованы однозатворный ПГТ 1 и двухзатворный ПГТ 2. ПГТ 1 расположен на подложке SiO₂/Si, диэлектриком затвора является h-BN толщиной 8,5 нм. ПГТ 2 расположен на подложке SiO₂/Si, диэлектриком верхнего затвора является Al₂O₃ толщиной 15 нм, нижнего затвора — SiO₂ толщиной 300 нм. Другие исходные данные по структурам ПГТ 1 и ПГТ 2 приведены в [2] и [3].

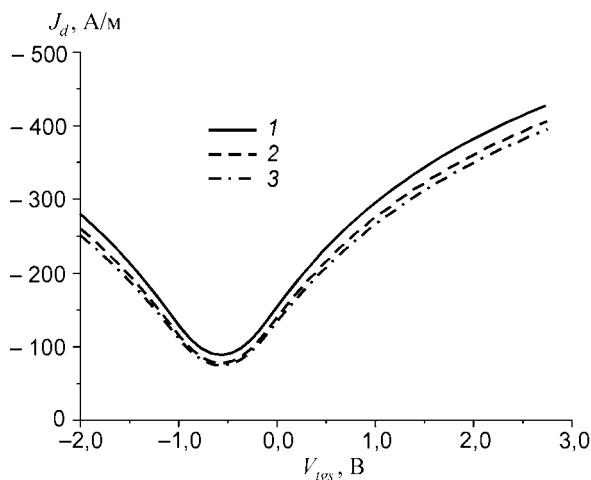


Рис. 1

На рис. 1 приведены результаты моделирования передаточных характеристик однозатворного ПГТ 1, на рис. 2 — двухзатворного ПГТ 2 при различных значениях температуры окружающей среды. Как на рис. 1, так и на рис. 2, кривая 1 соответствует значению 300 К, кривая 2 — 150 К, кривая 3 — 77 К. Для ПГТ 1 расчеты проведены при постоянном напряжении на стоке равном -1 В. Для ПГТ 2 напряжение на стоке задавалось равным 0,6 В.

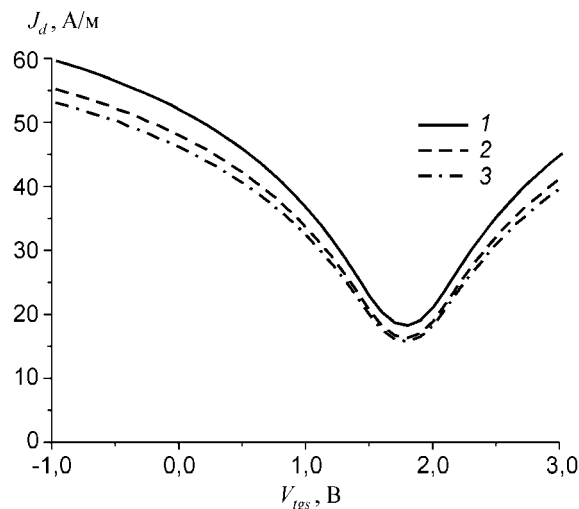


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, с помощью предложенной комбинированной самосогласованной модели ПГТ показано, что уменьшение температуры окружающей среды приводит к снижению плотности тока стока на передаточных вольт-амперных характеристиках одно- и двухзатворных полевых транзисторов на основе однослойного графена.

4. Список литературы

- [1] Абрамов, И. И. Моделирование передаточных характеристик двухзатворных полевых графеновых транзисторов / И. И. Абрамов, Н. В. Коломейцева, В. А. Лабунов, И. А. Романова, И. Ю. Щербакова // Нано- и микросистемная техника. — 2018. — № 11. — С. 643 — 650.
- [2] Meric, I. Graphene field-effect transistors based on boron nitride gate dielectrics / I. Meric [et. al] // Proc. IEEE Electron Dev. Meeting. — 2010. — P. 23.2.1 — 23.2.4.
- [3] 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.

THE INFLUENCE OF TEMPERATURE ON I-V CHARACTERISTICS OF GRAPHENE FIELD-EFFECT TRANSISTORS

Abramov I. I., Kolomejtseva N. V.,
Romanova I. A., Shcherbakova I. Y.

Scientific adviser: Abramov I. I.

Belarusian State University Of Informatics And
Radioelectronics, Belarus

Abstract — In the paper, the combined self-consistent model of graphene field-effect transistors was considered. With the use of the model, the influence of temperature on transfer I-V characteristics of field-effect transistors, based on of a monolayer graphene, was investigated.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХБАРЬЕРНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Абрамов И. И., Романова И. А., Коломейцева Н. В., Щербакова 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 — Предложена численная самосогласованная модель многобарьерных квантово-размерных наноструктур на основе углеродных нанотрубок (УНТ). Проведено моделирование вольт-амперных характеристик (ВАХ) трехбарьерных структур на основе УНТ с индексами хиральности (3,2) и (6,1).

1. Введение

Использование УНТ для создания различных приборных структур микро- и наноэлектроники является перспективным, так как углеродные нанотрубки обладают необычными электрическими, оптическими и магнитными свойствами, зависящими от схемы сворачивания графитовой плоскости. В настоящее время на основе УНТ созданы диоды, полевые транзисторы, логические элементы, элементы памяти и др.

Предложена численная самосогласованная модель для расчета ВАХ многобарьерных структур на основе УНТ. Она является модификацией разработанной комбинированной численной самосогласованной модели РТД на основе УНТ [1].

2. Основная часть

Вид исследуемой структуры, а также энергетическая диаграмма зоны проводимости представлены на рис. 1, где 1 — контакты затворов; 2 — диэлектрик; 3 — УНТ; 4 — контакты к УНТ; 5, 7, 9 — ширины барьеров (расстояние между затворами); 6, 8 — ширины ям (ширины средних затворов). Прикладываемое к затворам 1 напряжение U позволяет образовывать потенциальные барьеры соответствующей высоты.

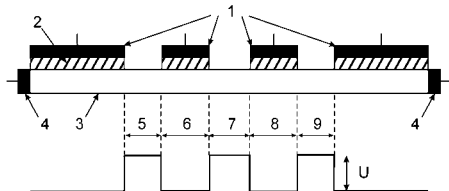


Рис. 1

С использованием разработанной модели, основанной на самосогласованном решении уравнений Шредингера и Пуассона, проведено моделирование ВАХ трехбарьерных структур на основе УНТ. На рис. 2 кривая 1 соответствует трехбарьерной структуре на основе УНТ с индексами хиральности (3,2), а кривая 2 — с индексами хиральности (6,1). При расчетах ширины барьеров (области 5, 7, 9) задавались равными 1 нм, а квантовых ям (области 6, 8) — 2 нм. Расчеты проведены для $U=0,8$ эВ, температуре $T=300$ К, уровне Ферми $E_f=0,4$ эВ. Параметры УНТ, такие как эффективная масса, диаметр, ширина запрещенной зоны, собственная концентрация носителей заряда в зависимости от индексов хиральности представлены в работах [2, 3]. Как следует из рис. 2, трехбарьерная структура на основе УНТ с хиральностью (3,2), хотя и имеет большие значения плотностей тока, чем

структура с хиральностью (6,1), однако обе ВАХ характеризуются одинаковым числом пиков.

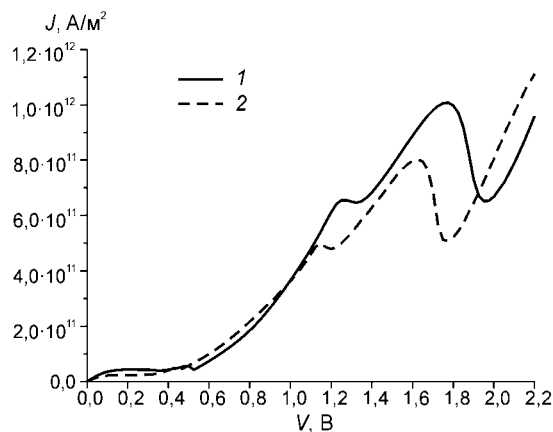


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, с использованием разработанной самосогласованной модели многобарьерных квантово-размерных наноструктур на основе УНТ впервые рассчитаны ВАХ таких структур с тремя барьерами. Представленные в докладе результаты моделирования показали, что ВАХ имеют характерную для трехбарьерных резонансно-туннельных структур форму с несколькими пиками вне зависимости от индексов хиральности.

4. Список литературы

- [1] 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.
- [2] Marulanda, J.M. Current transport modeling of carbon nanotube field effect transistors for analysis and design of integrated circuits // Ph.D. Theses, Dep. of Electrical and Computer Engineering, Louisiana State University, Baton Rouge, USA, 2008. — 129 p.
- [3] Абрамов, И. И. Моделирование функционально-интегрированных структур на основе углеродных нанотрубок / И. И. Абрамов [и др.] // Нано- и микросистемная техника. — 2014. — Т. 7. — С. 11 — 15.

SIMULATION OF TRIPLE-BARRIER STRUCTURES BASED ON CARBON NANOTUBE

Abramov I. I., Romanova I. A.,
Kolomejtseva N. V., Shcherbakova I. Y.

Scientific adviser: Abramov I. I.

Belarusian State University Of Informatics And
Radioelectronics, Belarus

Abstract — A numerical self-consistent model of multi-barrier quantum-sized nanostructures based on carbon nanotubes (CNT) is proposed. The IV-characteristics of triple-barrier CNT-based structures with chirality indices (3,2) and (6,1) were simulated. The calculated characteristics are presented.

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЦЕССА УДАЛЕНИЯ ФОТОРЕЗИСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЗОНО-ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ

Бордусов С. В., Барахоев А. Л., Тихон О. И., Тубольцев В. В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Бордусов С. В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: andreibarahoev@gmail.com

Аннотация — Приведён состав исследовательского стенда для удаления с поверхности кремниевых пластин фоторезистивных покрытий в озono-воздушной смеси при атмосферном давлении. Представлены результаты экспериментов.

1. Введение

Процессы неprecизионной обработки кремниевых пластин с целью активации, удаления фоторезиста, очистки от загрязнений являются достаточно актуальными в настоящее время. Выполнение этих операций путём сухой плазменной обработки в основном с применением вакуумной техники связано с большой энергоёмкостью и крупными габаритами оборудования. Одним из альтернативных методов реализации процесса удаления фоторезистивных плёнок является обработка с использованием озono-воздушной смеси, формируемой в послесвечении разряда барьерного типа атмосферного давления.

2. Основная часть

Для проведения экспериментов по изучению параметров и условий процесса травления фоторезистивных плёнок озono-воздушной смесью при атмосферном давлении был разработан исследовательский стенд. Структурная схема исследовательского стенда представлена на рис. 1.

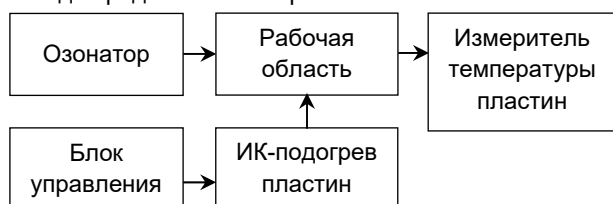


Рис. 1

Рабочая область находилась в реакционной камере, выполненной в виде кварцевой трубы диаметром 200 мм и высотой 150 мм, закрытой с торцов металлическими крышками. В верхней крышке закреплялся штуцер для подачи рабочего газа — озono-воздушной смеси. В нижней части камеры располагался керамический ИК-нагреватель мощностью 450 Вт, на который помещался обрабатываемый образец.

Формирование озона осуществлялось с использованием генератора озона, состоящего из электро-разрядного узла и регулируемого высоковольтного источника питания на основе полумостового резонансного инвертора. Регулируемым параметром, обеспечивающим изменение концентрации озона на выходе генератора озона, являлась задержка между импульсами знакопеременного напряжения с амплитудой до 4 кВ в каскаде инвертора.

Задачей исследования являлось изучение влияния концентрации озона, характера его подачи к поверхности и температуры пластин на процесс удаления фоторезистивной плёнки.

Экспериментальными образцами выступали кремниевые пластины диаметром 100 мм. На поверхность пластин в стандартных для промышленности условиях был нанесён слой фоторезистивной

маскирующей плёнки S1813 толщиной 1,35 мкм. Процесс обработки выполнялся в условиях принудительной подачи в электро-разрядную камеру озона-тора воздуха с расходом 11,3 л/мин. Обрабатываемые пластины нагревались до $T = 250\text{ }^{\circ}\text{C}$, время обработки составляло 7 минут. Регулируемым параметром являлось расстояние l между пластиной и штуцером подачи озono-воздушной смеси.

Обработанные пластины представлены на рис. 2.

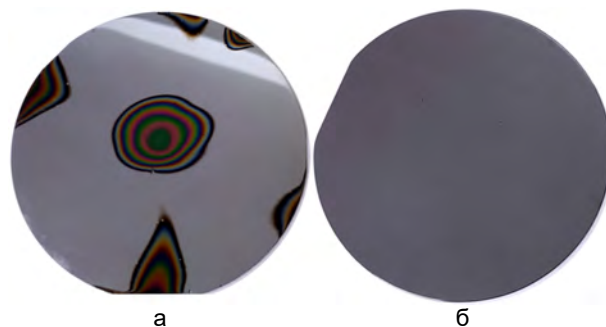


Рис. 2

Результат, показанный на рис. 2.а, был получен при $l = 1\text{ см}$. На пластине наблюдаются остатки фоторезиста, занимающие ~15% от её площади. Скорость удаления материала в этом случае составила 0,886 мг/мин. Изменение условий подачи рабочего газа путём установления $l = 8\text{ см}$ позволило обеспечить полное удаление фоторезиста со скоростью ~1,1 мг/мин (рис. 2.б).

3. Заключение

В результате экспериментов установлено, что за счёт повышения распределённости потока рабочего газа и сохранения равномерности нагрева образца обеспечивается более качественный результат процесса удаления фоторезистивных плёнок с поверхности кремниевых пластин. Проведённые эксперименты показали достаточно высокую эффективность и возможность внедрения данного метода обработки вместо вакуумно-плазменных процессов.

INVESTIGATION OF THE PHOTORESIST REMOVAL PROCESS PECULIARITIES IN THE OZONE-AIR MIXTURE

Bordusau S. V., Barahoev A. L.,

Tsikhon O. I., Tuboltsev V. V.

Scientific adviser: Bordusau S. V.

Belarusian State University Of Informatics And Radioelectronics, Belarus

Abstract — The structure of the research setup for the removal of photoresistive coatings in the ozone-air mixture at atmospheric pressure is described. The experimental results are presented.



12-я Международная молодежная научно-техническая конференция
"Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2016"
14-18 ноября 2016 года



г. Севастополь

Секция 9

WEB-ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПОИСКОВЫХ СИСТЕМАХ ИНТЕРНЕТА

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

Аннотация — Обсуждаются вопросы повышения эффективности составления поисковых запросов с помощью искусственного интеллекта на примере алгоритма целенаправленного поиска для поисковой системы сети Интернет.

1. Введение

Поиск информации в Интернете — наиболее быстрый способ получения информации в процессе осуществления научной, производственной, познавательной и других видов деятельности человека. Однако время, затрачиваемое на получение запрашиваемой информации, зависит не только от уровня вопроса, его глубины и сложности, но и от последующего этапа обработки ответов, поступающих из сети Интернет через поисковую систему. Искусственный интеллект [1] позволяет через диалог с пользователем поддерживать концентрацию его внимания, используя для этого, в том числе и алгоритмы поиска, аналогичные применяемым в поисковой системе.

2. Основная часть

Для реализации алгоритма целенаправленного поиска для поисковой системы сети Интернет был разработан программный модуль, поддерживающий следующие функции поисковой системы:

- считывание данных посредством текстового и голосового запросов пользователя;
- сопоставление пользовательского запроса с образцом, хранящегося в базе знаний (БЗ);
- организация выдачи результата, взятого из БЗ;
- организация диалога с пользователем;
- обновление знаний посредством замены на новое;
- целенаправленный поиск информации с организацией диалога между пользователем и программным модулем;
- формулировка и занесение новых знаний в БЗ в процессе поиска.

Для разработки модуля были выбраны: язык Python версии 3.7; интегрированная среда разработки PyCharm версии 2018.3.5; сервер OpenServer; система управления данными MySQL; сервис Яндекс.XML. В качестве базовой архитектуры приложения была определена экспертная система.

На рис. 1, поясняющем роль искусственного интеллекта (ИИ) в задаче поиска информации, показана формализация алгоритма целенаправленного поиска. С точки зрения формализации, информационная потребность пользователя удовлетворяется в полной мере, если результат попадает в область пересечения релевантного и пертинентного множеств источников.

В процессе совмещения двух указанных множеств можно выделить 3 ситуации:

- 1) неблагоприятный результат: пертинентные источники не соответствуют релевантным (запрос составлен неверно);
- 2) удовлетворительный результат, представленный на рис. 1: имеются пертинентные, но не ре-

levantные источники, то есть происходит частичное совпадение релевантных и ожидаемых результатов;

3) оптимальный результат, соответствующий полному совпадению ожиданий пользователя результатам поиска: все пертинентные источники являются релевантными.

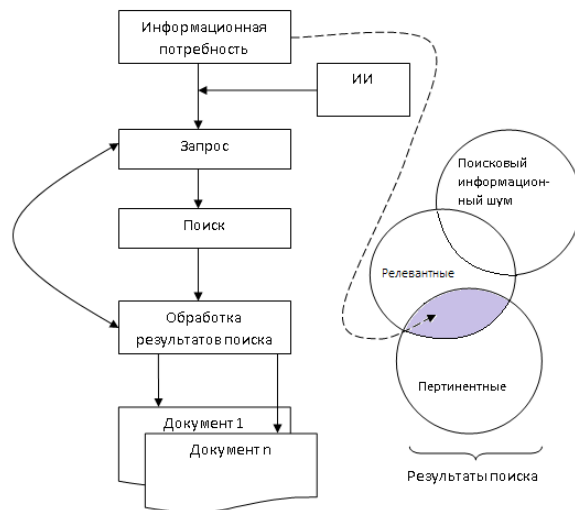


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, основной задачей искусственного интеллекта в рассматриваемом варианте приложения, ориентированного на поиск информации в сети Интернет, является организация оптимального поиска, то есть скорейшего перемещения пертинентных источников в подмножество релевантных в соответствии с формализованной моделью на рис. 1.

4. Список литературы

- [1] Бондарев, В. Н. Искусственный интеллект: учеб. пособ. / В. Н. Бондарев, Ф. Г. Аде. — Севастополь : Изд-во СевНТУ, 2002. — 615 с.

ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SEARCH INTERNET SYSTEMS

Kudryavchenko I. V., Karlusov V. Yu., Ehssin A. D.
 Scientific adviser: Kudryavchenko I. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The issues of increasing the efficiency of compiling search queries with the artificial intelligence assistance are discussed using the example of a targeted search algorithm for search Internet systems.

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ IP-ТЕЛЕФОНИИ НА ОСНОВЕ АТС ASTERISK

Савочкин А. А., Опалейко С. С.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: hor33333@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена возможность использования коммуникационной платформы с открытым исходным кодом Asterisk для организации IP-телефонии в отделе технической поддержки АО «Севтелеком».

1. Введение

Первоначальными задачами организации IP-телефонии в отделе технической поддержки является создание пяти рабочих мест с обеспечением функций:

- внутренних SIP номеров;
- SIP транков (для совершения внешних вызовов по протоколу SIP);
- входящих и исходящих маршрутов;
- возможности перенаправления вызовов между абонентами;
- возможности записи телефонных разговоров;
- возможности формирования приветствия;
- многоуровневого интерактивного меню (IVR).

Для решения вышеуказанных задач можно воспользоваться программной реализацией АТС (PBX) – Asterisk [1].

Private Business eXchange (PBX) - это телефонная станция, которая обслуживает частную организацию, разрешает совместное использование соединительных линий центрального офиса между телефонами, и обеспечивает связь между внутренними телефонами внутри организации без использования внешних линий.

Каждое устройство (телефон, факс, компьютерный модем), подключенное к PBX, называется добавочным номером и имеет определенный внутренний телефонный номер, который может быть автоматически сопоставлен с планом нумерации центрального офиса и блоком телефонных номеров, назначенных АТС.

Использование частной АТС позволяет не только снизить затраты на внутренние телефонные звонки, но и реализовывать услуги, недоступные в общедоступной сети.

2. Основная часть

Asterisk — универсальная система для организации IP телефонии, которая полностью обеспечивает функции обычной телефонной станции. Asterisk является виртуальной АТС. Для доступа к ней необходимо подключиться к корпоративной сети предприятия.

На первом этапе для организации телефонии будет использоваться один IP-телефон. Оставшиеся четыре аналоговых телефона будут подключаться к сети через VOIP шлюз типа DVG-5004S, предназначенный для перевода аналогового телефонного сигнала в цифровой сигнал. Такое решение позволит уменьшить затраты на реализацию проекта.

Выбранный шлюз имеет четыре FXS-порта, следовательно, к нему можно подключить четыре аналоговых телефона.

Структурная схема подключения оборудования приведена на рис. 1.

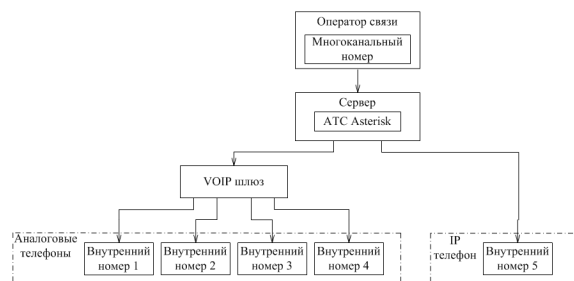


Рис. 1

На первом этапе создаются внутренние SIP номера. Для того чтобы присвоить IP-телефону созданный внутренний номер необходимо в настройках телефона прописать адрес SIP-сервера, а также логин и пароль, которые указывались при создании SIP номера. В VOIP шлюзе логин и пароль SIP номера отдельно прописывается каждому FXS-порту.

Далее настраиваются SIP-транки.

После чего происходит настройка режима обработки входящих вызовов и исходящих маршрутов (на основании набранного номера выбирается направление (транк) для исходящего вызова).

PBX позволяет настроить перенаправление вызовов между телефонами. Реализуется функция следующим образом. При нажатии на телефоне “##” появляется сообщение о перенаправлении вызова. Далее набирается внутренний номер и нажимается “#”.

Приветствие можно добавить при помощи интерактивного меню. Также IVR позволяет абоненту выбрать направление своего звонка (внутренний номер или группу вызова). Переход может быть произведен не только по нажатию кнопки, но и по таймауту.

3. Заключение

Таким образом, в докладе рассмотрены возможности использования виртуальной АТС Asterisk. В дальнейшем на базе созданной конфигурации планируется организовать IP-телефонию в других отделах АО «Севтелеком».

4. Список литературы

- [1] Asterisk [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://asterisk-pbx.ru/>
- [2] Настройка Yealink W52P с Asterisk [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://voipnotes.ru/instrukcii/nastroika-yealink-w52p-asterisk/>

FEATURES OF IMPLEMENTATION OF THE IP-TELEPHONY SYSTEM, BASED ON ASTERISK PBX

Savochin A. A., Opaleyko S. S.

Scientific adviser: Savochin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract - The possibility of using the Asterisk open source communication platform for organizing IP-telephony in the technical support department of Sevtelecom JSC was considered.

ПРИМЕНЕНИЕ WEB ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ МОБИЛЬНОЙ СЕТИ

Савочкин А. А., Копцев П. А., Абдулгалиев О. Р.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: pashakoptsev@gmail.com

Аннотация — В докладе рассматривается методика изучения принципов передачи данных в сетях мобильной связи третьего поколения (3G), четвертого поколения (4G) и практического определения возможностей мобильной сети по передаче информации.

1. Введение

В беспроводных системах передачи данных находят применение следующие методы разделения каналов: *Frequency Division Multiple Access (FDMA)*, который в основном применяется в аналоговых системах радиосвязи; *Time Division Multiple Access (TDMA)*, доминирующая технология для мобильной сотовой сети, используется в стандартах *D-AMPS*, *PDC* и *GSM*; *Code Division Multiple Access (CDMA)* и др. Доступ к ресурсам интернет с помощью мобильных технологий реализуется на базе сетей 3G и 4G. Однако качественные показатели этих сетей с целью определения оптимального варианта обеспечения доступа определить достаточно сложно. Поэтому представляет интерес разработка методики оценки характеристик и особенностей реализации современных сетей мобильного доступа.

2. Основная часть

Известные мобильные технологии 3G: *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)*; *Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA)*; *High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA)* обеспечивают высокоскоростную передачу данных и мобильный интернет. Технология *DC-HSPA+* представляет собой самый быстрый из используемых стандартов сетей 3G. Такие сети часто называют 3.75G. В сетях *DC-HSPA+* реальная скорость доступа в Интернет сопоставима с средними показателями сетей 4G.

Действующим вариантом стандарта 4G является *Long-Term Evolution (LTE)* — стандарт беспроводной высокоскоростной передачи данных для мобильных устройств. Основан он на *GSM/UMTS* протоколах, однако скорости передачи данных в сетях *LTE* значительно выше. Стандарт *LTE* имеет две разновидности: *FDD* — частотный разнос входящего и исходящего канала; *TDD* — временной разнос входящего и исходящего канала. В качестве систем множественного доступа в *LTE* используются *Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA)* в нисходящем канале и *Single Carrier Frequency Division Multiple Access (SC-FDMA)* в восходящем.

Для проведения исследований предлагается использовать модем в *USB* интерфейсом. Например, модем *Huawei E3372h*, который выполнен в виде автономного *USB*-устройства. Модем работает в 2G, 3G и 4G сетях, в режимах *GSM / EDGE / FDD / TDD / UMTS / LTE*. Максимальная скорость приёма данных модемом до 150 Мбит/с, скорость передачи данных — до 50 Мбит/с. Меню *WEB*-интерфейса модема позволяет провести установку режима работы в сетях 2G, 3G или 4G. Важно, что модем *E3372h* позволяет производить поиск всех окружающих базовых станций (БС) мобильных 2G и 3G сетей. Причем не только базовой станции (БС) оператора использу-

емой в модеме симкарты, а БС всех операторов, сигнал от которых имеет в точке размещения антенны достаточный для приема уровень. Для каждой найденной БС определяется идентификатор соты *CID* и уровень принимаемого от БС сигнала. Реализуется поиск в режиме *AT*-команд. Например, команда для поиска до восьми БС стандарта 3G с минимальным уровнем мощности сигнала -101 дБм имеет вид:

AT+NETSCAN=8,-101,1.

Результат выдается в виде списка, отсортированного по уровню сигнала. Самая верхняя в списке БС — самая мощная, нижняя в списке — самая слабая. Например, отклик модема будет иметь вид:

^NETSCAN: 10788,,,2487,250,60,0,-97,8f7f,400000

Используя данные ресурса <https://xinit.ru/bs/> и результаты сканирования доступных БС методика позволяет произвести определение географических координат БС. Пример окна вывода данных показан на рис. 1. В результате исследований также формируется план распределения частот.

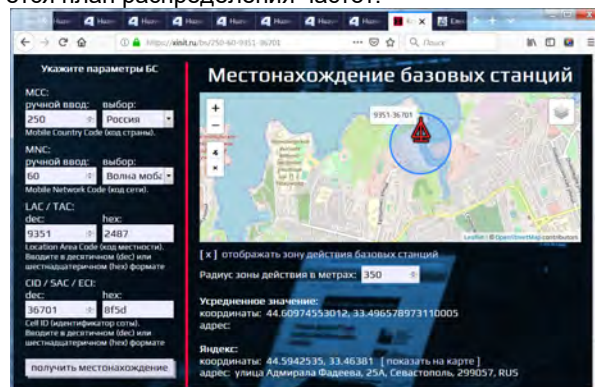


Рис. 1

3. Заключение

В докладе проводится методика изучения принципов передачи данных в современных сетях мобильной связи и примеры использования данной методики на практике.

4. Список литературы

- [1] Савочкин А.А. Методика исследования системы передачи данных в мобильной сети / Topical areas of fundamental and applied research XIX: Proceedings of the Conference. North Charleston, 21-22.05.2019, — North Charleston, USA: LuluPress, Inc., 2019, 207 p., — P. 112-124.

APPLICATION OF WEB TECHNOLOGIES IN MOBILE NETWORK RESEARCH

Savochkin A. A., Koptsev P. A., Abdulgaziev O. R.

Scientific adviser: Savochkin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract - The report examines the methodology of studying the principles of data transmission in mobile networks of the third generation (3G), fourth generation (4G) and practical determination of the capabilities of the mobile network for information transmission.



Секция 10

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ И ИНФОРМАЦИИ

СТЕНД СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ»

Лашченко И. В., Рыжанков А. П., Ситникова Е. С., Ярова А. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Лашченко И. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: andreyp2000@mail.ru

Аннотация — Для лабораторного практикума по дисциплине «Технические средства обеспечения безопасности» разрабатывается лабораторный стенд, позволяющий практически изучить различные виды аутентификации в системах контроля и управления доступом.

1. Введение

Система контроля и управления доступа (СКУД) — это программно-аппаратный комплекс, позволяющий организовать автоматизированный пропускной режим, предназначенный для контроля и управления входа на территорию, перемещения по объекту и учета времени нахождения на объекте. Такие системы являются неотъемлемой частью систем безопасности любых объектов, а также принципы их функционирования могут быть полезны для изучения процедур аутентификации в информационных и телекоммуникационных системах.

2. Основная часть

СКУД классифицируют по принципам опознавания: основанные на знаниях; использующие персональные характеристики субъекта доступа и атрибутивные.

Все эти технологии изучать в учебном процессе интереснее изнутри — имея возможность программировать считыватели, разрабатывать алгоритмы работы системы доступа для различных сценариев. Объекты могут существенно различаться по назначению и функционированию — для одних характерна закрытость, требуется жесткий многофакторный контроль на входе в режимное помещение, для других — требуется высокая пропускная способность, третьи характеризуются большим количеством пунктов пропуска. Специалист должен учиться решать такие вопросы, оптимально выбирая характеристики оборудования и сам принцип действия систем. Поэтому и для лабораторного практикума требуется оборудование, позволяющее творчески решать задачи организации контроля доступа.

Стенд реализован с помощью аппаратно-программных средств Arduino [1]. Аппаратная часть представляет набор модулей, подключаемых к контроллеру. Студент может самостоятельно выбирать требуемые модули для оптимального решения для заданных исходных характеристик объекта. Программировать систему несложно, используя подготовленные шаблоны и встроенный программатор.

Стенд позволяет реализовать атрибутивные методы [2]: разработаны алгоритмы работы и программы для двух считывателей: RDM 6300 и RC 522. Интересно сравнить возможности двух технологий для разных частот [3]. Продолжается разработка стенда студентами первого курса в рамках проектной деятельности. Дальнейшая работа нацелена на введение других принципов опознавания. В рамках дисциплины «Технические средства обеспечения безопасности» можно уделить больше внимания этому интересному направлению.

Для метода, основанного на знаниях, выбран

метод введения цифрового пароля с использованием специального модуля с клавиатурой.

Для реализации персональной аутентификации используем сканер отпечатков пальца. Специальный модуль считывателя также может быть подключен к Ардуино, однако для реализации других методов требуется персональный компьютер. При изучении персональных систем аутентификации желательно использовать не только статические признаки, но и динамические: с помощью микрофона можем записать голосовую фразу и анализировать звук с помощью MatLAB. Этот метод не требует специального дорогого оборудования, но ошибки, вызванные изменением голоса в связи с болезнью или эмоциональным состоянием вполне вероятны. Для распознавания лиц возможно использовать готовое программное обеспечение — демо-версии производителей аналитического видеонаблюдения.

СКУД могут быть автономными (считыватели обеспечивают работой отдельное запирающее устройство, не могут обмениваться информацией) и сетевыми (все контроллеры соединены с компьютером, осуществляющим общее управление системой, изменение режимов доступа для субъектов). Сетевые системы контроля более многофункциональны и могут быть интегрированы в общую систему безопасности. Изучение таких систем наиболее интересно и запланировано в данном проекте.

3. Заключение

Таким образом, используя самостоятельно реализованный стенд, студенты могут практически проводить настройку элементов и исследовать систему контроля доступа в целом.

4. Список литературы

- [1] Аппаратная платформа Arduino [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://arduino.ru>.
- [2] Изучение средств контроля доступа в рамках дисциплины «Методы защиты информации» / Е. Д. Василенко, А. Ю. Иванцев, И. В. Лашченко // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций : матер. 14-й Междунар. молодежной науч.-техн. конф., Севастополь, 22 — 26 окт. 2018 г. / Севастоп. гос. ун-т, Под ред. Савочкина А. А. — Севастополь : Изд-во СевГУ, 2018. — С. 237
- [3] RFID-считыватели бесконтактных карт [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.techportal.ru/review/readers/card-readers>.

SYSTEMS ACCESS CONTROL KIT FOR DISCIPLINE "TECHNICAL MEANS OF SECURITY"

Laschenko I. V., Ryzhankov A. P.,
Sitnikova E. S., Yarova A. V.
Scientific adviser: Lashchenko I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The control stand for the laboratory workshop of the discipline "Technical means of security" has been developed. The laboratory stand allows practical study of different types of authentication in the systems of access control.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МОНИТОРИНГА ДАННЫХ ДАТЧИКОВ В АППАРАТНО-ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ «БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД»

Лашченко И. В., Большаков Б. В., Марченко Е. А., Соколова Т. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Лашченко И. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: Bogdane4@mail.ru

Аннотация — На основе анализа принципов построения и характеристик систем мониторинга данных датчиков выявлены направления повышения эффективности АПК «Безопасный город».

1. Введение

В Российской Федерации широко внедряются проекты «Умный город» [1], направленные на повышение технологичности городской инфраструктуры; повышение качества управления городскими ресурсами и экономии; создание комфортной и безопасной среды. Неотъемлемой частью таких проектов являются АПК «Безопасный город» — аппаратно-программные комплексы, которые собирают информацию систем видеонаблюдения и многочисленных и разнообразных датчиков, распределенных на больших территориях. Создание таких систем на основе концепции интернет вещей (*Internet of things* — *IoT*) дает возможность достичь существенной экономии и обеспечить надежное долговременное, устойчивое к внешним возмущениям и техническим проблемам функционирование.

2. Основная часть

Рассмотрим задачи решаемые *IoT* технологиями: биометрический контроль состояния здоровья при помощи использования носимой электроники; контроль климата в помещении, управление приборами, освещением и системой безопасности; контроль и управление ресурсами в инфраструктуре города, жилищно-коммунальном хозяйстве; автоматизация производства, транспортный контроль; экологический контроль, метеорологический контроль.

Разработана система мониторинга данных датчиков с гибкой структурой, позволяющей адаптировать ее к любому типу перечисленных задач, обладающая возможностями масштабируемости и быстрого развертывания. Для построения системы выбран стандарт IEEE 802.15.4 и основанная на этом стандарте спецификация ZigBee. Ячеистая топология системы мониторинга позволяет сети самоорганизовываться и перестраиваться для нахождения оптимального пути передачи данных датчиков. Предусмотрены резервируемые каналы передачи информационных потоков в центр мониторинга через шлюзы, позволяющие согласовать разные протоколы связи.

Наряду с обеспечением надежности должно минимизироваться время доставки сообщений. Предложено выбрать алгоритмы, использующие особенности протокола канального уровня и идеи о динамическом изменении сетевых ролей устройств совместно с установкой расписания. Для описания протоколов передачи данных используется метод дискретно-событийного имитационного моделирования.

Сеть ZigBee поддерживает механизмы «сна» и «пробуждения», для уменьшения энергопотребления следует обеспечить возможность выбора режимов работы датчиков и интервалов опроса. Проанализи-

рованы различные системы упорядоченного опроса значительного количества элементов сети. Оптимальное время опроса должно определяться в соответствии с текущей изменяющейся ситуацией на объекте, например, при возникновении чрезвычайной ситуации требуется существенное сокращение интервала при большом количестве активных устройств. Эффективное решение проблемы может быть обеспечено с помощью методов группового опроса.

Для моделирования на физическом уровне сети ZigBee используем пакет прикладных программ MatLAB и графическую среду имитационного моделирования Simulink. Стандарт IEEE 802.15.4 предусматривает возможность использования BPSK, ASK, OQPSK манипуляции. Выбор типа модуляции связан с рабочей частотой устройства, выбран диапазон 2,4 — 2,483 ГГц и манипуляция OQPSK с битовой скоростью 250 Кбит/с [2].

Проведены экспериментальные исследования с макетом, построенным на модуле Telegisis ETRX 357.

3. Заключение

При анализе эффективности сетей мониторинга данных датчиков распределенных систем использующих ZigBee, ориентированном на надежность и время передачи сообщения, учтены основные возможности протокола, его архитектура, способы организации топологии сети и особенности передачи пакетов данных. Моделирование подтверждает основные результаты теоретического анализа.

4. Список литературы

- [1] Методические рекомендации по подготовке регионального проекта «Умные города» программ цифрового развития экономики субъекта российской федерации [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/554649741>.
- [2] IEEE 802.15.4 — Working Group for Wireless Personal Area Network. IEEE Standard for Low-Rate Wireless Networks [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://standards.ieee.org/content/ieee-standards/en/standard/802_15_4-2015.html.

THE EFFECTIVENESS EVALUATION OF DATA SENSOR MONITORING IN "SAFE CITY" COMPLEX

Lashchenko I. V., Bolshakov B. V.,
Marchenko E. A., Sokolova T. A.
Scientific adviser: Lashchenko I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The directions of increase of efficiency of hardware-software complex "Safe city" based on the analysis of the principles of construction and characteristics of monitoring systems have discovered in the paper.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ХЕШИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ХАОТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ

Сидоренко А. В., Шишко М. С.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Сидоренко А. В.

Белорусский государственный университет, Беларусь

E-mail: maxshishko@yandex.ru

Аннотация — Разработан метод хеширования данных, основанный на алгоритме Меркла-Дамгора, с использованием динамического хаоса. Приведены результаты оценки лавинного эффекта, вероятности коллизий и производительности в сравнении с алгоритмом SHA-2.

1. Введение

Хеш-функции применяются для вычисления дайджеста, т.е. краткого описания большого объема данных числом с заданной разрядностью (хеш-суммой). Это находит широкое применение в различных приложениях, таких как обработка больших объемов данных (построение ассоциативных массивов данных, поиск дубликатов в наборах данных, построение уникальных идентификаторов данных), защита целостности данных (вычисление контрольных сумм), криптографические приложения (алгоритмы шифрования и электронной цифровой подписи).

2. Основная часть

Предлагаемый алгоритм, как и SHA-2 является криптографической хеш-функцией с длиной дайджеста 256 бит. Алгоритм построен на основе структуры Меркла-Дамгора. Входное сообщение разбивается на блоки длиной 512 бит. Если битовая длина сообщения не кратна размеру блока, то сообщение дополняется нулями справа, так, чтобы длина была кратна размеру блока. Каждый блок проходит через 32 раунда базового преобразования (рис. 1).

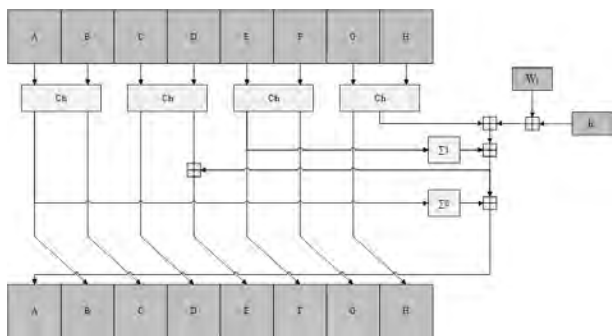


Рис. 1

Блок делится на 8 слов, каждое из которых используется как начальное условия для хаотического отображения. В качестве хаотического отображения использовано отображение пекаря:

$$Ch(x, y) = \begin{cases} (2 * x \bmod 2^{32}, y/2) & 0 \leq x < 2^{31} \\ ((2 * (2^{32} - x)) \bmod 2^{32}, 2^{32} - y/2) & 2^{31} \leq x < 2^{32} \end{cases}$$

Использование данного хаотического отображения позволяет уменьшить количество циклов вычисления хеша по сравнению с SHA-2 без существенных потерь свойств хеш-функции.

Для оценки качества спроектированной хеш-функции были проведены следующие тесты: тест на лавинный эффект, тест на устойчивость к атаке «дней рождения» (вероятность коллизии).

На гистограмме (рис. 2) показано распределение количества измененных бит хеша при изменении одного бита сообщения для предлагаемого алгоритма и SHA-2. Как видно из гистограммы предлагаемый алгоритм имеет несколько худшее распределение, чем SHA-2.

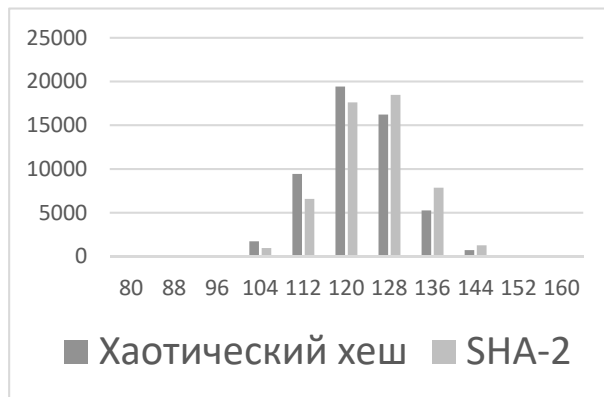


Рис. 2

Для оценки вероятности коллизии был составлен словарь из 500 000 различных слов. И был проведен поиск коллизий хеш-сумм для сообщений из словаря. Поиск коллизий не выявил.

Для оценки производительности было измерено время вычисления хеш суммы от сообщения длиной 2413568 байт. Вычисление производилось при помощи персонального компьютера с операционной системой Windows 10 и процессором Intel Core i-5 3230. Время вычисления хеша составило 13.1 мс. Время вычисления хеша того же сообщения по алгоритму SHA-2 заняло 28.2 мс, что говорит о большей производительности предлагаемого метода по сравнению с SHA-2.

3. Заключение

Таким образом был разработан метод хеширования, основанный на алгоритме Меркла-Дамгора, с использованием динамического хаоса.

Предлагаемый алгоритм позволяет уменьшить время хеширования по сравнению с SHA-2 без потери качества хеширования.

THE HASHING METHOD DESIGN WITH USING CHAOTIC DYNAMIC

Sidorenko A. V., Shishko M. S.

Scientific adviser: Sidorenko A. V.

Belarusian State University Of Informatics And Radioelectronics, Belarus

Abstract — The chaos based hashing technique, based on Merkle–Damgård algorithm, was introduced. Avalanche effect, collision probability and performance were evaluated in comparison with SHA-2.

РАЗРАБОТКА БЕСПРОВОДНОГО ДАТЧИКА ДЛЯ GSM СИГНАЛИЗАЦИИ

Лукьянчиков А. В., Чунту М. Р.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: brain75@mail.ru

Аннотация — Приведены результаты разработки беспроводного датчика движения с использованием малогабаритного контроллера ATINY13. Обсуждается его режим работы.

как при условии, что период следования импульсов остается постоянным то появляется возможность отфильтровывать случайные импульсы.

1. Введение

Эффективность охрана важных объектов может быть существенно увеличена путем использования большого количества беспроводных автономных датчиков движения устанавливаемых в произвольных местах объекта [1]. Благодаря этому злоумышленник не сможет вычислить местоположения датчиков движения. Поэтому разработка беспроводного датчика движения является актуальной задачей.

2. Основная часть

Структурная схема системы GSM сигнализации с беспроводными сенсорами изображена на рис. 1. В качестве управляющего элемента датчика используется миниатюрный микроконтроллер Atiny13, который позволяет создавать беспроводные датчики с малым энергопотреблением.

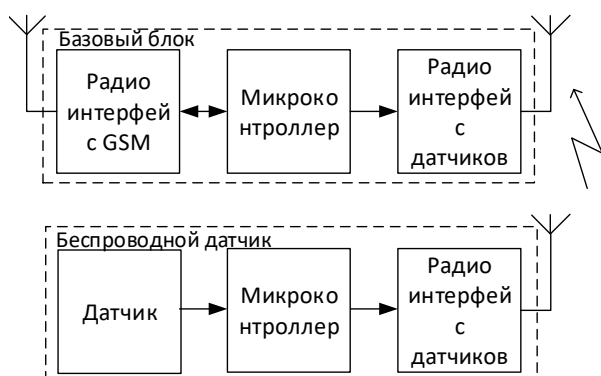


Рис. 1

Базовый блок состоит из микроконтроллера, который реализует основную логику работы системы. Базовый блок в свой состав включает SIM модуль для удаленного управления базовым блоком и оповещения пользователя о событиях системы. Базовый блок включает интерфейс для взаимодействия с беспроводными датчиками, этот интерфейс работает на частоте 433 МГц. Базовый блок, как было замечено ранее, взаимодействует с беспроводными датчиками, которых в системе в общем случае может быть много. Беспроводной датчик состоит из микроконтроллера, радиоинтерфейса и самого датчика [2]. Датчик преобразует не электрическую величину в электрический сигнал. Микроконтроллер анализирует сигнал от датчика и в случае необходимости посылает сообщение на базовый блок. Демодулированный сигнал сообщения от датчика к базовому блоку изображен на рисунке 2. Здесь используется широко-импульсное кодирование. Широкие импульсы соответствуют логической единице, а узкие логическому нулю. Применение данного вида кодирования делает сигнал более помехозащищенным, так



Рис. 2

В начале передается преамбула, которая показывает принадлежность датчика именно к этой системе сигнализации, а затем передаются данные. Это сообщение передается 32 раза таким образом сводя вероятность пропуска сигнала к нулю. Вероятность ложного срабатывания к нулю сводит достаточно длинная преамбула. Питается датчик от трех элементов AAA. Благодаря описанному алгоритму работы датчик большую часть времени потребляет ток 60 мкА. При передаче сигнала «тревоги» или «я живой» потребление возрастает до 10 мА. Поэтому, разработанный датчик будет работать от одного комплекта батареек более полутора лет. Другим достоинством датчика является то что в нем использован формат сигнала, который используется в современных системах сигнализации это позволит применять его в других системах сигнализации.

3. Заключение

Таким образом, разработан беспроводной датчик движения для систем сигнализации. Благодаря предложенному алгоритму работы удалось существенно снизить энергопотребление датчика и как следствие ощутимо увеличить продолжительность работы от одного комплекта батарей.

4. Список литературы

- [1] Fedorov, A. S Analysis of building methods wireless security alarm / A. S. Fedorov, A.V. Lukyanchikov // «Достижения и перспективы инноваций и технологий» материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных; Под ред. Кручиной О. Н., Михайловой А. Г. — Севастополь, 2019. — Р. 197 — 199.
- [2] Голованов, Н. А. Беспроводной датчик движения для системы / Н. А. Голованов // Матер. 12-й междунар. молодежной науч.-техн. конф. «Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций (РТ-2016)»; Севастоп. гос. ун-т; под ред. Савочкина А. А. — Севастополь, 2016. — С. 208.

WIRELESS SENSOR DESING FOR GSM ALARM

Lukyanchikov A. V., Chuntu M. R.
Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of the development of a wireless motion sensor using the ATINY13 small-sized controller are presented. Its mode of operation is discussed.

РАЗВИТИЕ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ СРЕДСТВ НА БАНКОВСКОЙ КАРТЕ

Лашченко И. В., Черненко И. С., Бригидин В. Л.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Лашченко И. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: elios-99@mail.ru

Аннотация — Предложены и проанализированы способы улучшения аппаратной части банковских карт для обеспечения более высокой безопасности.

1. Введение

Для обеспечения безопасности средств, размещенных на карточных счетах, специалисты постоянно улучшают программное обеспечение, но проблемы безопасности, связанные с аппаратной частью последнее время, не снимаются, а накапливаются. В докладе приводятся способы модернизации банковской карты для защиты от наиболее распространенных атак: скимминга, атаки man-in-the-middle, кражи через NFC.

2. Основная часть

На банковских картах до сих пор остается магнитная полоса, содержащая информацию, которой достаточно для проведения оплаты, однако эти данные не зашифрованы. На смену обычным картам пришли контактные карты, в которых используются технологии, поддерживающие криптографические методы защиты. Это позволяет защитить данные от копирования, однако средства все равно не защищены, так как злоумышленники используют карты с неработающим контроллером, и при совершении оплаты терминал не может провести оплату через контактную схему и завершает операцию при помощи магнитной полосы. В связи с этим настоятельно рекомендуется убрать магнитную полосу с карт.

Для предотвращения атак man-in-the-middle, когда при помощи встроенной наклейки перехватывается запрос PIN-кода и формируется ответ, что он верен, каким бы код ни был, можно использовать покрытие чипа краской (кроме контактных площадок). Продавцы редко замечают, что карта имеет наклейку, а с окраской это будет заметнее. Кроме этого, требуется сделать вход для карты на терминале максимально узким, чтобы при установке на карту оборудования карта не проходила в данный разъем, при такой защите потребуются просто печатать номер карты, чтобы он не был объемным.

Можно использовать также оптическую защиту — нанесение на карту штрих-кода, который можно использовать вместо пароля для ограниченной суммы. Штрих-код требуется наносить чернилами, видимыми только при дополнительных условиях, чтобы злоумышленник не смог осуществить фото- или видеосъемку для копирования кода. Недостатком данного способа является необходимость создания сканера, способного читать код любого цвета при условии достаточного контраста кода с поверхностью, так как современные сканеры штрихкодов могут распознавать только код черного цвета.

Добавление на бесконтактные карты переключателя существенно повысит защиту. При совершении оплаты пользователь должен передвинуть переключатель в положение, замыкающее цепь. После совершения оплаты переключатель автоматически возвращается в исходное разомкнутое положение, злоумышленник не сможет списать денежные средства с карты, не имея к ней прямого доступа.

Суть следующей идеи в замене на карте QI-катушки на фотоэлектрические модули, на терминале в этом случае следует использовать лазер. Когда на фотоэлемент попадает луч, происходит выработка энергии и чип начинает передавать данные. Недостаток данного метода в том, что у QI-катушки КПД около 85% [1], а на данный момент у фотоэлектрического модуля меньше. Основываясь на исследованиях Комитета инновационных проектов (КИПМ) РКК «Энергия» предлагается использовать 808-нанометровый луч. В этом случае установив фотоэлементы на базе арсенида галлия мы достигнем эффективности преобразования энергии до 40% [2]. С учетом того, что для работы NFC не требуется большая мощность лазер может быть применен.

3. Заключение

Все способы модернизации банковских карт требуют некоторых вложений со стороны банков и владельцев терминалов, а некоторые требуют от пользователя совершить больше движений, что слегка уменьшает удобство пользования. Однако следует всегда помнить, что на данном этапе развития технологий уровень простоты обратно пропорционален уровню безопасности. Важно понимать, что прогресс в аппаратной области, специально повышающий безопасность, возможен.

4. Список литературы

- [1] Беспроводная зарядка. Как она работает на практике [Электронный ресурс] / Хабр. — Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/443298/>.
- [2] Передача энергии лазером [Электронный ресурс] / Журнал Популярная Механика. — Режим доступа: <https://www.popmech.ru/technologies/303382-luch-zhizni-peredacha-energii-lazerom/#part1>.

DEVELOPMENT OF PROTECTION METHODS MEANS ON A BANK CARD

Lashchenko I. V., Chernenko I. S., Brigidin V. L.
Scientific adviser: Lashchenko I.V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The ways to improve the hardware of bank cards to ensure higher security are proposed and analyzed.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ТРАФИКА ЛОКАЛЬНОЙ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «АЭРОНЕТ»

Кудрявченко И. В., Дурягин Д. С.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: IVKudryavchenko@sevsu.ru

Аннотация — Обсуждаются перспективные методы защиты информационного трафика беспилотных летательных аппаратов, объединенных в рой на основе локальной телекоммуникационной сети «Аэронет».

1. Введение

Перспективная телекоммуникационная сеть «Аэронет» позволит объединить в единую метасистему различные аппаратно-программные средства, размещенные на мобильных и стационарных платформах, которые условно могут быть разделены на такие сегменты, как: 1) лунные станции; 2) орбитальные станции планетной системы Луна — Земля, размещенные в точках Лагранжа; 3) спутниковая группировка космических аппаратов; 4) станции воздушного базирования; 5) локальные сети воздушного базирования (рой беспилотных летательных аппаратов); 6) стационарные и мобильные станции наземного/морского базирования. Отметим, что сегменты уровней 1) и 2) еще не созданы. Остальные сегменты уровней 3) ... 6) в настоящее время интенсивно развиваются [1].

В докладе рассматриваются перспективные методы защиты трафика телекоммуникационной сети «Аэронет» для сегмента пятого уровня.

2. Основная часть

Объединение множества однотипных малоразмерных беспилотных летательных аппаратов в рой обеспечивается за счет обработки информационного трафика, который обусловлен решаемой задачей, внешней средой, системным программным обеспечением, внутренними состояниями элементов роя. Основными особенностями локальной телекоммуникационной сети «Аэронет» на основе беспилотных летательных аппаратов являются:

- роевая организация;
- ограниченное время функционирования;
- высокая живучесть в условиях неблагоприятных внешних воздействий;
- широкоэшелонный характер рассылки пакетов (дейтаграмм);
- применение коммуникационных устройств разных типов;
- динамическая кластеризация узлов сети.

Указанные особенности накладывают ограничения на возможные методы защиты трафика в сети.

Одним из методов защиты данных является их распределенное хранение в банках данных различных элементов роя, которое должно осуществляться на основе криптографически стойкой схемы разделения секрета и обеспечивать резервирование данных [3]. Тогда потеря одного из элементов роя не будет критичной как с точки зрения возможности взлома сети, так и для ее надежного функционирования.

Также перспективными являются методы защиты трафика сети путем динамической кластеризации ее узлов на основе технологий оверлейных сетей. В этом случае псевдослучайное назначение приори-

тетных узлов сети может дополняться выбором разных типов датчиков: радио-, оптических или акустических. Каждый такой датчик может использоваться как для объединения отдельных кластеров, так и для передачи информации внутри кластера / подсети.

Отдельным направлением повышения защищенности трафика сети является пространственная защита передаваемой информации, которая обеспечивается применением маломощных и узконаправленных излучателей.

Следует отметить и такой универсальный метод, как повышение скрытности трафика. Для этого должны применяться шумоподобные сигналы или использоваться пассивные датчики, получающие информацию о внешних объектах и об окружающей среде без генерации зондирующих сигналов. Например, решение навигационной задачи возможно на основе цифровой карты местности и распознавания маршрута следования роя по поступающим видеоданным.

3. Заключение

Таким образом, помимо традиционных методов защиты информационного трафика в локальной сети «Аэронет», базирующейся на роевых технологиях, могут применяться:

- распределенное хранение и обработка данных в элементах роя;
- динамическая кластеризация узлов сети на основе оверлейных сетевых технологий;
- пространственная защита передаваемой информации;
- обеспечение скрытности передаваемой информации за счет применения шумоподобных сигналов и/или пассивных датчиков.

4. Список литературы

- [1] План мероприятий («дорожная карта») «Аэронет» Национальной технологической инициативы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.nti2035.ru/docs/DK_aeronet.pdf.
- [2] Колыбельников, А. И. Обзор технологий беспроводных сетей / А. И. Колыбельников // Труды МФТИ. — 2012. — Т. 4, № 2. — С. 3 — 29.
- [3] Кудрявченко, И. В. Система распределенного хранения данных на основе локальной вычислительной сети / И. В. Кудрявченко, А. М. Наумкин // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций : матер. 13-й Междунар. молодежной науч.-техн. конф., Севастополь, 20 — 24 нояб. 2017 г. — С. 273.

PERSPECTIVE TRAFFIC PRIVACY METHODS IN THE LOCAL TELECOMMUNICATION NETWORK "AERONET"

Kudryavchenko I. V., Duryagin D. S.

Scientific adviser: Kudryavchenko I. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Perspective methods for protecting the information traffic of unmanned aerial vehicles, combined in a swarm on the basis of the «Aeronet» local telecommunication network, are discussed.

АКТУАЛЬНЫЕ УГРОЗЫ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

Маслова М. А., Рыжая К. Ю.

Научный руководитель: Маслова М. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: mashechka-81@mail.ru

Аннотация — В данной статье будут рассмотрены наиболее актуальные угрозы кибербезопасности и даны основные рекомендации по их устранению и предотвращению.

1. Введение

Надёжная и защищенная работа сетей передачи данных, компьютерных сетей и мобильных устройств является важным условием нормального функционирования любой организации. На безопасность работы ключевых сегментов информационных систем оказывает влияние много факторов и кибербезопасность — один из таких факторов.

2. Основная часть

Вредоносная программа — программа (программное обеспечение), предназначенное для осуществления несанкционированного доступа к информации и (или) деструктивного воздействия на информацию или ресурсы информационной системы, нарушение их целостности и (или) доступности. [1].

Совокупность всех угроз кибербезопасности можно представить в виде пирамиды (рис. 1), внизу которой будут находиться самые массовые угрозы, с которыми пользователи сталкиваются каждый день — это, например, сетевые черви, троянские программы, фишинговые письма и большинство атак в интернете. Выше находятся целевые атаки, то есть атаки, направленные на конкретных людей или организации. Верх пирамиды занимает новый вид атак — это кибер-оружие.



Рис. 1

Большая часть атак, таких как сетевые черви, троянские программы, фишинговые письма, ни на кого конкретно не нацелена. Их жертвами становятся, как правило, те, кто не позаботился о своей безопасности или о своей киберграмотности.

Однако тенденция различных финансовых институтов к внедрению систем биометрической идентификации и аутентификации предполагает появление новой угрозы кибербезопасности — атаки через кражу и использование биометрических данных.

Целевые атаки можно разделить на такие типы:

- 1) атака на конкретное предприятие;
- 2) атака на руководство предприятия с целью получения стратегически важной информации;
- 3) атака на отрасли экономики;
- 4) атака на конкретного сотрудника организации.

Конечной целью таких атак являются либо ценная информация, либо деньги.

Целевая атака, чаще всего, состоит из нескольких этапов. Так, например, группировка Gaza Cybergang начинает свои атаки с фишинга, причем в нем используются письма с одноразовых адресов и одноразовые домены. Иногда в письмах содержится ссылка на вредоносную программу, а иногда зараженные файлы приложены непосредственно к письму. Если жертва запустит такой файл (или перейдет по ссылке), на устройстве окажется вредоносная программа первой стадии, которая запустит цепочку заражения. Сами письма, которые должны «усыпить» бдительность сотрудника, чаще всего оказываются на политическую тематику. Это либо какие-то протоколы переговоров политиков, либо поддельные послания от уважаемых организаций. Заразив компьютер жертвы вредоносным ПО первой стадии, злоумышленники стремятся закрепиться на устройстве, скрыть свое присутствие от защитных решений и максимально обезопасить командный сервер. Начинается следующий этап. Итог атаки один — все документы форматов PDF, DOC, DOCX и XLSX оказываются у злоумышленника.

Кибер-оружие — это редкие и очень сложные вирусы, которые не представляют опасности для обычных пользователей, ведь их цель заразить не просто одно устройство, а навредить возможно целому сектору экономики государства. Первым случаем использования кибер-оружия является вирус Stuxnet, действие которого было направлено на серьёзное разрушение иранской ядерной программы.

3. Заключение

Таким образом, рассмотрены наиболее актуальные угрозы кибербезопасности.

Для пользователей по-прежнему актуальны массовые угрозы, распространяющиеся через сеть Интернет. Однако к таким угрозам теперь можно добавить и кражу биометрических данных.

Для различных организаций опасность представляют целевые атаки. Чтобы защититься от таких типов угроз, компаниям необходимо не только осуществлять программную защиту, но и проводить работу с сотрудниками по повышению их осведомленности в области кибербезопасности, осуществлять постоянный мониторинг новых угроз или инцидентов безопасности.

4. Список литературы

- [1] ГОСТ Р 53113.1-2008. Информационная технология (ИТ). Защита информационных технологий и автоматизированных систем от угроз информационной безопасности, реализуемых с использованием скрытых каналов.

ACTUAL THREATS OF CYBER SECURITY

Maslova M. A., Ryzhaia K. Y.

Scientific adviser: Maslova M. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The article reviews the most relevant threats to cybersecurity and gives basic recommendations for their elimination and prevention.

РАЗРАБОТКА РАСШИРЕНИЯ ДЛЯ БРАУЗЕРА, ПОЗВОЛЯЮЩЕГО ШИФРОВАТЬ И ПРОСМАТРИВАТЬ ЗАШИФРОВАННУЮ ИНФОРМАЦИЮ

Долгополова Е. А., Лебеденко А. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: lena.dolgopolova24@gmail.com, alex7y88@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрена возможная программная реализация расширения для браузера, позволяющего шифровать и просматривать зашифрованную информацию

мы, одним из которых является ГОСТ Р 34.12-2015 Криптографическая защита информации. Блочные шифры [2].

1. Введение

В современном мире конфиденциальность любой социальной сети подвержена угрозам.

Это может быть атака злоумышленника или любая передача криптографических ключей, используемых для шифрования личной информации иным организациям. Таким образом, любая информация, публикуемая для общего доступа или отправляемая персонально может стать доступной третьим лицам.

Конфиденциальность информации — это обязательное для выполнения лицом, получившим доступ к определенной информации, требование не передавать такую информацию третьим лицам без согласия ее обладателя [1].

2. Основная часть

Большинство социальных сетей используют безопасные протоколы передачи данных (такие как https). Их надежность настолько велика, что злоумышленник не пытается их взломать, а ищет иные пути получения несанкционированного доступа, например, подбор пароля. Но, безопасные протоколы не защищают от попыток получения криптографических ключей, хранимых разработчиком, третьими лицами [3].

Во избежание описанных проблем, можно использовать стороннее программное обеспечение, которое позволит публиковать личную информацию в зашифрованном виде, а также просматривать зашифрованную информацию.

Данное приложение ориентировано только на шифрование и расшифровку, за передачу зашифрованного сообщения отвечает веб-ресурс.

Алгоритм шифрования представлен на рис. 1, а. Пользователь набирает текст, который необходимо безопасно передать, в отдельном окне, далее он копирует его и отправляет посредством социальной сети получателю. Зашифрованное сообщение состоит из нескольких частей, таких как: шифротекст, идентификатор отправителя и флаг-идентификатор начала сообщения.

Принцип расшифрования представляет собой алгоритм, представленный на рис. 1, б). Установленное программное обеспечение ищет в полученном контенте зашифрованное сообщение, по которому устанавливает отправителя и подбирает ключ шифрования для конкретного случая.

Передача ключей шифрования посредством программного обеспечения является небезопасной. Для большей надежности ими лучше обмениваться используя другие защищенные каналы или при личной встрече.

Поскольку, информация, единожды опубликованная в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», остается там навсегда, необходимо использовать надежные криптографические алгорит-



Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, наиболее удобным программным решением для данной идеи является расширение для браузера, которое позволит публиковать личную информацию в зашифрованном виде, а также просматривать такую информацию.

Данное расширение можно использовать с любыми веб-ресурсами, в которых предусмотрена возможность публикации сообщений (форумы, блоги и т.д.)

4. Список литературы

- [1] Об информации, информационных технологиях и о защите информации : Федеральный закон от 27.07.2006 N 149-ФЗ.
- [2] ГОСТ Р 34.12-2015 Криптографическая защита информации. Блочные шифры
- [3] Пирбудагова, Д. Ш. Право на тайну переписки, телефонных переговоров, почтовых, телеграфных и иных сообщений: проблемы реализации/ Д. Ш. Пирбудагова, И. С. Садикова // Юридический вестник ДГУ, 2011. — 33 с.

BROWSER EXTENSION DEVELOPMENT FOR ENCRYPT AND VIEW ENCRYPTED INFORMATION

Dolgopolova E. A., Lebedenko A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A possible software implementation of a browser extension, that allows you to encrypt and view encrypted information, is considered.

СИСТЕМА СИГНАЛИЗАЦИИ С РАДИОКАНАЛОМ

Зиборов С. Р., Игнатенко Н. Г.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: sergey.ziborov@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена система сигнализации, обеспечивающая дистанционный контроль доступа на охраняемый объект. Предложена современная интегральная элементная база для реализации приёмного и передающего тракта системы сигнализации. Приведены результаты расчёта высокочастотных узлов системы.

1. Введение

Одним из наиболее эффективных средств обеспечения безопасности объектов (предприятий, банков, магазинов, жилых помещений и т. п.) является использование систем контроля и управления доступом (СКУД), составной частью которых являются различные системы и устройства сигнализации. Правильное использование СКУД позволяет обнаружить несанкционированный доступ на территорию и в помещения объекта, не создавая препятствий для прохода лицам, имеющим соответствующие средства разрешения (карточки, брелки и т.п.). В докладе приводится принцип построения системы сигнализации, которая обнаруживает подвижные предметы в охраняемой зоне, и обеспечивает дистанционную передачу сигналов тревоги по радиоканалу.

2. Основная часть

Структурная схема системы сигнализации показана на рис. 1.

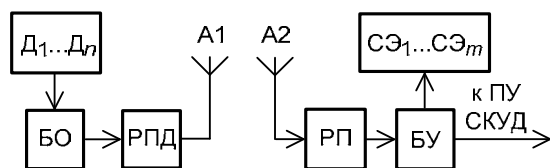


Рис. 1

Датчики $D_1 \dots D_n$ обеспечивают обнаружение движущегося предмета или идентификацию субъекта, использующего средства, разрешающие доступ. Блок обработки БО преобразует выходные сигналы датчиков к виду, необходимому для передачи с помощью радиопередатчика РПД. Передающая антенна A_1 излучает радиосигнал, содержащий информацию об обнаруженном предмете или субъекте. Радиосигнал, принятый антенной A_2 , поступает на вход радиоприёмника РП. Выходной сигнал приёмника преобразуется блоком управления БУ в сигналы управления сигнализирующими элементами $СЭ_1 \dots СЭ_m$ или в информационные сигналы, поступающие на пульт управления СКУД для оповещения оператора и регистрации в запоминающем устройстве. Элементы $СЭ_1 \dots СЭ_m$ вырабатывают акустические и визуальные сигналы оповещения тревоги.

Для скрытого обнаружения проникновения человека в охраняемое пространство закрытого помещения выбран инфракрасный датчик Фотон-15, обеспечивающий регистрацию изменений потока теплового излучения, возникающих при пересечении человеком чувствительных зон датчика.

Приёмно-передающий тракт системы построен на основе микросхем передатчика $TXC101$ и приёмника $RXC101$ фирмы *RF Monolithics, Inc.* Микросхемы работают на частоте 433 МГц в режиме программируе-

мой частотной манипуляции с девиацией частоты от 30 до 200 кГц. Напряжение питания микросхем — от 2,2 до 5,4 В при токе потребления: 20 мА (передача), 8,5 мА (приём) 0,2 мкА (ожидание).

В качестве передающей антенны выбран петлевой вибратор, а в качестве приёмной антенны — несимметричный вибратор, работающие на частоте 433 МГц. Были выполнены электрический расчёт передающей и приёмной антенн, а также выходной цепи передатчика и входной цепи приёмника. В результате моделирование указанных цепей с помощью пакета прикладных программ *Micro-Cap* найдены частотные характеристики выходной цепи передатчика и входной цепи приёмника.

Показано, что выбор структурной схемы системы сигнализации необходимо выполнять в два этапа, на первом из которых анализируют свойства охраняемого объекта, а на втором выбирают принципы построения устройства и элементную базу для его реализации.

Обоснована целесообразность сопряжения системы охранной сигнализации с системами контроля и управления доступом, совершенствование которых позволяет не только уменьшить число краж и хищений, но и обезопасить жизнедеятельность объектов.

3. Заключение

Показано, что наиболее надёжными с точки зрения обнаружения угроз объекту являются автономные комбинированные системы охранной сигнализации, использующие беспроводной радиоканал для передачи сигналов тревоги.

Предложена современная интегральная элементная база для схемотехнической реализации системы сигнализации.

Выполнен электрический расчёт антенн и высокочастотных цепей приёмно-передающего тракта системы сигнализации. Правильность электрического расчёта подтверждена результатами компьютерного схемотехнического моделирования высокочастотных узлов приёмно-передающего тракта системы.

4. Список литературы

- [1] Ворона, В. А. Системы контроля и управления доступом / В. А. Ворона, В. А. Тихонов. — М.: Горячая линия Телеком, 2015. — 272 с.
- [2] Волхонский, В. В. Устройства охранной сигнализации: учеб. пособ. / В. В. Волхонский. — СПб.: Университет ИТМО, 2015. — 114 с.

THE ALARM SYSTEM WITH RADIO CHANNEL

Ziborov S. R., Ignatenko N. G.

Scientific adviser: Ziborov S. R.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The alarm system, providing the distance access controlled on the guarded object, is considered. The modern integral element base offers for realization of receiving and transmitter highway of the alarm system. Results of calculation of high-frequency circuits of the system are presented.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ВЕРИФИКАЦИИ КОНТЕНТА НА ПРЕДМЕТ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ЕГО К МАТЕРИАЛАМ ЭКСТРЕМИСТСКОГО ХАРАКТЕРА

Лебеденко А. В., Ковальчук Ю. П.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: kurchatowa73@mail.ru, alex7y88@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрен метод обработки информации, анализирующий взаимосвязь между словами и строками. Приведена модель программного обеспечения для верификации контента на предмет принадлежности его к материалам экстремистского характера.

1. Введение

На данный момент экстремизм является одной из основных проблем, на борьбу с которой положено много ресурсов. Разжигание вражды, призыв к насильственному решению проблем и многое другое может приводить к последствиям, опасным, в первую очередь, для жизни и здоровья тех или иных людей.

Решение данной проблемы усложняет возможность распространения экстремистских материалов посредством сети Интернет. Помощь в данном вопросе может составить программное обеспечение, способное верифицировать контент на предмет принадлежности его к материалам экстремистского характера.

2. Основная часть

Вход: текстовый блок либо ссылка на Интернет-ресурс.

Необходимо создание словаря, который, будет содержать слова-маркеры, относящиеся к теме экстремизма. Слова-маркеры необходимо разделить на группы, в соответствии с их принадлежностью к конкретному виду экстремистских высказываний: политический, националистический, религиозный, социальный, молодежный, терроризм.

Построение модели программного обеспечения происходит в несколько этапов.

1. Прием на входе текстового блока. Либо преобразование данных, извлеченных из веб-страницы, в текстовый блок.

2. Из текстового блока стираются символы, которые не несут какой-либо смысловой нагрузки (союзы, предлоги и т.д.), знаки препинания и слова, которые встречаются в текстовом блоке только один раз. Текст приводится к нижнему регистру. Полученный в результате текст перезаписывается в новый блок — список, признак конца строки в котором — точка.

3. Латентно-семантический анализ — это метод обработки информации на естественном языке, анализирующий взаимосвязь между библиотекой документов и терминами, в них встречающимися, и выявляющий характерные факторы (тематики), присутствующие всем документам и терминам. [1]

Составляется частотная матрица слов. Матрица содержит в себе информацию о частоте, с которой встречается слово в строке.

С помощью сингулярного разложения составленная частотная матрица слов преобразовывается в

три матрицы, две из которых являются ортогональными, а одна — диагональной.

Сингулярное разложение позволяет выделить ключевые элементы матрицы, отсекая при этом шум. В полученных матрицах отсекаются строки и столбцы, которые имеют меньшее значение, так как они дают меньший вклад в итоговое произведение. Оставив строки и столбцы с наибольшим весом, разложение приобретет вид двумерного сингулярного [2].

Полученные координаты сравниваются. Слова и строки с координатами, находящиеся вблизи друг от друга, объединяются в группу.

В ходе всех преобразований, слова и строки группируются таким образом, который позволяет выделить ключевые смысловые позиции исходного текста и определить в какой части блока они находятся.

4. Элементы матрицы проверяются на соответствие словам в словаре. В случае, если обнаруживается совпадение, слову и семантической группе из строк и слов присваивается определённый вид экстремистских высказываний. В итоге, пользователю выдается список, в котором представлены слова и номера строк, и присвоенный им вид экстремизма.

3. Заключение

Данная модель программного обеспечения позволяет выявить в тексте тематические очаги, с помощью группировки слов и строк текста, и определить являются ли основные позиции преобразовываемой информации, поступающей на вход, материалами экстремистского характера.

4. Список литературы

- [1] Соловьев, А. Н. Моделирование процессов понимания речи с использованием латентно-семантического анализа : дис. канд. фил. наук. — СПб., 2008. — 165 с.
- [2] Латентно-семантический анализ [Электронный ресурс] / Habr. — Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/110078>.

DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR CONTENT VERIFICATION REGARDING ITS BELONGING TO EXTREMIST MATERIALS

Lebedenko A. V., Kovalchuk Y. P.
Scientific adviser: Lebedenko A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The method of information processing, analyzing the relationship between words and strings is considered. The software model for content verification is given for its belonging to extremist materials.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТА В АППАРАТНО-ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ «БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД»

Лашченко И. В., Василенко Е. Д.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: press@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрены актуальные проблемы современного города в его транспортной системе.

1. Введение

Современный город — это система, которая представляет собой сосредоточение жилой среды, культурно

бытовых и торговых предприятий, образовательных и медицинских учреждений. Развитие города состоит из множества задач, решение которых в дальнейшем улучшит экологическую и общественную безопасность, наладит инфраструктуру, повысит комфорт и удобство, а также сделает жизнь людей лучше. Уровень и сложность этих задач зависят от административного значения города, рельефа и погодных условий.

Одним из важнейших критериев современного города является его транспортная система, улично-дорожная сеть, сеть остановок и парковок, где сосредоточены наиболее острые проблемы. С развитием городского движения и увеличением количества автомобилей возникают трудности с низкой пропускной способностью улиц и перекрёстков. Эта проблема наиболее заметна в утренние и вечерние часы, вследствие начала и окончания рабочего дня, когда количество машин на дорогах возрастает в 2 — 4 раза, что вызывает повышенный трафик.

Увеличение числа транспортных средств ведёт к ухудшению экологии, повышенному шуму и вибрации. Не менее важным моментом является нехватка парковочных мест, в связи с чем дворы и стоянки массово заставляются автомобилями, что мешает свободному проходу людей и проезду других транспортных средств, а поиск свободного парковочного места не всегда предвещает успех. Совмещенное движение общественного, легкового и грузового транспорта также вызывает проблемы с трафиком и возникновение дорожно-транспортных происшествий.

2. Основная часть

В крупных городах России уже можно отслеживать передвижение общественного транспорта. Мониторинг автобусов и троллейбусов также стал доступен для жителей г. Севастополь через приложение «умный транспорт», что в свою очередь даёт ряд преимуществ, такие как: отслеживание транспорта не выходя из дома, точную информацию, где находится нужный автобус и путь его следования. Но не каждый человек захочет или имеет возможность установить данное приложение, поэтому решением этой задачи могут стать специальные терминалы на каждой остановке, через которые можно будет посмотреть какой автобус куда движется, где он находится в режиме реального времени, каков его полный маршрут и возможные происшествия на его пути.

Актуальной проблемой г. Севастополя остаётся закрытие рейда катеров и паромов в плохую погоду. На сайте есть расписание и на нём предупреждают,

когда рейд не состоится, но намного удобнее сделать это в формате приложения, так же добавив мониторинг катеров и паромов в реальном времени. Не обойтись и без бесконтактной оплаты проезда, для этого, например, установить несколько турникетов перед входом в катер, чтобы каждый пассажир сам мог приложить карту и после списания денег система автоматически пропускала его внутрь. Это уменьшит человеческий фактор, позволит людям быстрее проходить в транспорт и сократит или вообще устранил безбилетный проезд.

Для разгрузки трафика и уменьшения машин на дорогах в час пик, можно ввести плату за проезд на личном автомобиле, а в общественном транспорте сделать гибкую тарификацию: в момент загруженности дорог, понижать цену на проезд, тем самым привлекая водителей, имеющих личный автомобиль, поехать на автобусе.

Наличие парковочных мест, особенно в дни массового скопления людей и машин, является не менее важной задачей, которая требует решения в г. Севастополь. Расширение улиц и увеличение масштабов для парковки один из вероятных вариантов, но также разрешением этой проблемы может стать поиск парковочных мест онлайн. Допустим, водитель заранее оплачивает стоянку или бронирует её через приложение. Каждое парковочное место будет оснащено специальным датчиком, который определяет занято оно или нет. Когда водитель подъедет к забронированному или уже оплаченному месту, он предоставит системе данные о брони и/или оплатит стоянку, и его пропустят на парковку. Данное решение позволит сэкономить время и затраты на бензин в поисках свободного парковочного места.

3. Заключение

Таким образом, разобраны проблемы транспортной системы типичные для г. Севастополь и предложены пути их разрешения.

4. Список литературы

- [1] Методические рекомендации по подготовке регионального проекта «Умные города» программ цифрового развития экономики субъекта Российской Федерации [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/554649741>.

TRANSPORT MONITORING SYSTEM IN THE "SECURE CITY" HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX

Lashchenko I. V., Vasilenko E. D.
Scientific adviser: Lashchenko I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The current problems of the modern city in its transport system are considered.

УЛУЧШЕНИЕ МЕТОДИКИ ПОИСКА РАДИОЗАКЛАДOK НА ОБЪЕКТЕ ИНФОРМАТИЗАЦИИ

Букач А. Б., Гевниш А. Б.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Букач А. Б.

Севастопольский технический университет, Россия

E-mail: bukach1948@mail.ru

Аннотация — Рассматривается методика, позволяющая проводить радиомониторинг и поиск радиозакладок в конкретных условиях здания Севастопольского государственного университета.

1. Введение

Эффективность поиска радиозакладок зависит от чувствительности поискового прибора, мощности самой радиозакладки, ослабления сигнала в свободном пространстве и коэффициента затухания радиоизлучения, зависящего от материала препятствий (стен, шкафов и т.д.). Определение местоположения радиозакладок с учетом всех этих факторов является актуальной задачей. При этом важно минимизировать поисковое оборудование по стоимости и простоте использования. В докладе приводятся расчет коэффициента затухания сигнала от препятствий и приводится методика практического определения величины этого коэффициента, что позволяет улучшить процесс поиска радиозакладок.

2. Основная часть

Скрытность работы радиозакладок обеспечивается небольшой мощностью передатчика, выбором частоты излучения, ограничением времени непрерывной работы, а также применением специальных мер закрытия. Физическая скрытность радиозакладок определяется тщательной их маскировкой в контролируемом помещении.

При проведении эксперимента нами использовалась методика поиска радиозакладок с помощью автоматизированного комплекса, в котором анализатор спектра объединен в единую систему с персональным компьютером, с программным обеспечением R&S FSH4View [1].

Чувствительность приемника определяется по известной формуле [2]

$$S = \frac{P_c \lambda^2}{(4\pi)^2 G_j G_y},$$

где S — чувствительность радиоприемника мВт; P_c — мощность сигнала на выходе радиопередатчика Вт; λ — длина волны радиосигнала м; r — расстояние между приемником и передатчиком м; G_j — ослабления сигнала в свободном пространстве дБ; G_y — ослабление сигнала за счет препятствий дБ.

Из этого соотношения можно найти коэффициент G_y , для некоторой длины волны и мощности радиопередатчика. В качестве имитатора радиозакладки нами использовалась радиостанция Turbosky T3, предназначенная для любительского использования. Частотный диапазон: 400 — 480 МГц; выходная мощность 5 Вт.

В качестве поискового прибора использовался анализатор спектра R&S@FSH 20, который позволяет регистрировать все распространенные стандарты беспроводной связи, включая мобильную радиосвязь (GSM, CDMA, UMTS, DECT), Bluetooth, WLAN, радиовещание и телевидение. Его технические характеристики следующие: диапазон частот от 9 кГц до 20 ГГц; чувствительность -146 дБмкВ; полоса разрешения от 1 Гц до 3 МГц; погрешность измерения (менее 1,5 дБ в полосе частот 3,6 — 20 ГГц).

В соответствии с планом помещения здания Севастопольского государственного университета рассмотрены варианты установки радиозакладки в различных аудиториях. По приведённым выше техническим характеристикам приборов был рассчитан коэффициент G_y (ослабление сигнала за счет препятствий) — для длины волны радиостанции $f = 433$ МГц, при установке имитатора в различных аудиториях здания. В результате расчета получилось, что ослабление сигнала за счет препятствий, т.е. стен, зависит от их количества, материала стены и ее толщины. В среднем для данного здания стена ослабляет сигнал на 6 дБ.

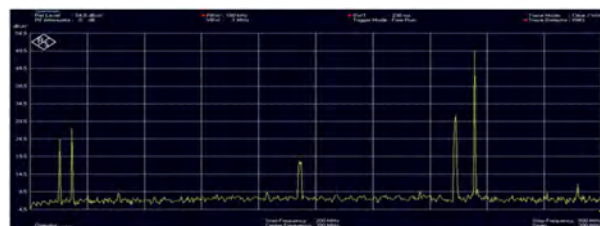


Рис. 1

Затем, в тех же аудиториях, устанавливалась радиостанция и регистрировалось ее излучение анализатором спектра. По разнице значений отсчетов от имитатора радиозакладки (рис. 1) определялся коэффициент G_y — ослабление сигнала за счет препятствий. Его величина практически совпадала с величиной, рассчитанной теоретически и равной 6 дБ. Рассчитанный коэффициент G_y позволяет учитывать препятствия, при определении расстояния, на котором установлена радиозакладка.

3. Заключение

Таким образом, разработанная методика практического определения величины коэффициента ослабления сигнала за счет препятствий позволяет улучшить методику поиска радиозакладок в конкретных помещениях здания Севастопольского государственного университета. Такая же методика применима и для других помещений, где радиозакладка может быть расположена в различных местах здания.

4. Список литературы

- [1] Букач, А. Б. Разработка методики радиомониторинга и поиска радиозакладок / А. Б. Букач, А. Б. Гевниш // Науч.-практ. журнал «Методы науки», Уфа. — 2018. — Вып. №12. — С. 37 — 41.
- [2] Рембовский, А. М. Радиомониторинг. Задачи, методы, средства / А. М. Рембовский, А. В. Ашихмин, В. А. Козьмин. — Изд-во Горячая Линия — Телеком, 2006. — 504 с.

THE SEARCH TECHNIQUE IMPROVEMENT OF RADIO BOOKMARKS ON OBJECT OF INFORMATIZATION

Bukach A. B. Gevnish A. B.

Scientific adviser: Bukach A. B.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The technique allowing to carry out radio monitoring and search of radio bookmarks in specific conditions of the building of the Sevastopol State University is considered.

МЕТОДЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ О ПОИСКОВОМ ОБЪЕКТЕ ДЛЯ МЕТАЛЛОДЕТЕКТОРОВ TR-IB ТЕХНОЛОГИИ

Иськив В. М., Малахов И. В.

Научный руководитель: Иськив В. М.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: tt2m@bk.ru

Аннотация — В статье рассмотрены основные методы представления информации об объекте, для металлодетекторов, построенных на принципе TR-IB.

1. Введение

Металлодетектор — электронный прибор, позволяющий обнаруживать металлические предметы за счёт их проводимости. Металлоискатель обнаруживает металл в грунте, воде, стенах, в древесине, под одеждой и в багаже, в пищевых продуктах, в организме человека и животных и т. д. Однако, зная о наличии самого предмета в ряде случаев мало и для анализа размеров, глубины залегания, материала, формы нужны дополнительные информационные характеристики. Различные методы реализации приборов позволяют получить информационные данные разного рода.

2. Основная часть

Начнем с принципа работы металлодетектора, основанного на методе TR-IB (*Transmitter Receiver - Induction Balance*). В устройствах, построенных на принципе индукционного баланса, поисковые катушки Rx и Tx катушки сведены к такому положению, где их взаимная индукция минимально, идеально равно нулю. Катушки Rx и Tx образуют последовательный и параллельный колебательный контур соответственно. Гармонический сигнала в передающей Tx катушке с частотой колебаний равной резонансной частоте контура.

В момент, когда поисковой объект находится в районе катушки, на Rx обмотке наводится сигнал с частотой Tx обмотки, но различной фазы и амплитуды. Сигнал не является отраженным от объекта, а наводится на приемной катушке токами Фуко, возбуждаемые на поверхности объекта поиска рис. 1 Б.

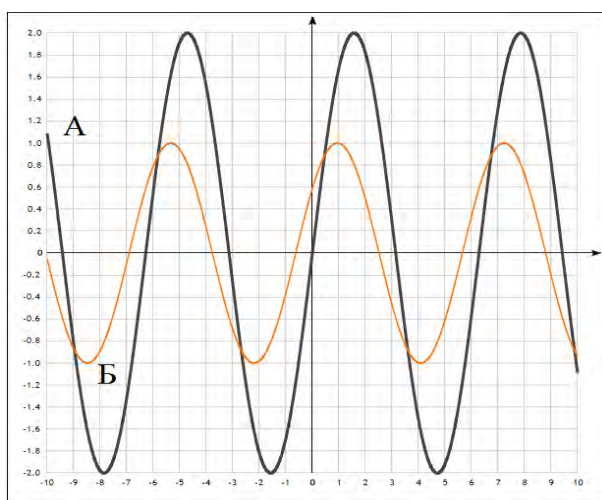


Рис. 1

В таком случае информационными параметрами для визуализации становятся фаза и амплитуда. В ходе экспериментальных исследований удалось выявить зависимость изменения фазы от материала объекта и амплитуды сигнала от размеров объекта, и

глубины залегания. В металлодетекторах, построенных на принципах индукционного баланса приняты различные варианты визуализации информации о поисковом объекте. Основные методы получили название VDI, годограф, синопграф и различные объединения этих методов.

VDI (Visual Digital Index) отображение векторного значения сигнала, канала фазы и канала амплитуды. Т.е это разность напряжений между каналами. Зачастую эти данные имеют значение от 0 до 99, где значения до 30 говорят о черных металлах, выше о цветных. Таким образом можно с достаточно высокой долей вероятности оценивать материал из которого изготовлен объект поиска. Отклонение в работу вносят очень минерализованные грунты, в таких случаях показания VDI могут существенно отличаться.

Годограф — кривые, строящиеся на графических дисплеях, которые отображают мгновенное отношение канала фазы на канал амплитуды, откладывая эти данные по горизонтальной оси, а амплитуду сигнала Rx по вертикальной оси. Отображаются все значения этих точек, за время прохождения катушки над объектом. Фаза формирует наклон и толщину петли годографа, амплитуда заставляет увеличивать длину. Такие кривые на практике показали достаточно высокую точность в идентификации материала, размера и даже относительной формы объекта (очень сложные формы отображают рваные кривые, правильные формы ровные линии с плавными округлениями и переходами).

Синопграф (столбиковая диаграмма) Одна из вариаций отображающих все те же каналы, с которых мы получаем информацию, но фаза соответствует расположению столбика по горизонтали, а амплитуда уровню столбика по вертикале.

Исследование выполнено при финансовой поддержке внутреннего гранта ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» в рамках научного проекта № 525/06-31

3. Заключение

Таким образом, визуализация данных о поисковом объекте в металлодетекторах, построенных на основе метода TR-IB позволяет получить обширные данные об объекте поиска.

4. Список литературы

- [1] Фейнман, Р. Фейнмановские лекции по Физике. Электродинамика / Р. Фейнман. — 2006. — 700 с.

VISUALIZATION DATA METHODS ON A SEARCH OBJECT FOR THE TR-IB TECHNOLOGY METAL DETECTORS

Iskiv V. M., Malahov I. V.

Scientific adviser: Iskiv V. M.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the article, the main methods of presenting information about an object are described for metal detectors built on the principle of an TR-IB.

МЕТОДЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ О ПОИСКОВОМ ОБЪЕКТЕ ДЛЯ МЕТАЛЛОДЕТЕКТОРОВ PI ТЕХНОЛОГИИ

Иськив В. М., Малахов И. В.

Научный руководитель: Иськив В. М.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: tt2m@bk.ru

Аннотация — В статье рассмотрены основные методы представления информации об объекте, для металлодетекторов построенных на принципе PI.

1. Введение

Металлодетектор — электронный прибор, позволяющий обнаруживать металлические предмет за счёт их проводимости. Металлоискатель обнаруживает металл в грунте, воде, стенах, в древесине, под одеждой и в багаже, в пищевых продуктах, в организме человека и животных и т. д. Однако, зная о наличии самого предмета в ряде случаев мало и для анализа размеров, глубины залегания, материала, формы нужны дополнительные информационные характеристики. Различные методы реализации приборов позволяют получить информационные данные разного рода.

2. Основная часть

Начнем с принципа работы металлодетектора, основанного на методе PI (pulse induction) импульсный детектор. Так, как в металлодетекторе такого типа катушка не является частью резонансного контура, ее размер может быть практически любым. Так же, этот метод позволяет реализовать достаточно высокую мощность, излучаемую катушкой.

С помощью коммутатора поисковая катушка периодически на короткое время подключается к источнику питания, что вызывает протекание через катушку тока экспоненциально нарастающего (первая часть кривой а рис. 1.). При резком прерывании этого тока (вторая часть кривой а рис. 1) на катушке возникает импульс напряжения самоиндукции (кривая b, рис. 1). Величиной в сотни вольт. При расположении вблизи катушки токопроводящего объекта резко изменяющееся при прерывании тока первичное магнитное поле катушки пронизывает этот объект и создает в нем вихревые токи (кривая с рис. 1). Эти вихревые токи всегда оказывают противодействие вызвавшему их изменению, создавая вторичное магнитное поле. Это переменное магнитное поле достигает витков поисковой катушки и наводит в ней переменное напряжение (кривая d рис. 1).

Для детектирования факта удлинения фронта импульса сигнал сторируется с помощью ключа (кривая e рис. 1). При этом отсекается сигнал от передаваемого импульса и всплеск напряжения самоиндукции сразу после его окончания. Короткая задержка стробирования выбирается таким образом, чтобы за это время успели завершиться переходные процессы, вызванные прерыванием тока в катушке (кривая b рис. 1). Таким образом происходит разделение передаваемого и принимаемого сигналов, а единственная катушка используется как для передачи, так и для приема сигнала.

Ознакомившись подробнее с PI технологии понимаем, что информация о наличии цели приходит с влиянием магнитного поля, созданного объектом, удлиняя задний фронт импульса (рис. 1 кривая d). Соответственно имеем 2 параметра — это время удлинения заднего фронта и амплитуда. В ходе экс-

периментальных исследований и теоретических прогнозов, основанных на физике работы PI детектора, типичные изменения параметров в зависимости от материала объекта выявлено не было (т.е. объекты одной толщины и площади из различных материалов показали одинаковые результаты). Исходя из изменения фронта импульса можно было судить только о размере объекта либо его расстоянии до поисковой катушки соответственно изменение фронта импульса имело одинаковое значение для объектов из разного и одинакового материала но находящихся на разном расстоянии, малый объект ближе к поисковой катушке, крупный объект на большем удалении. Под малым и большим объектом понимаются пластины одинаковой толщины, но разной площади.

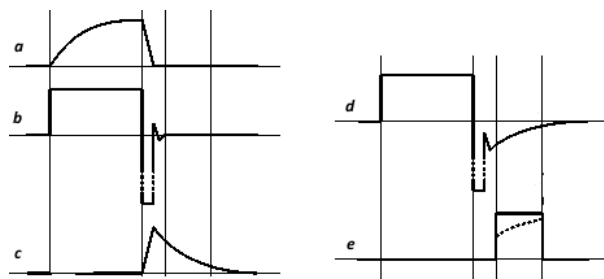


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, визуализация данных о поисковом объекте в металлодетекторах построенных на основе метода PI имеет смысл исключительно в индикации уровня сигнала (изменения фронта), что является мало информативно, но в виду свое простоты и дешевизны часто применимо на практике. Как показала практика реализовать дискриминацию практически невозможно.

4. Список литературы

- [1] Фейнман, Р. Фейнмановские лекции по Физике. Электродинамика / Р. Фейнман. — 2006. — 700 с.
- [2] Щедрин, А. И. Новые металлоискатели для поисков кладов и реликвий / А. И. Щедрин. — 2007. — 416 с.

VISUALIZATION DATA METHODS ON A SEARCH OBJECT FOR THE PI TECHNOLOGY METAL DETECTORS

Iskiv V. M., Malahov I. V.

Scientific adviser: Iskiv V. M.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the article, the main methods of presenting information about an object are described for metal detectors built on the principle of an PI.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ИНФОРМАЦИЯ, КАК ОБЪЕКТ ЗАЩИТЫ

Максимовская Н. Л., Мовчан Е. В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л., Максимовская Н. Л.
Черноморское высшее военно-морское училище имени П.С. Нахимова, Россия

Аннотация — Построение надёжной защиты включает оценку циркулирующей в компьютерной системе информации с целью уточнения её конфиденциальности, с анализа потенциальных угроз её безопасности и установление режима её защиты.

1. Введение

Бурное развитие цифровых технологий во многом изменило смысл понятия «радиотехника», так и требования, предъявляемые к подготовке специалистов в этой области. Цифровая обработка сигналов как направление развития науки и техники зародилась в 1950-х годах и поначалу представляла собой довольно экзотическую отрасль радиоэлектроники, практическая ценность которой была далеко не очевидной. Однако за прошедшие пятьдесят лет благодаря успехам микроэлектроники системы цифровой обработки сигналов не только воплотились в реальность, но и вошли в нашу повседневную жизнь. Более того, в некоторых областях цифровая обработка сигналов стала вытеснять аналоговую. В значительной мере это произошло в аудиотехнике, интенсивно идёт процесс перехода телевизионного вещания на цифровую основу. Подавляющее большинство людей до конца не осознает, насколько сильно они рискуют, если не заботятся о защите информации, находящейся в их компьютерах.

2. Основная часть

Сущность цифровой обработки состоит в том, что физический сигнал (напряжение, ток и т.д.) преобразуется в последовательность чисел, которая затем подвергается математическим преобразованиям в вычислительном устройстве. Трансформированный цифровой сигнал (последовательность чисел) при необходимости может быть преобразован обратно в напряжение или ток.

Развитие мультимедийных средств сопровождается большим потоком графической информации в вычислительных сетях. При генерации изображения, как правило, используются значительное количество элементарных графических примитивов.

Вычислительные устройства, предназначенные для обработки сигналов, могут оперировать только цифровыми сигналами.

В настоящее время для защиты от несанкционированного доступа информации всё более часто используются биометрические системы идентификации. Используемые в этих системах характеристики являются неотъемлемыми качествами личности человека и поэтому не могут быть утерянными и подделанными.

К биометрическим системам защиты информации относятся системы идентификации:

- по отпечаткам пальцев;
- по характеристикам речи;
- по радужной оболочке глаза;
- по геометрии ладони рук;
- по изображению лица.

По изображению лица с помощью программ устанавливаются личность.

В последнее время создано достаточное количество методов сокрытия информации в цифровых изображениях и видео, что позволило провести их систематизацию. Общий принцип метода замены заключается в замене избыточной, малозначимой части изображения битами секретного сообщения. Для извлечения сообщения необходимо знать место, где была размещена передаваемая информация.

3. Заключение

Любая система компьютерной защиты информации не является полностью безопасной. Помехозащищённость, разведзащищённость, автономность (энергетическая эффективность), защищённость от ввода ложной информации (безопасность), контролируемость и управляемость. Таким образом преимущество применения сигналов и средств необходимо для построения и развёртывания мобильных, так и стационарных военных первичных сетей связи. С одной стороны, средств обеспечения безопасности никогда не бывает слишком много в том смысле, что защиту всегда можно тем или иным способом преодолеть. С другой стороны, чем сильнее защищают, тем больше возникает неудобств и ограничений, и в результате вместо чувства спокойствия информационная защита вызывает лишь раздражение и стремление от нее отмахнуться. Увеличение производительности вычислительной системы и ёмкости каналов связи позволяет злоумышленнику в более короткие сроки произвести вскрытие паролей и ключей доступа, организовать более сильное воздействие на узел информационной сети. Использование открытых каналов передачи информации облегчает возможность перехвата трафика. Поэтому идеальной и универсальной системы защиты информации не существует: здесь все слишком индивидуально, и вариант защиты, наиболее близкий к оптимальному, все время приходится подбирать заново.

4. Список литературы

- [1] Сергиенко, А. Б. Цифровая обработка сигналов / А. Б. Сергиенко. — СПб.: Питер, 2003. — 604 с.
- [2] Шаньгин, В. Ф. Информационная безопасность компьютерных систем и сетей: учеб. пособие / В. Ф. Шаньгин. — М.: Издат. дом «Форум»: Инфра-М, 2008.

METHODS AND MEANS OF DIGITAL DATA PROCESSING AND COMPUTER TECHNOLOGIES: THE INFORMATION AS AN OBJECT PROTECTION

Maksimovskaya N. I., Movchan E. V.

Scientific adviser: Afonin I. L., Maksimovskaya N. I.
Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — The construction of reliable protection includes assessment of information circulating in the computer system in order to clarify the degree of its confidentiality, analysis of potential threats to its security and establishment of the necessary regime of its protection.

ТЕПЛОВАЯ КАРТА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИЗМЕРЕНИЙ ГЛУБИНЫ АКВАТОРИИ

Никишин В. В., Дурманов М. А., Сизых Д. А.
 Научный руководитель: канд. техн. наук Никишин В. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: MADurmanov@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрен алгоритм построения тепловой карты для визуализации данных, получаемых с эхолота малогабаритного беспилотного надводного аппарата (БНА).

1. Введение

Тепловые карты (heatmap) позволяют графически представить данные из таблицы при помощи цвета.

Данные о глубине акватории удобно представлять с помощью тепловой карты, так как для ее построения нужны координаты точек (x и y) и третий параметр, который будет задавать глубину.

В данной работе ставится задача разработки алгоритма построения тепловой карты глубин заданной акватории, используя навигационную информацию и данные эхолота.

2. Основная часть

На сегодняшний день существует множество программ и сервисов построения тепловых карт, которые отображают, как правило, статистическую информацию, то есть визуализируется интенсивность или плотность объектов на карте. Например, к таким сервисам относится онлайн-сервис Heatmaptool, который может показать покрытие сотовой сети, плотность населения в стране и др. [1].

Для визуализации глубины водоема, имея координаты точек, в которых производится измерение глубины, и сами значения глубин, необходимо получить интерполированные значения глубины в других смежных точек. Для этой цели используется Метод взвешивания по обратному расстоянию (Inverse distance weighting) [2]. Этот метод заключается в присвоении значения неизвестным точкам, которые рассчитываются с помощью взвешенного среднего значения, доступного в известных точках.

Данные, получаемые с GPS модуля и эхолота, представляют собой строку с 4-мя параметрами: время, широта, долгота, глубина, измеренная эхолотом и имеют следующий формат:

```
22:29:57 44,6213799138811 33,5639297962189 0
22:30:00 44,6213417318729 33,5641658306122 1
22:30:02 44,6217464598828 33,5642302036285 1
```

Исходными данными для построения тепловой карты глубины являются:

- координаты точек и измеренные значения глубины в этих точках;
- координаты граничных точек исследуемого полигона, для формирования границ тепловой карты;
- цветовая гамма (диапазон и число цветовых оттенков).

Алгоритм построения тепловой карты включает в себя следующие действия:

1. Преобразование географических координат точек в координаты x и y декартовой системы координат.
2. Реализация Метода взвешивания по обратному расстоянию.

3. Формирование маски-слоя тепловой карты для нанесения на географическую карту местности.

4. Преобразование координат в декартовой системе координат к географическим координатам и наложение тепловой карты глубин на географическую карту местности.

Реализован алгоритм в ICP Visual Studio на языке C#. Для работы с картами используется библиотека GMAP NET, и картографические данные берутся с веб-сервисов Яндекс.Карт или OpenStreetMap.

Пример тепловой карты, построенной по шести точкам с произвольными весовыми коэффициентами, показан на рис. 1.



Рис. 1

3. Заключение

Реализация рассмотренного алгоритма построения тепловой карты глубин акватории позволяет визуализировать рельеф дна водоема с помощью батиметрической информации, снимаемой только в заданных точках.

4. Список литературы

- [1] Heatmaptool [Электронный ресурс] / Heatmaptool.com. — Режим доступа: <https://www.heatmaptool.com>.
- [2] Inverse Distance Weighting (IDW) Interpolation [Электронный ресурс] / Gis Geography. — Режим доступа: <https://gisgeography.com/inverse-distance-weighting-idw-interpolation>.

Исследование выполнено при финансовой поддержке внутреннего гранта ФГАОУ ВО "Севастопольский государственный университет" в рамках научного проекта № 516/06-31.

HEATMAP FOR WATER DEPTH VISUALIZATION

Nikishin V. V., Durmanov M. A.,
 Scientific adviser: Nikishin V. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — An algorithm of designing heatmap for visualizing echo sounder data of unmanned surface vehicle (USV) autopilot is considered.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ

Склярук В. Л., Брастовский Д. Д.
Научный руководитель: Склярук В. Л.

Черноморское высшее военно-морское училище имени П. С. Нахимова, Россия
E-mail: danja2806@gmail.com

Аннотация — В настоящее время биометрия является неотъемлемой частью мирового рынка информационных технологий. Она является удобным механизмом обеспечения защиты информации. В данной статье содержится обзор мирового рынка биометрических систем, анализируются преимущества и недостатки внедрения биометрических технологий в банковскую сферу.

1. Введение

В современном мире информационная безопасность с каждым днем сталкивается с новыми проблемами. На данный момент появилось огромное количество технологий, позволяющих украсть данные банковских карт пользователей это различные наклейки на терминалы, камеры установленные таким образом, чтобы подсмотреть пин-код, и различные устройства которые позволяют считать данные карт на ходу, просто пройдя в транспорте сквозь поток людей. От всех этих угроз может защитить биометрическая идентификация.

2. Основная часть

Мировой рынок биометрических систем на конец 2016 года (рис. 1) оценивался в 14,45 млрд. долл. США. Ожидается, что рынок биометрических технологий в последующие шесть лет будет возрастать ежегодно на 18,6%. К 2022г ожидается его рост до уровня 40,2 млрд. долл. США.



Рис. 1

Некоторое время назад биометрическая идентификация держателей банковских карт считалась фантастикой, сейчас же она стала привычной для жителей таких стран, как Бразилия и Индия, Польша и Саудовская Аравия.

В нашей стране пилотные проекты по интеграции биометрии в банкоматы и POS-терминалы реализует «Сбербанк России».

Следует отметить, что основная причина использования биометрических систем банками — очень высокая точность определения личности. Именно

человека, а не связанного с ним материального идентификатора, такого как смарт-карта, жетон, токен, которые могут быть утеряны или переданы другим лицам.

Важнейшим преимуществом аутентификации пользователей по биометрическим характеристикам (отпечаткам пальцев, геометрии руки, лицу, голосу, рисунку сетчатки глаза и т.п.) является неотделимость и крайняя сложность подделки этих характеристик от пользователя.

До недавнего времени широкому распространению аутентификации по биометрическим характеристикам в автоматизированных банковских системах препятствовала нерешенность следующих проблем:

— Биометрические характеристики сложно точно измерить, т.к. в них всегда присутствует определенная случайная составляющая.

— Биометрические характеристики могут изменяться со временем, что заставляет регулярно корректировать эталонный образ аутентифицирующей информации.

— Возможен отказ в доступе, связанный с кратковременным изменением биометрических характеристик.

3. Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что развитие биометрии позволит повысить точность идентификации клиентов, упростить процедуру проверки, верификации персональных данных. Рынок биометрических технологий в настоящее время активно растет. Поэтому большинство аналитиков считает, что биометрические данные как часть системы распознавания клиента банковских услуг в ближайшее время будут стремительно развиваться и в связи с этим значительно упростится борьба с мошенниками, которые обманом или с помощью технических средств получают данные карт пользователей.

4. Список литературы

- [1] Обзор международного рынка биометрических технологий и применений их в финансовом секторе [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.cbr.ru/content/document/file/36012/rev_bio.pdf.
- [2] Единая биометрическая система : доступ к новым сервисам безопасной цифровой России [Электронный ресурс]. Режим доступа: bio.rt.ru/documents/marketing/?SECTION_ID=191.

APPLICATION OF BIOMETRIC IDENTIFICATION TECHNOLOGY FOR BANK SPHERE

Sklyaruk V. L., Brastovskiy D. D.
Scientific adviser: Sklyaruk V. L.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — Currently, biometrics is an integral part of the world market of information technologies. It is a convenient mechanism for ensuring the protection of information. This article provides an overview of the world market of biometric systems, analyzes the advantages and disadvantages of the introduction of biometric technologies in the banking sector.



Секция 11

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

СОВРЕМЕННЫЙ ТЕЛЕГРАФ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

Иванов М. В.¹, Андриянов Н. А.^{1,2}

¹Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации
Б. П. Бугаева, Россия

²Ульяновский государственный технический университет, Россия
E-mail: nikita-and-nov@mail.ru

Аннотация — В работе представлены сведения о развитии телеграфа и его современном состоянии.

1. Введение

Телеграф (в современном значении) — устройство для передачи сигнала по проводам, радио или другим каналам. Передачу информации телеграфным способом называют телеграфией. В современном мире телеграф почти вышел из обихода использования, но в России, государственные службы работают с телеграфом до сих пор. Иногда телеграммы используют для отправки повесток в суд, для денежных переводов, даже для поздравлений. Сами телеграфные сети в основном демонтированы, поэтому сообщения передают по современным каналам связи. В некоторых странах полностью отказались от использования телеграфа, например, в Индии в 2004 году, а в Нидерландах в 2006 году [1].

2. Основная часть

В 1792 году во Франции Клод Шапп создал устройство для передачи информации при помощи светового потока. Оно называется «оптический телеграф». В простом виде это была цепь типовых строений, расположенных в пределах видимости друг друга (примерно 30 км). Ими управляли операторы, которые передавали сообщения с помощью световых сигналов, где каждая фигура соответствовала определенной букве алфавита. Но это было дорого, и пришлось создавать наиболее дешевый вид связи, что привело к появлению электромагнитного телеграфа. Первый электромагнитный телеграф создал русский учёный Павел Львович Шиллинг в 1832 году. Павел Шиллинг также разработал специальный код, в котором каждой букве алфавита соответствовала определённая комбинация символов, что проявлялось чёрными и белыми кружками на телеграфном аппарате.

В США Сэмюэлем Морзе в 1840 году также был создан телеграфный аппарат. Телеграфные аппараты Шиллинга относятся к электромагнитным аппаратам стрелочного типа, а аппарат Морзе являлся электромеханическим. Большой заслугой Морзе является изобретение телеграфного специального кода, где буквы алфавита были представлены комбинацией коротких и длинных сигналов — «точек» и «тире» (код Морзе).

Сегодня скорость передачи информации головкружительна. Но очень часто нам требуется подтверждение ее достоверности. Поэтому до сих пор старые добрые и доказавшие свою надежность телеграммы остаются востребованными. Ведь адресат получает именно то сообщение, которое отсылал отправитель. К тому же, телеграфная сеть обеспечивает конфиденциальность информации и защищает ее от несанкционированного доступа. На самом деле, полного аналога действующей и проверенной временем услуге по отправке телеграмм сейчас просто не существует, ведь это — единственный вид документальной электросвязи. Телеграммы прини-

мает любая третья сторона — суды, нотариусы, госорганы... Поэтому в основном послания через телеграф сегодня используют в служебных целях. Соотношение потребителей этой услуги между физическими и юридическими лицами давно устоялось в пользу последних: 92 процента против восьми. В отношении юридических лиц нет, пожалуй, ни одной сферы деятельности, в которой не использовалась бы телеграмма. В общем объеме таких посланий, отправляемых за месяц — а это около 100 тысяч штук — более 60 процентов приходится на долю бюджетных организаций. Соответственно, на долю бизнеса — банков, страховых, логистических и сетевых торговых компаний — приходится оставшиеся 40 процентов общего трафика.

И в будущем телеграмма как услуга останется, полагают эксперты, но она просто станет другой. Например, скоро можно будет отправить телеграмму через электронный портал, доставляться в этом случае телеграмма будет на электронную почту либо в личный кабинет.

Также можно отметить, что телеграфная связь остается в России одним из основных видов резервной служебной связи. В таких организациях как Банк России и МВД РФ. Также телеграфная связь постоянно модернизируется. И эксперты делают прогнозы, что телеграфная связь будет только модернизироваться, но уже с применением современных каналов связи.

3. Заключение

Внедрение телеграфии в мировом масштабе изменило подход к сбору информации для новостных репортажей, сообщений. Сообщения и информация теперь распространялись далеко и широко и телеграф потребовал введения языка «свободного от локальных региональных и нелитературных аспектов», что привело к развитию и стандартизации мирового медиа-языка. Создание азбук для передачи сообщений и т.п.

4. Список литературы

- [1] Книга «Телеграф и телефон» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://history.wikireading.ru/415951>.
- [2] Андриянов, Н. А. Обнаружение и различение сигналов, моделируемых авторегрессиями с изменяющимися свойствами / Н. А. Андриянов, Ю. Н. Гаврилина // 28-я Междунар. крымская конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2018) : матер. конф. — Севастополь, 2018. — С. 356 — 360.

MODERN TELEGRAPH AND DEVELOPMENT TRENDS

Ivanov M. V.¹, Andriyanov N. A.^{1,2}

¹Ulyanovsk Civil Aviation Institute, Russia

²Ulyanovsk State Technical University, Russia

Abstract — The paper presents the information about the development of the telegraph and its current state.

РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ВТОРОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ

Гончар А. В., Бондарева М. А.

Научный руководитель: Гончар А. В.

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

E-mail: chvvtmy_3@mil.ru

Аннотация — В данной статье рассматриваются радиолокационные системы, получившие свое развитие в годы Второй мировой войны и применяемые в проводимых операциях разных стран на суше, воде и воздухе

1. Введение

Радиолокационная станция (РЛС) — система для обнаружения воздушных, морских и наземных объектов, служащая для определения их дальности, скорости и габаритов. Основой радиолокации является способность радиоволн отражаться от предметов. Радары классифицируются по назначению (РЛС обнаружения, управления и слежения), по характеру носителя (наземные, корабельные и авиационные РЛС), а также первичные и вторичные радиолокаторы. Первичный (пассивный) радиолокатор служит для обнаружения целей. Вторичная радиолокация используется для опознавания в авиации

2. Основная часть

В 1904 г. был изобретен прибор, фиксирующий отражения радиоволн, а уже в 1934 — 1935 гг. появились первые экспериментальные РЛС обнаружения самолетов. С 1940 г. радарное оборудование начало массово выпускаться в Германии, Великобритании, СССР, США и Японии.

В 1930-ых годах Великобритания начинает массово устанавливать на военные корабли станции для обнаружения самолетов, и уже в 1937 году создана сеть радиолокационного обнаружения «Chain Home» вдоль побережья Ла-Манша, состоявшую из 20 станций, обнаруживающих самолет на расстоянии до 350 км. Со временем РЛС стали использоваться для отражения бомбардировщиков. Благодаря РЛС британской системе ПВО удалось победить в воздушной войне с Германией в начале войны.

В 1935 г. немецкая компания «GEMA» создала первый прибор радиообнаружения, а с 1937 г. радары начали устанавливать на военных кораблях. Германия, в соответствии с планом «молниеносной войны», развивала РЛС для боевых операций на море, мало развивая системы ПВО. Уже к середине войны радары по многим параметрам стали уступать РЛС союзников.

В 1940 г. в США на вооружение поступают первые радары дальнего обнаружения. В американском флоте к 1945 году были разработаны и приняты на вооружение более двух десятков РЛС. США одерживало лидерство в разработке радаров корабельного и авиационного базирования.

Развитие радиолокации в Японии шло довольно медленно. Первый локатор дальнего обнаружения «Type 11» был создан всего за несколько дней до вступления в войну, в ноябре 1941 года. В ходе войны развитие японских радаров отставало от других стран на 3 — 4 года. Японские РЛС были в основном скопированы с немецких, английских и американских разработок.



Рис. 1

С первых дней войны действовала экспериментальная станция дальнего обнаружения с дальностью действия до 200 км

Научные и конструкторские работы по радиолокации в СССР не отставали от зарубежных, а вот возможности промышленности оказались скромнее. На вооружение в СССР радиолокационные станции были приняты в 1939 году и впервые применены для дальнего обнаружения самолетов в июне 1941 г. при отражении налетов германских бомбардировщиков на Москву. В 1942 г. на вооружение поступили первые авиационные радары для самолетов «Пе-2». Лишь с 1943 г. в системе ПВО стало применяться наведение истребительной авиации станциями РЛС.

3. Заключение

Вторая мировая война в полной мере позволила продемонстрировать радиолокационные возможности разных стран, только в годы войны было выпущено около 150 тысяч РЛС различных типов и назначения.

WORLD WAR II RADAR SESTEMS

Bondareva M. A, Gonchar A. V.

Scientific adviser: Gonchar A. V.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — The article discusses radar systems, which received its development during the Second World War and applied in the ongoing operations of different countries on land, water and air.

ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МЕЖПЛАНЕТНЫМИ ПОЛЁТАМИ. К 60-ЛЕТИЮ ЗАПУСКА ПЕРВОЙ МЕЖПЛАНЕТНОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ «ЛУНА»

Смаилов С. Ф., Коржуков В. В., Кузьменко А. И., Поляков А. Л.

Научный руководитель: канд. техн. наук Поляков А. Л.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: AL_Polykov@inbox.ru

Аннотация — Освоение космического пространства было бы невозможным без применения средств радиосвязи, управления, передачи данных и т. д. С момента запуска первого искусственного спутника Земли радиотехнические средства постоянно совершенствовались и сегодня это современнейший наземный автоматизированный комплекс управления (НАКУ). Новый толчок развитию радиотехнических систем в свое время дал запуск первых межпланетных автоматических станций «Луна-1», «Луна-2», «Луна-3». В этом году исполняется ровно 60 лет этому историческому событию.

1. Введение

Четвертого октября 1957 г в нашей стране был запущен первый в мире искусственный спутник Земли. Вскоре была начата программа полетов первых в мире космических аппаратов на Луну. Ракеты, пригодные для этой цели, уже были, а средства измерения и контроля траектории их полета на расстояниях десятки и сотни тысяч километров еще не были созданы. Оптические наблюдения не обеспечивали надежности, в первую очередь, из-за погодных условий. Соответствующие поставленной задаче радиотехнические средства еще не были созданы. ФИАНу была поручена важная и необычайно сложная задача оперативного измерения траекторий полета космических аппаратов, направляемых на Луну.

Создание измерительного комплекса должно было быть завершено в очень сжатые сроки. Работу, получившую шифр "ВСП" (весьма срочная работа), выполнял большой коллектив радиоастрономов ПРАО ФИАН под руководством В.В. Виткевича. Р.Л. Сороченко обеспечивал подготовку антенн, В.А. Удальцов — создание радиоприемной аппаратуры, Л.И. Матвеев — создание радиоинтерферометра. А.Д. Кузьмин занимался идеологией функционирования системы и обработки результатов измерений.

Работа контролировалась непосредственно "Главным теоретиком" — руководителем программы космических исследований, Президентом АН СССР М.В. Келдышем и "Главным конструктором" космической техники С.П. Королевым [1].

2. Основная часть

Измерительный комплекс создавался на основе радиоинтерферометров, используемых в радиоастрономии, дающих возможность получить необходимую точность измерений. Были использованы две имеющиеся в Крымской экспедиции ФИАН большие антенны 22x11 метров, разнесенные для повышения углового разрешения на расстояние 176 метров в направлении восток-запад (рис. 1, рис. 3). Измерения производились на частоте бортового передатчика космического аппарата. На рис. 1 РЛС В-3 в пос. Кацивели.



Рис. 1

183,6 МГц, соответствующей длине волны 1,63 м [2]. Для разделения изменений интенсивности сигнала, обусловленных изменением направления на космический аппарат и изменением интенсивности излучения самого космического аппарата, был специально разработан и создан радиоинтерферометр с фазовой модуляцией.

Принципиально сложным элементом создания измерительного комплекса оказалась юстировка антенных систем. В технике антенных измерений юстировка производится по эталонному источнику радиоизлучения, в качестве которого используется калиброванный генератор радиоволн, при этом эталонный генератор должен быть удален от антенны на расстояние не меньше $2D^2 / L$, где D — размер антенны и L — рабочая длина волны, а координаты его местоположения точно известны. Для антенной системы с расстоянием между составляющими ее антеннами 176 м, работающей на волне 1,63 м, калибровочные генераторы должны быть удалены от антенны на расстояние не менее 40 км. Для того, чтобы этот генератор был виден из-за горизонта, его необходимо поднять на высоту нескольких сотен метров.

В предверии дня космонавтики Роскосмос рассекретил «Эскизный проект системы радиоконтроля орбиты объекта «Е-1». На рис. 2 представлены выдержки из этого документа. Для наглядности они представлены в натуральном виде [3].

Для наблюдения за полетом станции «Луна», измерения параметров ее орбиты и приема с борта данных научных измерений был использован большой комплекс измерительных средств, расположенных по всей территории Советского Союза.

В состав измерительного комплекса входили: группа автоматизированных радиолокационных средств, предназначенных для точного определения элементов начального участка орбиты; группа радиотелеметрических станций для регистрации научной информации, передаваемой с. На рис. 2 представлена выдержка из эскизного проекта «Е-1».

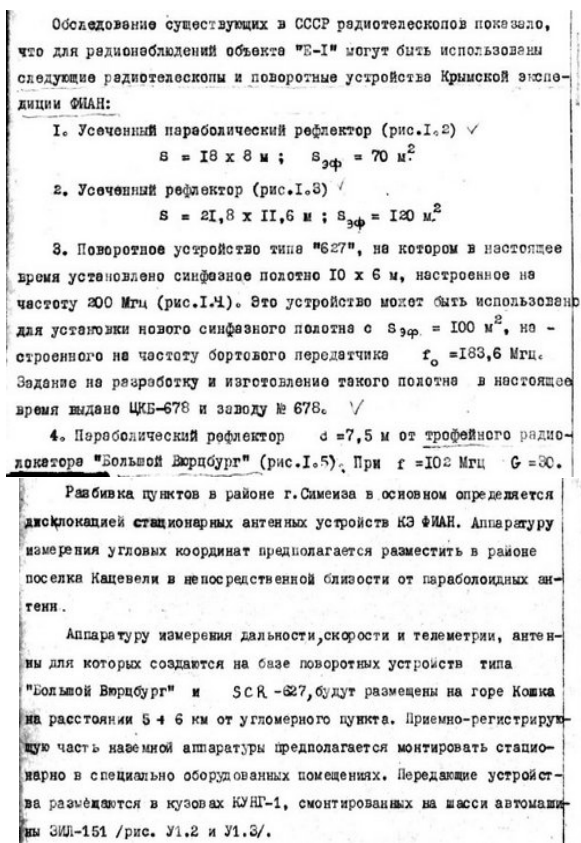


Рис. 2

борта космической ракеты; радиотехническая система контроля элементов траектории ракеты на больших удалениях от Земли; радиотехнические станции, используемые для приема сигналов на частотах 19,997, 19,995 и 19,993 МГц. На рис. 3 представлена РЛС SRC – 627 в Семеизе.

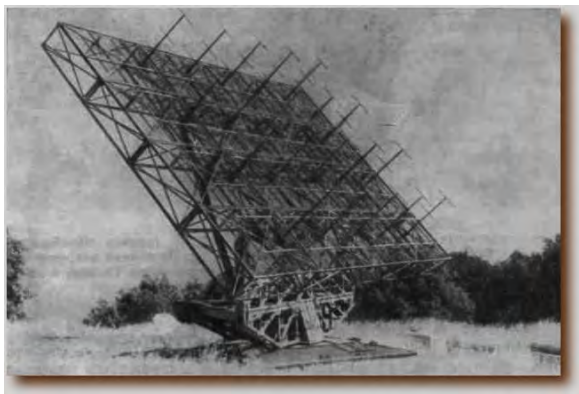


Рис. 3

Автоматизированные радиолокационные станции использовались для оперативного определения начальных условий движения космической ракеты, выдачи долгосрочного прогноза о движении ракеты и данных целеуказаний всем измерительным и наблюдательным средствам.

Телеметрические наземные станции производили прием научной информации с борта космической ракеты и ее регистрацию на фотопленках и магнитных лентах. Для обеспечения большой дальности приема радиосигналов были применены высокочувствительные приемники и специальные антенны с большой эффективной площадью.

Приемные радиотехнические станции, работающие на частотах 19,997, 19,995, 19,993 МГц, осуществляли прием радиосигналов с космической ракеты и регистрацию этих сигналов на магнитных пленках.

Изменением вида манипуляции передатчика, работающего на двух частотах 19,997 и 19,995 МГц, передавались данные о космических лучах. По каналу передатчика, излучающего на частоте 19,993 МГц, путем изменения длительности интервала между телеграфными посылками передавалась основная научная информация.

Контроль орбиты космической ракеты вплоть до расстояний 400 — 500 тысяч километров и измерение элементов ее траектории производились с помощью специальной радиотехнической системы, работающей на частоте 183,6 МГц.

3. Заключение

Применение комплекса измерительных средств позволило получить ценные данные научных наблюдений и надежно контролировать, и прогнозировать движение ракеты в космическом пространстве.

Богатый материал траекторных измерений, выполненных при полете первой советской космической ракеты будут иметь большое значение при запусках последующих космических ракет.

4. Список литературы

- [1] Черток, Б.Е. Ракеты и люди. Лунная гонка / Б. Е. Черток. — М.: Машиностроение, 2002. — 576 с.
- [2] Богатов, Г.Б. Как было получено изображение обратной стороны Луны / Г.Б. Богатов. — М.: Госэнергоиздат, 1961 — 64 с.
- [3] Временный НИП - 41Е (в структуре НИП-10) Крым, г. Кошка близ Семеиза [Электронный ресурс]. — Режим доступа: www.kik.sssr.ru/41E_Simeiz.htm.

USING OF RADIO ENGINEERING FACILITIES FOR INTERPLANETARY FLIGHTS MANAGEMENT. FOR THE 60TH ANNIVERSARY OF LAUNCHING FIRST INTERPLANETARY AUTOMATIC STATION "LUNA"

Smailov S. F., Korzhukov V. V., Kuzmenko A. I.,
Polyakov A. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The familiarization of outer space would have been impossible without using of radio communications, control, data transmission, etc. Since the launching of the first artificial Earth satellite, radio engineering equipment has been constantly improved and today it is the most up-to-date ground-based automated control system (GACS). Launching of the first interplanetary automatic stations "Luna-1", "Luna-2", "Luna-3" gave new ways to the development of radio systems. This year is the 60th anniversary of this historic event.

ШИРОКОВ ИГОРЬ БОРИСОВИЧ — К 60-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ

Тыщук Ю. Н., Сыпалова А. С.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: y.tyschuk@gmail.com

Аннотация — Настоящая публикация посвящена научному становлению и оценке личного вклада в развитие радиоэлектроники, инфокоммуникационных и образовательных технологий в Севастопольском государственном университете профессора кафедры «Электронная техника», доктора технических наук, профессора Широкова Игоря Борисовича в период с 1976 года по настоящее время.

1. Введение

Широков И. Б. родился 25 июля 1959 года в городе Севастополе. В 1976 году поступил в Севастопольский приборостроительный институт (СПИ) на радиотехнический факультет, который окончил с отличием в 1981 году.

В 1981 поступил в аспирантуру с отрывом от производства на кафедру радиотехнических систем СПИ по специальности 05.11.08 — «Радиоизмерительные приборы»; научный руководитель — д.ф.м.н., профессор, Лобкова Л.М. Кандидатскую диссертацию защитил в 1984 году.

Докторскую диссертацию защитил в 2014 по специальности 05.12.17 — «Радиотехнические и телевизионные системы».



2. Основная часть

Работа

1979 — 1981, инженер отдела физических полей, Морской гидрофизический институт Академии Наук УССР. Разработка узлов буев нейтральной плавучести. Разработан и изготовлен встраиваемый приемник навигационной системы «Омега»;

1981 — 1984, аспирант кафедры радиотехнических систем, младший научный сотрудник, Севастопольский приборостроительный институт, СССР. Исследования в области статистических особенностей антенн. Исследованы статистические особенности антенн, размещенных на плавучих системах сбора данных на морской поверхности;

1985 — 1990, ассистент кафедры радиотехнических систем, Севастопольский приборостроительный институт, СССР;

1991 — 2013, доцент кафедры радиотехники и телекоммуникаций, Севастопольского национального технического университета, Украина;

2014 — 2015, профессор кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» Севастопольского государственного университета, Россия

2015 — н.в. профессор кафедры «Электронная техника» Севастопольского государственного университета, Россия

2017 — н.в. генеральный директор НПФ ООО «Генезис-Таврида»

2018 — н.в. профессор кафедры Радиотехнических систем ЧВВМУ им. П.С.Нахимова

Участие в профессиональных общественных организациях

С 2007, член международной организации *Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)*, США

С 2012, *Senior Member IEEE*, США

2007, член международной организации *Antennas Measurements Technical Association (AMTA)*, США

2008, член международной организации *International Union of Radio Science (URSI)*, Бельгия

2009, член международной организации *Veiband Deutscher Electrotechniker, (VDE)*, Германия

С 2014, член российского научно-технического общества радиотехники, электроники и связи им. А.С.Попова

С 2016, действительный член Академии проблем качества.

Преподавание

Цифровые устройства и микропроцессоры

Микроконтроллеры в радиоэлектронных системах

Системы мобильной радиосвязи

Моделирование в электронике

Аналоговая схемотехника

Научные интересы

Антенны и микроволновое распространение; Поиск людей под завалами в шахтах; Системы связи; Навигационные системы; Радиолокационные системы; Дистанционное зондирование; Контроллеры технологического оборудования; Датчики технологического оборудования; Ультразвуковая техника; Преобразовательные устройства силовой электроники; Энергосберегающие технологии; Светодиодная техника.

Публикации

Более 570 научных и методических публикаций (разделы 3-х монографий, 84 статьи в журналах, более 100 патентов (авторских свидетельств) и заявок на изобретение). По базе данных *IEEE* индексируется более 100 работ. По базе данных *SCOPUS* индексируется 117 работ, индекс цитирования (Хирша) — 7. По базе данных РИНЦ индексируется 220 работ.

Детали трудовой деятельности

Активный ученый, руководитель, инженер

Более 20 проектов с внешним финансированием по прикладной тематике. Более 120 разработанных и выполненных технических проектов. Некоторые из выполненных проектов детализированы в портфолио:

<https://www.dropbox.com/s/hdlx2qota3f1u83/shirokovsP.D.ppt?dl=0>

Некоторые из больших компаний, по заказу которых были выполнены проекты: «Таврида-электрик», Севастополь; «КБ коммутационной аппаратуры», Севастополь; «Агрегат», Ялта; «Селма», Симферополь; «Крипто», Желтые воды; «Укртелеком», Севастополь; «Элар», Киев; «Теле-Информ-Крым», Сим-

ферополь; «Сигма», Днепропетровск; «Мортехстрой», Севастополь; «Красный металлист», Конотоп; «Экохимтех», Москва; ИТСТ «Трансмаг» НАН Украины, Днепропетровск; «Севастопольский аквариум», Севастополь, «Миасский машиностроительный завод», Миасс, «Рязанский радиозавод», Рязань.

Выполнена работа для компании *Omron*, Япония.

Руководитель научно-исследовательской хозяйственной НИР №1550 «Разработка методов контроля содержания влаги в многокомпонентной смеси, загружаемой в смесительную камеру технологической линии производства кирпича», 2005 г., № ГР 0105U004340.

Руководитель научно-исследовательской хозяйственной НИР «Разработка блока питания светодиодного светильника», 2016.

Руководитель научно-исследовательских работ по Базовой части государственного задания РФ

— госбюджетная НИР «Разработка радиоэлектронной части системы автоматического причаливания» №3961, Севастополь, 2016 г.

— госбюджетная НИР «Исследование принципов построения радиоэлектронной системы автоматического причаливания роботизированного судна», № 5.6208.2017/БЧ, Севастополь, 2017-2019 гг.

Ведущий исследователь в госбюджетных и хозяйственных НИР:

— госбюджетная НИР №1.1.1.4 «Оптимизация характеристик антенных систем океанографических радиотехнических комплексов», 1988, № ГР 01860008067;

— госбюджетная НИР № 1.5.6.7 «Изучение особенностей распространения радиоволн над морем, в равнинной и горной местности», 1990 г., № ГР 01860124734;

— хозяйственная НИР № 1538 «Разработка измерительного комплекса для мониторинга тепловых процессов силовых трансформаторов», 2002, № ГР 0101U001941;

— хозяйственная НИР №1543 «Исследование методов микроволнового измерения параметров движения деталей коммутационных устройств и разработка структурной схемы прибора для бесконтактного определения этих параметров», 2003, № ГР 0102U004845;

— госбюджетная НИР «Преобразователь» «Микроволновые преобразователи и средства контроля параметров радиотехнических систем, технологических процессов и материалов», 2008 г., № ГР 0105U007565;

— НИР по гранту Int. Sci. Tech. Center № G-1376 «Development and application of electromagnetic waves propagation in a turbulent anisotropic absorptive medium» Project of, Moscow-Tbilisi, 2009;

— хозяйственная НИР № 1566 «Разработка системы газовой резки с числовым программным управлением», 2009, № ГР 0109U004628;

— госбюджетная НИР «Микран» «Разработка методов построения радиометрических анализаторов параметров электрических цепей и технологических процессов», 2011, № ГР 0109U001701;

— госбюджетная НИР «Метеор» «Исследования амплитудно-фазовых флуктуаций микроволновых электромагнитных полей в нижних слоях атмосферы и методов дистанционного зондирования», 2014, № ГР 0112U001247;

— госбюджетная НИР «Разработка принципов построения системы радиочастотной идентификации с локализацией объектов» по базовой части государственного задания РФ. № ГР 115041610026

Награды, поощрения, гранты

Лауреат Научно-технического творчества молодежи СССР, 1987.

Свидетельство участника ВДНХ УССР, 1987.

Золотые медали и Дипломы Международного салона изобретений и современных технологий «Новое время», Севастополь, 2006, 2019.

Бронзовая медаль и Диплом Международного салона изобретений «Архимед», 2019.

Сертификат финалиста конкурса технологических проектов, организованным АО «Вертолеты России», участник салона «МАКС-2019» и выставки «Армия-2019».

Грамота Министерства обороны РФ совместно с Фондом перспективных исследований за высокие показатели в конкурсе идей (индивидуальных работ), 2018.

Грамота Министра образования Украины, 2008

Грамоты Ректора Севастопольского национального технического университета, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014.

Грант #G-1376 Международного научно-технологического центра (CIST), 2009.

Грант № 2200ГС1/37052 Фонда содействия инновациям, 2017.

Гранты конференций:

— *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium* (2006, США; 2007, Испания; 2010, США; 2013, Австралия);

— *IEEE European Conference on Antennas and Propagation* (2006, Франция; 2007, Великобритания);

— *Workshop on Tracking, Telemetry and Command Systems for Ground and Space Applications, European Space Technology Centre* (2007, Германия; 2010, Нидерланды);

— *XXIX General Assembly of the International Union of Radio Science (URSI)* (2008, США);

— *IEEE Antennas and Propagation Society & CNC/USNC/URSI Symposium, Raj Mittra Travel Grant* (2010, Канада);

— *IEEE Asia-Pacific Microwave Conference* (2010, Япония).

Грант международного соревнования *1st EVAAL Competition «Evaluating AAL Systems through Competitive Benchmarking» Special theme on Indoor Localization and Tracking* (2011, Испания-Италия).

Научные интересы последних лет

Безопасность в горнодобывающей промышленности

Автор идеи и метода поиска людей под завалами в шахтах. Главный проектировщик оборудования для поиска людей под завалами в шахтах. Работа была поддержана ООО «Красный металлист», Конотоп. Проект оборудования для поиска людей под завалами в шахтах находится в конечной стадии разработки. Метод и оборудование позволяют обнаружить человека с маяком под/за завалами горной породы на расстоянии до 100 м и определить местонахождение человека с точностью 2 м на расстоянии до 50 м. Этот метод был опробован в учебной шахте МЧС Украины, Донецк. Метод и аппаратура позволяют обнаружить человека в снежных лавинах и под водой.

Подход к проблеме хорошо изучен и опубликован в журналах, поддержан многочисленными патентами, широко обсуждался на международных конференциях. Приблизительно 50 публикаций, посвященных упомянутой проблеме. Получено 20 патентов в этой области. Большое количество публикаций связано с упомянутой темой косвенно.



Распространение радиоволн и телекоммуникации

Разработан уникальный метод измерений колебаний амплитуды и прогрессии фазы так же как угла прихода при микроволновом распространении в открытом канале связи. Этот метод поддержан рядом патентов. Главное преимущество этого метода состоит в возможности измерения изменений "электрической длины" (прогрессия фазы) микроволновой линии связи в зависимости от состояния нижнего слоя атмосферы и поверхности. Были осуществлены предварительные экспериментальные исследования. Результаты этих предварительных исследований широко обсуждены в печати. Эти прямые электрические измерения в канале коммуникации позволяют решать главную задачу любой телекоммуникационной системы: увеличение пропускной способности канала связи.

Измерение содержания воды многокомпонентных смесях и водно-топливных эмульсиях

Развиты работы и изготовлены измерители содержания воды в смесях песка/цемента и в водно-топливных эмульсиях. Точность определения содержания воды достигла 0.5 % и лучше. Работы были поддержаны ЧП «Агрегат», Ялта; ООО «Крипто», Желтые воды; «Экохимтек», Москва, Фондом содействия инновациям, Москва. Работы поддержаны рядом патентов и широко освещены в печати.

Позиционирование объектов на контролируемой территории

Разработан метод и оборудование. Оборудование позволяет контролировать перемещение пациентов в медицинских, пенитенциарных учреждениях, отслеживать перемещение людей в шахтах, позиционировать автомобили на парковках, позиционировать технологическое оборудование на производственных площадках.

Разработан метод автоматического причаливания судна, летательного и космического аппаратов, пилотируемого и беспилотного (БПЛА).

Работы поддержаны рядом патентов. Изданы за рубежом разделы монографий.

В настоящее время прорабатывается идея позиционирования подводных объектов (АНПА) с высокой точностью в локальной навигационной системе ближнего радиуса действия.

Разрабатывается система беспроводной подзарядки аккумуляторных батарей БПЛА.

Разрабатывается бессальниковый, безосевой, бесколлекторный комбинированный двигатель-винт для АНПА.

Светодиодная техника

Разработан и изготовлен ряд светильников на светодиодах. Уникальные светильники со световой температурой 10000-15000 К установлены в Севастопольском аквариуме. Разработан блок питания для светодиодного светильника с возможностью дистанционного управления и мониторинга. Разработан адаптивный светодиодный светильник для ЖКХ. Разрабатывается система интеллектуального освещения улиц и дорог. Работы поддержаны рядом патентов.

Прорабатываются вопросы в рамках Национальных технологических инициатив *EnergyNet*, *MariNet* и др.

Активная работа с молодежью

2 защищенных кандидата наук, 1 аспирант готовит диссертацию к защите, 1 аспирант работает над диссертацией, 1 студент направлен в г. Дурбан, ЮАР, где закончил аспирантуру и защитил *PhD* диссертацию. 5 — 10 студентов выпускается каждый год. Руководитель и соавтор более 100 работ на молодежных конференциях. Студенты и аспиранты — соавторы приблизительно в 150 работах и патентах.



3. Заключение

Доклад будет способствовать популяризации деятельности преподавателей и ученых Института радиоэлектроники и информационной безопасности ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет, кафедры «Электронная техника».

SHIROKOV IGOR BORISOVICH – TO THE 60TH BIRTHDAY ANNIVERSARY

Tyschuk Yu. N., Sypalova A.S.
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 professor of department "Electronic equipment", Doctor of Technical Sciences, Professor Shirokov Borisovich from 1976 to the present time.

УЧЕНИК А.С. ПОПОВА, ПЕРВЫЙ НАЧАЛЬНИК СЛУЖБЫ СВЯЗИ ЧЕРНОМОРСКОГО ФЛОТА ВЯЧЕСЛАВ НИКАНОРОВИЧ КЕДРИН (к 150-летию со дня рождения)

Ермолов П. П., Кулаковская Е. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ермолов П. П.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: p.p.yermolov@mail.ru

Аннотация — В. Н. Кедрин (1869 — 1951) — ученик и сподвижник А. С. Попова. В докладе отмечено противоречие в дате рождения Кедрина, имеющее место в одной из посвященных ему публикаций.

1. Введение

Вячеслав Никанорович Кедрин (1869, Петербург — 1951, Санта-Барбара, Калифорния, США) — ученик (в 1897—1898 гг.) и сподвижник А. С. Попова. По окончании Минного офицерского класса в сентябре 1898 г. был произведен в лейтенанты и направлен на Черноморский флот. В. Н. Кедрин принимал участие во всех испытаниях, проводимых на Черноморском флоте под руководством А. С. Попова в 1899 и 1901 гг. и Н. Д. Пильчикова в 1903 г. [1].

В настоящем докладе отмечено противоречие в дате рождения Кедрина, имеющее место в одной из посвященных ему публикаций.¹

2. Основная часть

По инициативе Кедрина были организованы оригинальные опыты по беспроволочному телеграфированию с пароходами Русского общества пароходства и торговли (РОПиТ), совершавшими еженедельные рейсы из Севастополя в Константинополь. Информация об этих опытах, дошедшая до Петербурга, вызвала большой интерес у А. С. Попова, обратившегося в Морской технический комитет с ходатайством об откомандировании Кедрина в столицу для проведения необходимых консультаций. Отмечая возможность получения в ходе опытов ценных результатов по предельной дальности радиосвязи, Попов старался привлечь к ним внимание морского командования.

В первые годы внедрения беспроволочного телеграфа на флоте Кедрин вел активную разъяснительную и пропагандистскую работу. Перед флотской общественностью в Морском собрании Севастополя он выступал с докладами, посвященными состоянию перспективам развития беспроволочной телеграфии. О высоком авторитете Кедрина свидетельствуют, в частности, такие факты, как привлечение его вместе с А. С. Поповым в начале 1903 г. в качестве эксперта объединенной комиссии Минного отдела Морского технического комитета и Ученого отдела Главного морского штаба для выработки «проекта мероприятий для правильной постановки беспроволочного телеграфирования во флоте», а летом того же года (как представителя Морского ведомства) при формировании делегации от России при поездке на Международную конференцию по радиотелеграфному делу в Берлин (по не зависящим от Кедрина причинам его поездка не состоялась).

В большом очерке, посвященном Кедрину [2], хорошо представлена его деятельность в области раз-

вития радиосвязи и радиопеленгации на Черноморском флоте в период с 1899 по 1917 гг.

Авторы [2] отмечают: «Судя по всему, происшедшую в феврале 1917 г. революцию и последовавшие за ней события Кедрин не принял... летом, сославшись на нездоровье, он обратился к командующему Черноморским флотом вице-адмиралу А. В. Колчаку с прошением об освобождении его от должности начальника службы связи. Не сразу, но его прошение было удовлетворено».

Служба Вячеслава Никаноровича Кедрина была отмечена орденами Св. Станислава 3-й ст. (1901), Св. Анны 3-й ст. (1906), Св. Станислава 2-й ст. (1910), Св. Владимира 4-й ст. (1910), Св. Анны 2-й ст. (1913) с мечами к нему (1916), многими медалями, а также иностранными наградами: французским орденом Почетного легиона и турецким — Меджидие 4-й ст. (1897) [2].

В 1919—1920 гг. имя В. Н. Кедрина фигурирует в документах в качестве начальника Службы связи Тихого океана [2]. Оттуда он, вероятнее всего, эмигрирует в США, где и заканчивает свой жизненный путь на 84-м году жизни.

На сайте www.geni.com датой рождения Кедрина указан 1870 г., что противоречит всем имеющимся в распоряжении авторов источникам.

3. Заключение

Материал доклада будет способствовать формированию у будущих специалистов такой компетенции, как способность осуществлять свою деятельность на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории науки и техники.

4. Список литературы

- [1] Ермолов, П. П. История развития радиотехнологий в Крыму (1899—1920 гг.). Ч. 1 / П. П. Ермолов // Дослідження з історії техніки : зб. наукових праць ; за ред. Ільченка М. Ю. — Киев : НТУУ «КПІ», 2012. — Вип. 15. — С. 6 — 23.
- [2] Биккенин, Р. Р. В. Н. Кедрин — первый начальник Службы связи Черного моря // Р. Р. Биккенин, А. А. Глушенко, М. А. Партала // Очерки о связистах российского флота ; под ред. Кононова Ю. М. — СПб., 1998. — С. 91 — 120.

PUPIL OF A.S. POPOV, FIRST HEAD OF THE COMMUNICATION SERVICE OF THE BLACK SEA FLEET VYACHESLAV N. KEDRIN (to the 150th anniversary of the birth)

Kulakovskaya Ye. V., Yermolov P. P.

Scientific adviser: Yermolov P. P.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — V. N. Kedrin (1869—1951) is a pupil and associate of A. S. Popov. The report noted a contradiction in the date of birth Kedrin, taking place in one of the publications dedicated to him.

¹ Вячеслав Никанорович Кедрин, капитан I ранга. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.geni.com/people/> (дата обращения: 22.06.2019).

РАЗРАБОТЧИК ОСНОВ МОБИЛЬНОЙ ТЕЛЕФОНИИ ЛЕОНИД ИВАНОВИЧ КУПРИЯНОВИЧ (к 90-летию со дня рождения)

Ермолов П. П., Кулаковская Е. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ермолов П. П.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: p.p.yermolov@mail.ru

Аннотация — Л. И. Куприянович (1829—1994) — советский радиоинженер и популяризатор радиотехники, создатель носимого дуплексного переносного радиотелефона. В докладе предложено введение эпонима «радиотелефон Куприяновича».

1. Введение

Леонид Иванович Куприянович в 1953 году окончил МВТУ им. Н. Э. Баумана по специальности «Радиоэлектроника». Работал в оборонном НИИ, защитил кандидатскую диссертацию. Со второй половины 60-х годов Л. И. Куприянович меняет место работы и занимается созданием медицинской техники. Создает прибор «Ритмосон», который управляет режимами сна и бодрствования человека, публикует научные работы по улучшению памяти и гипнопедии. Но Куприянович наиболее известен как разработчик основ мобильной телефонии.

В настоящем докладе предложено введение эпонима «радиотелефон Куприяновича».

2. Основная часть

4 ноября 1957 года Куприянович получил авторское свидетельство, в котором были изложены принципиальные основы мобильной телефонии, компрессия и декомпрессия сигналов, принципиальная схема мобильного телефонного устройства [1]. Также принципы и схема устройства были изложены в июльском 1957 г. и февральском 1958 г. номерах журнала «Юный техник»; в последующих номерах Куприянович давал пояснения и ответы на вопросы читателей. Статьи об устройстве были также опубликованы в журнале «Наука и жизнь»; об автомобильном варианте использования рассказывалось в журнале «За рулём»; сообщения об изобретении дали ТАСС и АПН. Документальный сюжет об аппарате под названием «Радиотелефон инженера Куприяновича» был помещен в киножурнал «Наука и техника» № 6 (254) 1959 г. В сюжете аппарат демонстрировался в подмосковном совхозе имени Ленина, продемонстрированы входящий звонок с телефона-автомата на мобильный телефон в движущейся машине и сделаны два исходящих, в поле и на берегу реки. В 1957 году Куприянович публично показал сделанный им работающий опытный образец автоматического мобильного телефона ЛК-1 весом 3 кг; уже через год был опытный образец весом всего 500 грамм, а в 1961 году устройство, которое Куприянович называл радиофоном, весил всего 70 грамм (рис. 1). Радиофон связывался с городской телефонной станцией через базовую станцию. Автор утверждал: «чтобы обслужить радиофонной связью такой город, как Москва, потребуется всего десять автоматических телефонных радиостанций».

В 1965 г. на выставке «Инфорга-65» болгарской фирмой «Радиоэлектроника» был представлен мобильный телефон с базовой станцией на 15 абонентов. По сообщениям прессы, разработчики «применили систему, разработанную несколько лет назад советским изобретателем, инженером Л. Куприяно-

вичем». В следующем году Болгария представила на выставке «Интероргтехника-66» комплект мобильной связи из мобильных телефонов РАТ-0,5 и АРТ-0,5 с базовой станцией РАТЦ-10. Данная система выпускалась в Болгарии для ведомственной связи на промышленных и строительных объектах и была в эксплуатации до 90-х гг. На рис. 1 представлена мобильный телефон Куприяновича весом 70 г.

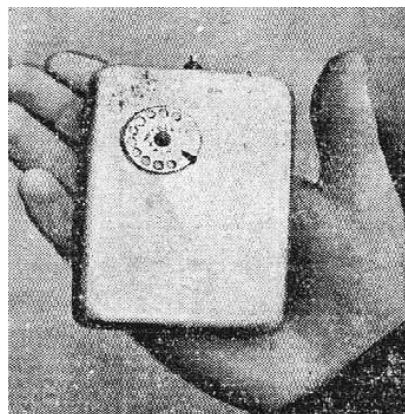


Рис. 1

3. Заключение

Авторы доклада считают целесообразным введение в научный оборот эпонима «радиотелефон Куприяновича».

Материал доклада будет способствовать формированию у будущих специалистов такой компетенции, как способность осуществлять свою деятельность на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории науки и техники.

4. Список литературы

- [1] Куприянович, Л. И. А. с. 115494 (СССР). Устройство вызова и коммутации каналов радиотелефонной связи. Заявл. 4 ноября 1957 г.
- [2] Ермолов, П. П. Эпонимы в терминологии инфокоммуникаций и радиотехнологий / П. П. Ермолов // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. — 2018. — Т. 1, № 1. — С. 121 — 135.

DEVELOPER OF MOBILE TELEPHONY BASICS LEONID IVANOVICH KUPRIYANOVICH (to the 90th anniversary)

Kulakovskaya Ye. V., Yermolov P. P.

Scientific adviser: Yermolov P. P.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Leonid Kupriyanovich (1829—1994) is a Soviet radio engineer and a popularizer of radio engineering, creator of wearable duplex portable radiotelephone. In the report, the introduction of the eponym "Kupriyanovich radiotelephone" is proposed.

ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МОРСКИХ РАДИОТЕХНОЛОГИЙ СВЯЗИ

Боков Г. В., Казачков И. Э.

Научный руководитель: Боков Г. В.

Филиал "Государственный Морской Университет им. Адм. Ф. Ф. Ушакова" в г. Севастополь, Россия

E-mail: byt4ep@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена новая система морских навигационных радиотехнологий е-Навигация и перспективы её развития в будущем.

1. Введение

Радио было изобретено в 1895, российским учёным Александром Степановичем Поповым. А начало морской радиосвязи, связано с её первым успешным использованием, морской спасательной операции парохода "Mathens" 3 марта 1899 года. А в 1901 году произвёл первый трансатлантический сеанс радиосвязи на расстоянии 3200 км. Изобретение средств радиосвязи повлекло за собой колоссальные изменения, а именно создание и развитие таких направлений, для морской отрасли, как радиоастрономия, радиолокация и радионавигация.

2. Основная часть

В данный момент у судоводителей и береговых служб есть острая необходимость владеть современным и надёжным инструментарием, который может быть использован для принятия своевременных и правильных решений по повышению безопасности и охране жизни на море. Большинство проблем может решить система е-Навигация.

Е-Навигация — это комплексная система использования полученной информации, которая представляет собой согласованные процедуры сбора, интеграции, обмена, предоставления и анализа, относящейся к судоходству информации, на судах и в береговых службах, при помощи технологий для оптимального повышения безопасности мореплавания, качества работы служб обеспечения системы, охраны на море и защиты окружающей среды.

Элементами системы Е-Навигации являются: Автоматические идентификационные системы (AIS — Automatic Identification System); Радиолокационные станции (Radar); Средства автоматической радиолокационной прокладки (ARPA — Automatic Radar Plotting Aids); электронно-картографические навигационные информационные системы (ECDIS — Electronic Chart Display and Information System); Интегрированные системы ходового мостика (IDS — Integrated Navigational Bridge System); Глобальная навигационная спутниковая система (GNSS — Global Navigational Satellite System); Система дальней идентификации и слежения (LRIT — Long Range Identification and Tracking); Средства навигационного ограждения (AtoN — Aids to Navigation); Береговые системы управления движения судов (VTS — Vessel Traffic System); Глобальная морская система связи при бедствии и для обеспечения безопасности (GMDSS — Global Maritime Distress and Safety System). Все эти элементы стали неотъемлемой частью судовой навигации каждого современного судна, которые обеспечивают судоводителей максимально точной информацией на данный момент, они постепенно улучшаются.

Всего семь основных компонентов источников информации, которые могут применяться и на судне,

и на берегу, а именно: электронные карты и информация о погоде; сигналы для определения местоположения; информация о маршруте; передача позиционной и навигационной информации; отображение информации; генерация предупреждения и приоритизация; передача сигналов бедствия и информации.

На рис. 1 показано взаимодействие среды Е-навигации и человека.



Рис. 1

3. Заключение

Е-Навигация — это система, которая развивается максимально быстро, с поэтапным добавлением новых элементов, для улучшения эффективности системы, как следствие эффективность возрастает многократно, повышаются возможности навигаторов, безопасность мореплавателей, груза, судна и окружающей среды, уменьшается трата времени на разрешение проблем связанных с судовождением, а также избежание аварийных ситуаций. За этим будущее морской радиосвязи, которая сможет обеспечить то, к чему стремятся многие компании и учёные в морской сфере, а именно к безопасности жизни, ведь именно жизнь, является высшей ценностью.

4. Список литературы

- [1] Seeing into the future [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.e-navigation.com>.
- [2] Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты (ПДНВ) с поправками 1995 года и Манильскими поправками 2010 года.
- [3] Международная конвенция по охране человеческой жизни на море (СОЛАС), 1974 года с внесёнными поправками.

STAGES OF FORMATION AND PROSPECTS OF GROWTH OF MARITIME RADIO COMMUNICATION

Kazachkov I. E.

Scientific adviser: Bokov G. V.

Sevastopol Branch of

Admiral F. F. Ushakov Maritime State University, Russia

Abstract — New system of the marine navigational radio technologies, E-Navigation, and opportunities of growth in future are considered.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ БЕСПИЛОТНИКОВ

Лукьянченко Н. К., Сизых Д. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: nazydragnil33@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены этапы развития беспилотных аппаратов до настоящего времени.

1. Введение

В современном мире беспилотники используются повсеместно. На данный момент в основном для фото и видео съемки фильмов или репортажей, для исследования космоса и морского дна, для светового шоу, для доставки грузов, для исследований на больших территориях и конечно же, для выполнения боевых задач. Большинство считает, что они появились относительно недавно с начала 21 века, но это не так. Рассмотрим эволюцию развития беспилотников.

2. Основная часть

История беспилотников началась в 1782 году, когда братья Монгольфье Этьен и Жозеф подняли в воздух шар, наполненный дымом, что впоследствии сыграло большую роль в истории авиации.

Далее начинается история военных беспилотников. Итальянская революция 1848-1849, австралийские войска провели бомбежку с помощью воздушного шара с автоматическим сбрасыванием боеприпасов, бомбежка имела малый успех, но день 12 июля 1849 год вошел в историю как начало развития боевых дронов.

Открытие электричества и радио натолкнула инженеров компании «Электрические торпеды Симса — Эдисона» представить в 1892 году управляемую по проводам противокорабельную торпеду.

В 1898 на озере в Медисон-сквер гардене (Нью-Йорк, США), известный физик, инженер и изобретатель Никола Тесла демонстрирует первую миниатюрную лодку на радиоуправлении. Вторым беспилотным аппаратом стал самолет с названием «летающая бомба» созданная Американцем Чарльзом Кеттерингом, еще до начала Первой Мировой войны. Самолет по задумке управлялся часовым механизмом и в определённый момент сбрасывал крылья и летел камнем вниз. Но проект провалился и поэтому производство «дронобомб» было остановлено до начала войны.

В сентябре 1924 года гидросамолёт *Curtiss F-5L* совершил первый целиком радиоуправляемый полёт, включавший взлёт, маневрирование и посадку на воду.

Со стремительным развитием авиации, возникла необходимость в отработке навыков отражения нападения с воздуха, флоту понадобились дистанционно управляемые мишени, что дало дополнительный импульс программам разработки беспилотников. В 1933 году в Великобритании разработан первый БПЛА-мишень многократного использования «*Queen Bee*». Первые образцы были созданы на базе трёх отреставрированных бипланов *Fairy Queen*, дистанционно управляемых с судна по радио. Два из них потерпели аварию, а третий совершил успешный полёт, сделав Великобританию первой страной, извлёкшей пользу из БПЛА.

Три основные воюющие стороны (СССР, США и Германия) не раз возвращались к услугам беспилот-

ной авиации, ощущая ее явное преимущество над пилотируемыми аппаратами:

— США в 1939 году массово выпускают (более 14 тыс. экземпляров) радиоплан типа *Target* — модель QQ-2;

— Германия проектирует и использует радиоуправляемые бомбы *Henschel Hs 293* и *Fritz X*, а также ракеты Фау-1 и Фау-2;

— СССР в 1941 году использует тяжелый беспилотный бомбардировщик ТБ-3 для уничтожения мостовых конструкций.

После Второй Мировой войны бесспорным лидером в разработке и применении БПЛА считаются США. Так, беспилотники уже много лет состоят на вооружении американской армии наравне с пилотируемыми аппаратами.

Далее с этого момента и до настоящего происхождения модернизация БПЛА, оснащение их фото/видео оборудованием, использование навигационных систем

Летом-осенью 1941 года в свет выходят первые советские радиомины называемые «БЕМИ» по инициалам ее создателей Бекаури и Миткевича.

Так же до начала Великой Отечественной войны были созданы телеуправляемые танки и танкетки разных типов, которые управлялись на расстоянии 500 — 1500 метров, вместе они формировали телемеханическую группу.

С начала 21-го века начинается история развития гражданских дронов, когда набирает популярность применение FPV-системы и видеосъемки с квадрокоптеров.

3. Заключение

На данный момент дроны на пике своей популярности благодаря использованию бюджетных технологий и материалов. Их создание настолько простое, что даже обычный человек может сделать такой летательный, надводный, подводный или наземный аппарат.

4. Список литературы

- [1] История развития дронов: от истоков до сегодняшнего дня [Электронный ресурс] / Интернет-магазин RC-HOBBY. — Режим доступа: https://www.rc-hobby.com.ua/infocenter/obzory-i-statii/istoriya-razvitiya-dronov_-ot-istokov-do-segodnyashnego-dnya.
- [2] Беспилотные подводные лодки Сталина [Электронный ресурс] // Военное обозрение. — Режим доступа: <https://topwar.ru/155979-besplotnye-podvodnye-lodki-stalina.html>.

HISTORY OF DEVELOPMENT OF UAVS

Lukyanenko N. K., Sizih D. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The stages of development of unmanned aerial vehicles to date are considered.

ПЕРСПЕКТИВЫ СОТРУДНИЧЕСТВА С АО «ПО «СЕВМАШ»

Бутенко Е. Е.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: evgeniy.sev@bk.ru

Аннотация — Рассмотрена производственная практика на крупном военно-промышленном заводе АО «ПО «СевМаш», который является предприятием Объединенной судостроительной корпорации РФ. Приведены результаты практики и перспективы дальнейшего сотрудничества между кафедрой «Радиоэлектроника и телекоммуникации» и заводом «СевМаш».

1. Введение

В 2019 году производственная практика для семейных студентов третьего курса направлений подготовки «Радиоэлектроника» и «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» прошла на одном из крупнейших судостроительных комплексов России, площадь завода которого — более 10 кв. км., а численность штата сотрудников — 28,5 тысяч.

2. Основная часть

СевГУ сотрудничает с АО «ПО «Северное машиностроительное предприятие» третий год, однако кафедра «Радиоэлектроника и телекоммуникации» впервые отправила студентов на прохождение практики в Северодвинск.

Практикантам были созданы все необходимые для работы условия. Были заключены срочные трудовые договоры, следствием чего, практиканты становились полноценными трудовыми кадрами предприятия с выплатой фиксированного оклада и обеспечением социальной защитой. Также был оплачен перелет, проживание и питание в рабочее время.



Рис. 1

Распределяются практиканты в соответствии с направлением подготовки (обучения) в ВУЗе. Право самостоятельно выбора исключено. Однако при выборе направления работы в рамках назначенного отдела — был дан выбор. Учитывались профессиональные компетенции и пожелания практикантов.

Обучающиеся направлений «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и «Радиотехника» были направлены в «Отдел автоматизации систем управления предприятием» и «Электро-механическое управление» соответственно.

Далее рассмотрены особенности работы в ОАСУП. К зонам ответственности данного отдела относятся следующее: поддержка существующих и создание новых сегментов компьютерных сетей;

безопасность компьютерных сетей; учет, обновление и ремонт компьютерной техники; обслуживание главных вычислительных мощностей (мейнфреймов), таких как IBM Z10, в том числе [1].

Главным образом, практиканты ОАСУП занимались поддержкой и модернизацией компьютерных сетей. Работа включала в себя как работу с командной строкой, так и работу с «железом». Поскольку сетевое оборудование, производства компании Cisco, не обладает виртуальным графическим интерфейсом, практикантам приходилось заниматься конфигурированием сетей средствами программирования межсетевой операционной системы Cisco IOS, которая имеет собственный командный интерфейс. Знания и навыки для работы с данным интерфейсом были получены при обучении на третьем курсе обучения, направления 11.03.02. Ими являются: команды для конфигурирования коммутаторов и маршрутизаторов; принципы построения компьютерных сетей; эталонные модели OSI и TCP [2], протоколы Ethernet, 802.11, ICMP, ARP, LAN и Virtual LAN. За период практики были изучены и физически внедрены в реальные сети такие механизмы и протоколы, как DHCP, PPP, UDP, OSPF, BGP, а также технологии VPN, NAT и DNS [2].

Помимо работы с виртуальным интерфейсом, значительная часть времени была посвящена коммутации и прокладке компьютерных сетей. Каждым практикантом обжато, скоммутировано и проложено значительное количество кабелей ВОЛС и *twisted pair*. В качестве магистральных линий связи на предприятии используются одномодовые волоконно-оптические линии. Это неизбежно влечет за собой использование медиаконвертеров и SFP-модулей, работе с которыми также было уделено внимание.

3. Заключение

Обучающиеся зарекомендовали себя как исполнительные сотрудники и специалисты с багажом знаний в области инфокоммуникаций. Кафедра может рассчитывать на дальнейшее сотрудничество.

Производственная практика прошла продуктивно. Был положено начало отношениям между заводом «СевМаш» и кафедрой «Радиоэлектроника и телекоммуникации» СевГУ.

4. Список литературы

- [1] Зайков, С. Г. IT Горизонты Севмаша / С. Г. Зайков. — М. : АО «ПО «Севмаш», 2016. — 51 с.
- [2] Таненбаум, Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл ; 5-е изд. — СПб. : Питер, 2012. — 960 с.

BEGINNING OF FRIENDSHIP OF “SEVMASH”

Butenko E. E.

Scientific adviser: Afonin I.L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The practical training at a large military-industrial plant of OJSC "PO "SevMash" is considered. The results and prospects of further cooperation between the Department of Radio Electronics and Telecommunications and the "SevMash" Plant are presented.



ШКОЛА ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

В рамках конференции «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ-2018» проводилась «Школа юного исследователя», в которой учащиеся выпускных классов, будущие абитуриенты, представляли свои научные работы.

В финал конкурса вышли 14 работ школьников из Красноперекоска, Симферополя, Севастополя.

В данную секцию вошли лучшие из докладов «Школы юного исследователя» на «РТ-2018».

РОБОТ ДЛЯ СОРЕВНОВАНИЙ «КУБОК «РТК»

Абибуллаев Ю., Малай Д.

Под руководством Стрый В. В.

МБОУ ДО «ЦДЮТ» г. Армянска, г. Армянск

E-mail: cdut_97@mail.ru, vasiliy_crimea@mail.ru

Abstract — Built a robot to move through the landfill, simulating rough terrain, various natural and man-made obstacles, the consequences of man-made disasters. The robot is equipped with a manipulator that allows moving various small objects, closing valves on pipelines, opening doors, etc.

1. Введение

В настоящее время актуально создание роботов, способных заменить человека для выполнения различных действий в агрессивной среде, ликвидации природных и техногенных аварий и катастроф. Соревнования таких роботов интересны не только для их создателей, но и зрителей. Одним из популярных соревнований — соревнования роботов на кубок «РТК».

2. Основная часть

Несущая платформа выполнена из фанеры толщиной 7 мм. Используются стандартные колёса диаметром 125 мм с высоким профилем протектора. Каждое вращается мотор-редуктором 25GA 176 об/мин, крутящий момент 3,1 кг*см. Манипуляторс четырьмя степенями свободы выполнен на сервоприводах MG996K.

В роли контроллера выбраны плата Arduino Nano, как наиболее дешёвая и имеющая достаточные ресурсы. В роли драйверов двигателей применяются модули на основе микросхем L298N.

Для связи с пультом управления и/или персональным компьютером используются радиомодули NRF24L01. В качестве источника питания — LiPo аккумулятор 5000mAh, 4S.

Программа написана на языке C. Использовался компилятор среды Arduino, имеющий богатый набор библиотек работы с драйверами двигателей, радиомодулем, сервоприводами. Аппаратный таймер TC1 используется для формирования управляющих сигналов на сервоприводы.

Пульт управления содержит два аналоговых джойстика для управления двигателями, шесть переменных резисторов для управления сервоприводами, 6 тумблеров для передачи дискретных команд.

Для передачи данных на/из ПК используется встроенный на плате преобразователь USB/UART, подключенный к последовательному асинхронному порту UART0.

3. Заключение

В ходе выполнения работы разработан и построен робот, позволяющий перемещаться по пересеченной местности, различным техногенным объектам.

В дальнейшем планируется:

— добавить видеокamеры и передатчик для возможности наблюдения за местностью, по которой перемещается робот.

— дополнительных откидывающихся колёс для преодоления местности со сложным рельефом;

— датчиков для контроля газового состава атмосферы, температуры, влажности.

СТАНОК ДЛЯ РАСКРАШИВАНИЯ ПАСХАЛЬНЫХ ЯИЦ

Юсупов Э., Хижняк М.

Под руководством Стрый В. В.

МБОУ ДО «ЦДЮТ» г. Армянска, г. Армянск

E-mail: cdut_97@mail.ru, vasiliy_crimea@mail.ru

Abstract — A machine for painting spherical and near-spherical objects was built. Written software that allows you to create and edit vector images for painting, to convert the picture into the control code of the machine. In the future, it is planned to finalize the cutting of objects of painting heated with nichrome spiral of foam.

1. Введение

Яйцебот (eggbot) — устройство, которое может рисовать фломастером (карандашом) на сферических и околосферических объектах (шарики для пинг-понга, яйца, елочные украшения, лампочки).

2. Основная часть

Выбран несущий алюминиевый профиль 80*20 мм. Шаговые двигатели от принтеров EPSON Photo 700, 750, Stylus 440. В механизме подъёма маркера используется сервопривод SG90.



Контроллер — Arduino 2560. Драйверов шаговых двигателей — DRV8825. Для хранения программ — встроенная EEPROM или SD карты. Графический дисплей 128 x 64 отображает ход работы станка.

Программа написана на языке C в среде Arduino.

Таймер TC1 формирует прерывания с периодом 20 мс для сигналов step управления шаговыми двигателями. Каждые 50 прерываний обновляются данные на дисплее и передаются текущие координаты по последовательному порту на ПК.

Используется модифицированный G-код с целочисленными координаты. Программы управления станком с ПК и редактирования рисунков написаны на языке C++ в среде C Builder].

3. Заключение

Станок отличается простотой изготовления, может использоваться как составная часть станка для 3D обработки различных материалов (вырезание из пенопласта, фрезеровки из дерева, пластика). Разработанное ПО позволит легко его модернизировать и расширять.

В дальнейшем планируется добавить: ПО визуализации процесса; нагревательный элемент для вырезания яиц, шаров из пенопласта, выжигания на дереве; восковый экструдер для изготовления пысанок; лазера для выжигания; шпиндель для фрезерования деталей из дерева и пластика.

СТРУКТУРНАЯ ОКРАСКА

Дорошенко А.

Под руков. Михайловой Т. В., Бойчук Л. Я.
МБОУ «Гимназия №1 им. И. В. Курчатова»

г. Симферополь

E-mail: doroshenko.aleksandra@mail.ru

Abstract — The phenomenon of structural coloring in fragments of a feather of an ordinary peacock and butterflies of brazhniks and variegations is investigated.

1. Введение

Существует два механизма окраски. Первый — химический или пигментный основан на выработке организмами или производстве человеком специальных пигментов. Существенным недостатком промышленных пигментов является их недолговечность.

Второй механизм — это структурная окраска или иридизация. Благодаря явлению структурной окраски можно добиться эффекта полного внутреннего отражения света, создав среду похожую на зеркало. В сравнении с химической окраской, иридизация является более стойкой.

2. Основная часть

Экспериментальное изучение фотохромизма произведено в НИЛ мезо- и наноструктурированных функциональных материалов и УИЛ в области нанофизики и нанотехнологий ФТИ КФУ им. Вернадского. Используются: оптический микроскоп Nikon ECLIPSE LV150N и C3M NanoEducator.

Проведены опыты по исследованию явления структурного окрашивания в живой природе: наблюдение самого явления, определение наличия пигментов в исследуемых образцах, с помощью оптического и сканирующего зондового микроскопов. Перо обыкновенного павлина представлено фрагментами равного размера, состоящими из меланина, которые соединены между собой с помощью белка кератина. Показатели преломления в трех средах (воздух, кератин, меланин) различны.



Павлин обыкновенный, 10х Крыло бабочки), 10х

Крылья бабочек имеют периодическое строение. Они состоят из чешуек, имеющих форму ребер, если смотреть в разрезе и рядов, при осмотре сверху.

3. Заключение

В ходе работы доказано отсутствие пигментов, помимо меланина в исследуемых образцах. Доказано, что окраска в них достигается только благодаря дифракции и интерференции света на внутренних структурах. Получены снимки данных образцов в увеличении 10х и 20х. Определена внутренняя структура крыльев бабочек и пера павлина. Доказано, что размеры структур соизмеримы с длинами волн электромагнитного излучения.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОБРАТНЫМ МАЯТНИКОМ

Лукьяненко Д.

Под руководством Бойчук Л. Я.

ГБОУ РК МАН «Искатель»

г. Симферополь

E-mail: LukianenkoDmitry@yandex.ru

Abstract — The problem of stability of a classical reverse pendulum with a vibrating suspension is Considered. The installation was assembled and an experiment was conducted. The possibility of constructing a stabilization system, which is based on the models of stability under vertical and horizontal control actions, is indicated

1. Введение

Для модели в виде классического обратного маятника (ОМ) поставлен эксперимент по устойчивости в зависимости от характеристик маятника, частоты и амплитуды внешнего воздействия. Задача стабилизации ОМ находит применение при создании моделей двуногих роботов, двухколесных транспортных средств. В процессе функционирования неустойчивых механических систем возникает износ деталей, люфт, что приводит к разбалансировке объекта.

2. Основная часть

Целью работы является моделирование колебаний обратного маятника и исследование его устойчивости. Для достижения цели решены задачи:

— исследованы способы стабилизации обратных маятников с горизонтальным и вертикальным типом управляющего воздействия (маятник на тележке и с вибрирующей точкой опоры);

— проведены эксперименты по выяснению зависимости массы, длины стержня и частоты колебания на лабораторном оборудовании и разработанной физической модели;

— сделан выбор перспективных систем стабилизации (управления), соответствующего программного обеспечения и инструментария.

В эксперименте использовалась разработанная установка, состоящая из виброгенератора, генератора частоты, макета маятника. Шарнир маятника крепился к штоку виброгенератора. Варьировалась высота груза на стержне, частота, амплитуда и форма сигнала. Найдены величины указанных параметров, при которых маятник находился в устойчивом положении. При отклонении от найденных параметров маятник сильно раскачивался и падал.

3. Заключение

Выявлено, что на устойчивость, кроме установленных параметров маятника, частоты и амплитуды колебаний, влияет симметрия шарнира, груза, люфта в шарнире (приводит к биениям и быстрой потери устойчивости). Вертикальная вибрация применима для небольших устройств. Сочетание вертикальных и горизонтальных колебаний может лежать в основе системы стабилизации устройств, содержащих обратный маятник.

СОЛНЕЧНАЯ ИНСОЛЯЦИЯ И ПОЛЕЗНАЯ МОЩНОСТЬ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Нечупарный В.

Под руководством Мазинова А. С-А.

ГБОУ ДО РК МАН «Искатель»

г. Симферополь

E-mail: 1marta2004@mail.ru

Abstract — the study of incoming solar radiation, depending on the time of day and time of year, and the possibility of using it for a private house.

1. Введение

Людям необходимо много электричества, в то время как органическое топливо уменьшается. С другой стороны в Крыму кол-во солнечных дней равно 290. Все же, вопрос надежности солнечных энергосистем не до конца изучен (КПД = 15%-20%).

2. Основная часть

В работе выявлено понятие солнечной батареи. Изучены основные типы фотоэлектрических преобразователей, в том числе изучены новые тонкопленочные батареи на основе углерода. Выявлены основные плюсы и минусы солнечных батарей.

Проведены ручные измерения солнечной инсоляции с помощью люксметра. Также проведены стационарные замеры на основе датчика ФД-7. Все данные преобразованы в графики для наглядности.

Но основным аспектом данной работы является расчет солнечного освещения для частного дома. В этой части работы был построен план-схема частного жилого дома.



Была собрана собственная мини электростанция, состоящая из четырех 100 Вт солнечных модулей. Система работает стабильно и показывает отличные показатели в обеспечении электропитанием частного жилого дома.

3. Заключение

Графики были переделаны в новую измеряемую величину. Был построен план частного жилого дома и произведен расчет солнечного освещения для этого дома. В будущем система солнечного электропитания продолжит свое развитие и будет совершенствоваться.

ПРОГРАММА ШИФРОВАНИЯ ВХОДЯЩИХ СООБЩЕНИЙ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ НА БАЗЕ ANDROID SMSAFE V1.0

Диванис А.

Под руководством Глеч Е. В.

ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»,

г. Севастополь

E-mail: divanisanatoly10.06.2001@gmail.com

Abstract — The program for encrypting incoming messages for Android mobile devices is an alternative SMS receiver with additional information protection capabilities.

1. Введение

Защита личной информации важна для каждого пользователя. Целью работы является разработка программы для перехвата, шифрования и записи в базу данных зашифрованного смс-сообщения. Прочитать сообщение возможно будет только с использованием ключа, который является паролем к программе. Актуальность этой программы связана как с желанием пользователя скрыть личную переписку, так и с угрозой вирусной атаки на операционную систему устройства.

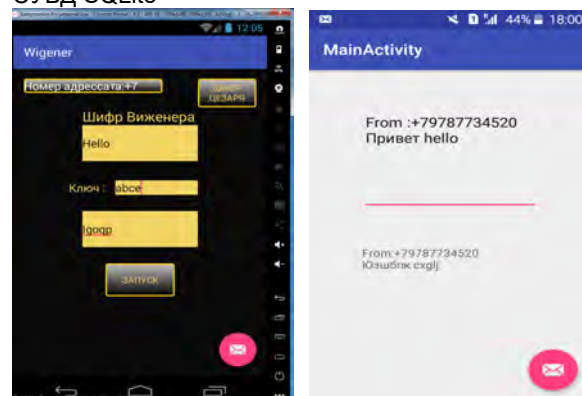
2. Основная часть

В Android-приложениях многие операции работают с помощью механизма намерения (Intent). Например: выбрать фотографию, отправить письмо, открыть браузер. Системные приложения в Android, регистрируют компоненты, отслеживающие заданные намерения, и реагируют на них.

Для получения сообщения программа использует широкополосный приемник – компонент, который получает интенды как служба или активность.

Шифрование сообщения будет происходить по методу Виженера с ключом, соответствующим паролю от программы.

Для работы с базами данных использовалась СУБД SQLite



3. Заключение

Была сделана попытка решить проблему безопасности смс-сообщений. Разработана версия мобильного приложения для ОС Android, которая перехватывает входящие смс-сообщения и шифрует их.

АВТОНОМНАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ

Пахомова Е.
Под руководством Дурманова М. А.
ГБОУ ДО МАН г. Севастополя,
г. Севастополь
E-mail: MADurmanov@sevsu.ru

Abstract — An autonomous smart system for growing plants with control via mobile devices and software that controls all the devices in the system are developed.

1. Введение

Урбанизация жизни человека приводит к необходимости выращивания растений в городах на ограниченных площадях. Есть множество неплодородных или же вовсе непригодных территории для разведения различных культур. В Крыму до сих пор остро стоит проблема водоснабжения. Есть регионы, где слишком короткий световой день, и растения не могут получить достаточное количество света. Для решения всех этих проблем требуется большое количество человеческих и финансовых ресурсов. Существуют различные подходы к решению этих проблем: аэропоника, борьба с опустыниванием и удобрение почвы, теплицы, конденсации воды из воздуха и другие.

2. Основная часть

Работа нацелена на разработку системы, которая должна легко адаптироваться к различным климатическим условиям, должна быть максимально автономной, должна обеспечивать максимально комфортные условия для растений, легко модернизироваться и иметь управляться системой с мобильных устройств.



Основным управляющим элементом является плата Arduino Mega, которая получает данные от датчиков влажности почвы, освещенности, влажности и температуры воздуха, ультразвукового датчика расстояния до воды, датчика углекислого газа и модуля часов реального времени. В зависимости от полученных значений, происходит корректировка работы управляемых элементов.

Разработанная система построена по модульному принципу, что позволяет комбинировать и модернизировать отдельно каждый блок. Блоки состыковываются друг с другом, образуя единую систему.

3. Заключение

Преимуществом данной разработки перед аналогами является относительная дешевизна, простота использования и автономность. Данное устройство может во много раз облегчить уход за растением как садоводам, так и промышленным предприятиям, занимающимся производством сельскохозяйственной продукции, так как устройство даже в текущей модификации уже позволяет исключить участие человека во многих аспектах ухода за растением.

ПОДВИЖНАЯ ПЛАТФОРМА МАНИПУЛЯТОРА ДЛЯ ПОМОЩИ МАЛОМОБИЛЬНЫМ ГРУППАМ НАСЕЛЕНИЯ

Соколенко В.
Под руководством Дурманова М. А.
ГБОУ ДО МАН г. Севастополя,
г. Севастополь
E-mail: MADurmanov@sevsu.ru

Abstract — A mobile platform to help people with limited mobility is developed.

1. Введение

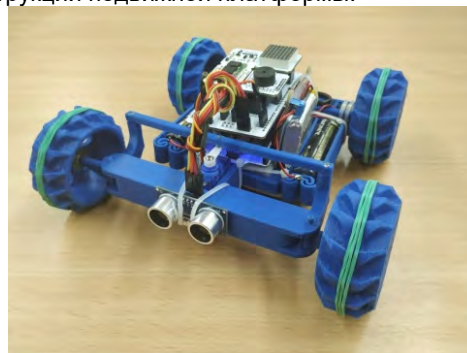
В настоящее время в Российской Федерации к маломобильным гражданам относится 19,8 % от общего числа жителей. Это инвалиды (8,8 %), люди преклонного возраста (9,5 %) и беременные женщины (1,5 %).

Для облегчения жизни таким группам граждан разработаны специальные устройства, которые, к сожалению, имеют очень высокую цену и недоступны большинству людей. При этом они не обладают необходимым функционалом и универсальностью.

2. Основная часть

Предложено устройство, предназначенное для транспортировки предметов, необходимых маломобильному пользователю, которое управляется с мобильного устройства.

Для его разработки были поставлены следующие задачи: разработка структурной схемы электронного устройства; подбор элементов электронной части и сборка устройства; разработка программного кода; моделирование и изготовление конструкции подвижной платформы.



Основным управляющим элементом является платформа Iskra Neo на базе микроконтроллера ATmega32U4. Ходовая часть включает в себя два мотора, драйвер и сервопривод. Для облегчения управления подвижной платформой на ней впереди установлен ультразвуковой датчик, который автоматически останавливает платформу, если встретится препятствие; звуковой индикатор и светодиодная матрица помогают определить направление движения платформы. Управляется платформа с мобильного телефона с помощью Bluetooth-модуля.

3. Заключение

Разработанное устройство имеет следующие преимущества перед аналогами: относительно низкая цена комплектующих, простота в управлении, надежность и хорошая проходимость.

Научное издание

«Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций»

Сборник научных трудов

№2

2019

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,
И. В. Дербенёв,
М. А. Дурманов,
С. Е. Зебек,
П. А. Копцев,
А. Г. Лукьянчук,
Е. А. Редькина,
А. А. Савочкин,
Ю. Н. Тыщук.

Формат 89×124М/16. Усл. печ. листов 23,6.

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.



Севастопольский «Испытательный центр «Омега» - филиал ФГУП НИИР



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

Компетенции Испытательного центра «Омега»:

- функциональные испытания радио- и телекоммуникационного оборудования;
- испытания оборудования на электромагнитную совместимость;
- испытания на безопасность низковольтного оборудования;
- механико-климатические испытания оборудования;
- электроакустические и телефонметрические испытания оборудования;
- сертификационные испытания аварийных радиобуев КОСПАС-САРСАТ;
- сертификационные испытания устройств ЭРА-ГЛОНАСС.

ИЦ «Омега» проводит измерения и расчет электромагнитной совместимости радиоэлектронных устройств различного назначения.



Технические возможности ИЦ «Омега» подтверждены аккредитацией в Федеральной службе по аккредитации Российской Федерации по техническим регламентам Таможенного Союза.

ИЦ «Омега» имеет признание в Российском Морском регистре судоходства, Российском Речном Регистре, Авиационном Регистре.



ООО «Инжиниринговый центр СевГУ»



Наши контакты:

299038, г. Севастополь,
пр-кт Октябрьской революции, д. 38, корп. 4.
Тел. +7 (8692) 43 50 29
engineering@sevsu.ru

ООО «Инжиниринговый центр СевГУ» – это предприятие, оказывающее инжиниринговые услуги предприятиям радиоэлектронной промышленности в области разработки электронных компонентов и приборов на их основе.

Основные направления деятельности

Разработка систем-на-кристалле (СнК),
систем-в-корпусе (СвК), гибридных
интегральных схем СВЧ диапазона

Разработка радиоэлектронной аппаратуры
на основе микроконтроллеров, цифровых
сигнальных процессоров и
программируемых логических
интегральных схем

Разработка цифровых, аналоговых и
смешанных монолитных
интегральных схем

Тестирование опытных партий кристаллов
интегральных схем в диапазоне
частот до 50 ГГц

Оборудование



Стенд для тестирования кристаллов
интегральных схем на базе зондовой станции
Cascade EPS200RF



Анализатор СВЧ цепей
Keysight PNA-X N5245A

Центр создан при поддержке Минобрнауки РФ и Минпромторга РФ