

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



ИНЖЕНЕРНЫЕ КАДРЫ – БУДУЩЕЕ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Материалы VI Всероссийской
студенческой конференции

Йошкар-Ола, 10-13 ноября 2020 г.

Часть 3

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ,
РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ
ДЛЯ ПРОРЫВНЫХ ОТРАСЛЕЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Йошкар-Ола
2020

УДК 378:62
ББК 74.48:30
И 62

Редакционная коллегия:

Дедов А.Н., канд. техн. наук, доцент кафедры радиотехники и связи, декан радиотехнического факультета ПГТУ;

Зуев А.В., канд. техн. наук, доцент кафедры радиотехники и связи, зам. декана радиотехнического факультета ПГТУ;

Алиев М.Т., канд. техн. наук, доцент кафедры проектирования и производства электронно-вычислительных средств ПГТУ

И 62

Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: материалы VI Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 20 ноября 2020 г.): в 8 ч. *Часть 3: Новые технологии инфокоммуникаций, радиотехники и электроники для прорывных отраслей промышленности.* – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2020. – 218 с.

ISBN 978-5-8158-2217-7
ISBN 978-5-8158-2220-7 (Ч. 3)

В рамках Всероссийского студенческого форума «Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России» представлены результаты научно-исследовательских работ студентов, магистрантов, аспирантов в области радиотехники и электроники с перспективой их практического использования.

УДК 378:62
ББК 74.48:30

ISBN 978-5-8158-2220-7 (Ч. 3)
ISBN 978-5-8158-2217-7

© Поволжский государственный
технологический университет, 2020

ПРЕДИСЛОВИЕ

Важным направлением развития современной промышленности России являются новые технологии инфокоммуникаций, радиотехники и электроники. Создавая техническое будущее нашей страны, они обеспечивают возможность развития современных технологий.

В данной книге представлены материалы Всероссийской студенческой конференции «Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России», состоявшейся 20 ноября 2020 года на базе Поволжского государственного технологического университета. В конференции приняли участие студенты, магистранты и аспиранты из вузов Йошкар-Олы, Казани, Чебоксар.

В сборник вошли наиболее интересные доклады и сообщения, сделанные на секции «Новые технологии инфокоммуникаций, радиотехники и электроники для прорывных отраслей промышленности», демонстрирующей исследовательские и инновационные возможности научных молодежных групп.

Тематика выступлений актуальна и разнообразна. Она касается важных сфер радиотехники и электроники:

- исследование различных симуляторов
- исследование параметров вибраторных антенн;
- исследование данных ионосферных измерений;
- разработки новых технологий получения тонких пленок;
- варианты модернизации существующих сетей связи;
- анализ технологий беспроводных сетей;
- исследование в области процесса изготовления печатных плат.

В современных условиях участие молодежи в подобных мероприятиях призвано способствовать решению задач развитию современной российской ИТ-сферы.

Алаева Надежда Анатольевна
направление Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(магистратура), гр. ИТСм – 21з

Научный руководитель
Зуев Алексей Валерьевич,
к-т техн. наук, доцент, заместитель декана радиотехнического факультета по
НИР и НИРС
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ТРОПОСФЕРНОЙ ЗАДЕРЖКИ В ЗАДАЧЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ В СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ГЛОНАСС/GPS

В настоящее время широкое распространение получили системы космической навигации (GNSS – Global Navigation Satellite System). В 1993 г. начала работу система космической навигации GPS, разработанная ВВС США. В 1995 г. начала работу система космической навигации ГЛОНАСС, разработанная Космическими Войсками России. Системы космической навигации основаны на измерении радиодальномерическим способом расстояния от потребителя 1 до космического аппарата (КА), движущегося по заданной орбите. Координаты потребителя находятся методом триангуляции по расстояниям до трех разных КА. Существуют два метода определения координат потребителя [1-4]: автономный и дифференциальный. Автономный метод использует данные, полученные со спутников для определения координат. Для дифференциального метода требуется наличие двух приемников: базового приемника, находящегося в позиции с известными координатами, и приемника пользователя, координаты которого определяются. Известно, что точность автономного метода составляет ок. 15 м и недостаточна для геодезических измерений. Поэтому в геодезии и картографии использовался только дифференциальный метод. Дифференциальный метод имеет серьезный недостаток – требуется базовая станция с известными координатами и дополнительный приемник, работающий на ней. При увеличении расстояния от базовой станции до приемника потребителя ухудшается точность. Использование данных базовой станции, находящейся на расстоянии более чем 400 км от

одночастотного приемника потребителя, уже не дает повышения точности. Погрешности определения координат потребителя складываются из следующих составных погрешностей: погрешность часов КА, задержка передающего тракта КА (задержка в антенне, кабелях, фильтрах и т. д.), погрешность определения координат КА, ионосферная задержка, тропосферная задержка, задержка приемного тракта приемника.

Нейтральная атмосфера представляет собой почти сферическую оболочку, достигающую до 100 км над уровнем Земли. Нижняя часть нейтральной атмосферы, достигающая примерно 50 км над уровнем Земли, содержит 99,9 % всей атмосферной массы [Kertz, 1971]. Она состоит из тропосферы (0–10 км), в которой температура падает с увеличением высоты, тропопаузы (10 км), где температура не изменяется, и стратосферы (10–50 км), где температура повышается с увеличением высоты. Задержку радиосигнала при прохождении нейтральной атмосферы принято называть тропосферной задержкой, так как на тропосферу приходится 80 % общей задержки. Следовательно, когда мы говорим о тропосфере применимо к моделям тропосферной задержки, имеется в виду нижние 50 км нейтральной атмосферы. Нейтральная атмосфера разделяется на две составляющие: сухую и влажную составляющие тропосферы. Сухая составляющая тропосферы состоит в основном из сухих газов. Влажная составляющая тропосферы является результатом испарения воды. Тропосфера является причиной задержки радиоволн. Величина тропосферной задержки не зависит от частоты радиоволн. Поэтому невозможно измерить величину тропосферной задержки за счет сравнения радиосигналов, переданных на двух разных частотах, как это возможно для ионосферной задержки. В дальнейших описаниях будут использованы следующие обозначения: T_s – температура в районе приемника в градусах Кельвина; P_s – атмосферное давление в районе приемника в миллибарах; a – большая полуось модели геоида (геоид – это эквипотенциальная поверхность гравитационного поля Земли, приблизительно совпадающая со средним уровнем вод мирового океана в невозмущённом состоянии и условно продолженная под материками); $s h$ – высота приемника над геоидом; $d h$ – высота сухой тропосферы над геоидом; $w h$ – высота влажной тропосферы над геоидом; H_s – влажность в районе приемника; $s e$ – частичное давление водяного пара в атмосфере на поверхности геоида в миллибарах; ϕ – широта приемника в градусах; E – возвышение спутника в радианах. Задержка, возникающая при прохождении сигнала в сухой части тропосферы

сухая задержка) может быть определена с высокой точностью, так как сухая часть тропосферы находится в гидростатическом равновесии и к ней может быть применен закон для идеальных газов. Сначала вычисляется сухая задержка в зените ($(D_d, z D_d)$), а затем уже сухая задержка для соответствующего возвышения спутника. Обычно используются так называемая функция учета возвышения. Задержка может при этом увеличиваться до 5 раз. Задержка, вызванная влажной частью тропосферы (влажная задержка), гораздо сложнее в моделировании, хотя на нее и приходится всего 10 % общей задержки. В тропосфере массы воды и водяного пара распределены очень нерегулярно, и все время находятся в движении. Также как и для сухой задержки, влажная задержка сначала вычисляется в зените ($D_w z D_w$), а затем при помощи функции учета возвышения вычисляется общая влажная задержка.

Заключение

В данной работе было произведено описание тропосферной задержки для приемников пользователя, использующих автономный метод определения координат высокой точности.

Список литературы:

1. Афраймович Э.Л., Перевалова Н.П. GPS - мониторинг верхней атмосферы Земли. Иркутск, СО РАМН, 2006. – 480 с.
2. Бабак В. П. Спутниковая радионавигация. / В. П. Бабак, В. В. Конин, В. П. Харченко – К.: Техника, 2004. – 328 с.
3. Ионосфера и ее изучение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.qrz.ru/solar/articles/ionosfera.shtml> - Дата обращения 30.09.2020.
4. Калугин, Е. Н. Помехоустойчивость перспективных сигналов спутниковых радионавигационных систем. / Е. Н. Калугин - Современная электроника. - 2007. - № 9 - с. 38-41.

Александрова Виктория Алексеевна
направление Конструирование и технология электронных средств
(магистратура), гр. 5192
Научный руководитель
Муратов Радик Масхутович,
ст. преподаватель
*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ (КНИТУ-КАИ),
г. Казань*

ФАЗОУКАЗАТЕЛЬ НА ИС

Цель работы – рассмотрение устройства и наладка фазоуказателя на ИС.

В практике пусконаладочных работ иногда необходимо проверять не только наличие фаз напряжения, но и правильность их чередования, что определяет **актуальность проекта**. Предлагаю рассмотреть вариант индикатора фаз, который совмещает в себе функции индикатора наличия фаз и последовательности их чередования.

Устройство (см. рисунок 1) собрано из четырёх ИМС серии К561 и трёх оптронах типа 4N25. Индикаторами работы устройства (указатели наличия и чередования фаз) служат светодиоды HL1-HL3, НК4-индикатор включения питания [1].

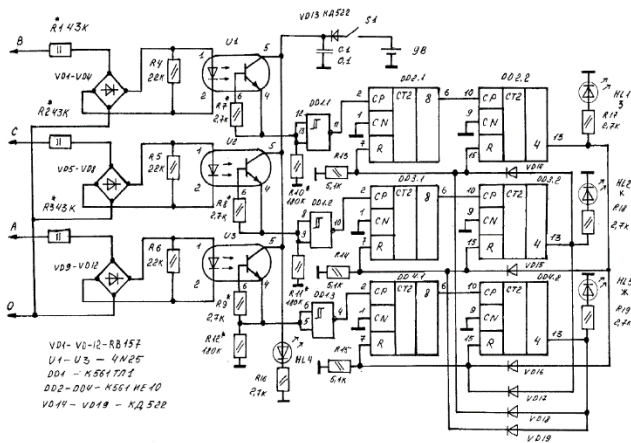


Рис. 1. Устройство фазоуказатель на ИС

Устройство состоит из трех одинаковых каналов. Рассмотрим работу одного из них — канала А. Напряжение фазы А через токоограничивающий резистор R3 поступает на вход формирователя импульсов, установленного на VD9-VD12, оптроне U3, интегральной микросхеме DD1.3. В момент, когда напряжение превышает ноль (с частотой повторения 100Гц), на выходе DD1.3 формируется короткий прямоугольный импульс, который поступает на вход счетчиков DD4.1 и DD4.2, образующих делитель частоты на 128. В момент перехода сети напряжение на нулевом светодиоде HL3 мигает синхронно с фазой А с частотой 0,78125Гц.

Аналогично работают каналы В и С. Диоды VD14-VD19 служат для исключения одновременной работы двух каналов. Как известно, фазы А, В, С сдвинуты друг от друга на 120° (см. рисунок 2). В случае импульсов в момент, когда напряжение превышает ноль, получается последовательность фаз А, С, В. При правильной фазировке светодиоды будут мигать с частотой 0,7125Гц. Если фазировка другая, порядок светодиодов изменится. Если фаза отсутствует, соответствующий светодиод мигает.

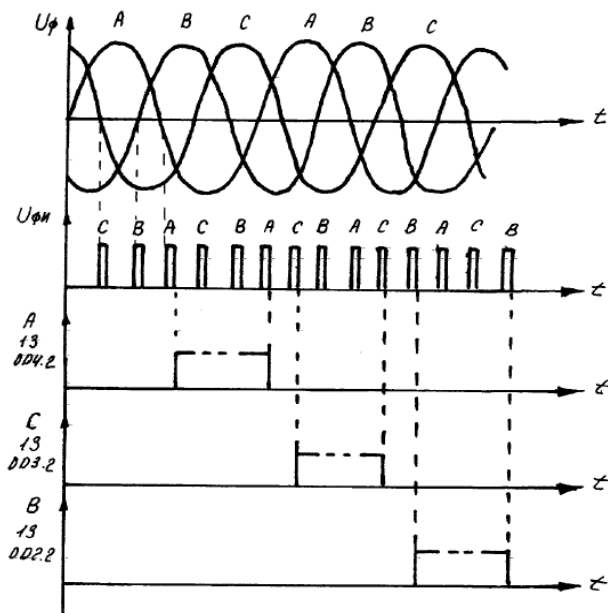


Рис. 2. Фазы А, В, С относительно друг друга

Выводы

После проверки правильности монтажа подключают питание схемы. Затем подключают один из каналов к однофазной сети (например, канал А). Проверяют осциллографом наличие импульсов на выходе элемента DD1.3. При необходимости подбирают величину резистора R3 для устойчивой работы оптрона U3 (для 4N25 $I_{вх\ max} \leq 60\text{мА}$). Затем проверяют наличие импульсов на выходе счётчика DD4.2. При правильном монтаже светодиод HL3 мигает с частотой 0,7125Гц.

Остальные каналы настроены аналогично, и мы поочередно подключаем их к однофазной сети. Затем устройство подключается непосредственно к трехфазной сети с предварительным фазированием. Тогда нарушается правильная фазировка, контролирующая работу устройства. Если на одной из фаз нет напряжения, соответствующий светодиод мигать не будет [2].

Список литературы:

1. Коломийцев К. В., Гладь И. В., Романюк Ю. Ф. Устройство защиты трёхфазного двигателя обрыва фазы// Электрик. - 2002. - №11 – С. 2-3.
2. Коротков И. А. Индикатор наличия фаз// Электрик. – 2002. - №11 – С. 12.

УДК.621.311

Александрова Виктория Алексеевна

направление Конструирование и технология электронных средств
(магистратура), гр. 5192

Научный руководитель

Муратов Радик Масхутович,

ст. преподаватель

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.
Н. Туполева – КАИ (КНИТУ-КАИ),
г. Казань*

РЕГУЛИРОВАНИЕ МОЩНОСТИ НИЗКОВОЛЬТНОЙ НАГРУЗКИ

Цель работы – рассмотрение регулирования мощности низковольтной нагрузки, питающейся от обычной электросети через понижающий трансформатор.

Часто необходимо регулировать мощность (эффективное значение напряжения) низковольтной нагрузки, питаемой от обычной электросети через понижающий трансформатор, и поэтому **проект актуален**. Примеры таких нагрузок - коллекторные двигатели постоянного тока, низковольтные паяльники, лампочки и т. д.

Односторонние коллекторные двигатели чаще всего используются в повседневной жизни. Также в радиолюбительской практике используются миниатюрные моторы, на основе которых, например, изготавливают небольшие электродрели. Чаще всего такие устройства получают питание от сети переменного тока через трансформатор и выпрямитель (см. рисунок 1).

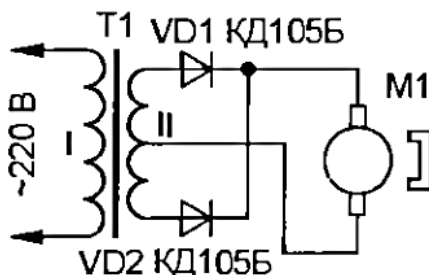


Рис. 1. Схема питания от сети переменного тока через понижающий трансформатор и выпрямитель

На практике часто бывает необходимо регулировать частоту вращения двигателя. Традиционные способы изменения напряжения питания с помощью регулируемых регуляторов постоянного тока, тиристорных или симисторных регуляторов и других устройств, подключенных между выпрямителем и двигателем, находят очень ограниченное применение, поскольку блок управления оказывается намного сложнее, чем сам источник питания [1].

Однако есть очень простой способ решить эту проблему. Его суть заключается в том, что сетевой трансформатор подключается к электросети через симисторный контроллер питания.

Следует подчеркнуть, что нужен симисторный (или двухполупериодный тиристорный) регулятор, и ни в коем случае нельзя использовать полупроводниковый тиристор - в этом случае, скорее всего, сгорят трансформатор и сам тиристорный регулятор. Поскольку ток в первичной обмотке трансформатора примерно в k (коэффициент трансформации) раз меньше тока во вторичной цепи, потери мощности

в самом контроллере невелики, и можно использовать «нормальный» контроллер с допустимым током 0,5...1А.

Выводы

Поскольку нагруженный трансформатор представляет собой практически чисто активный резистор, работа симисторного регулятора для такой нагрузки не имеет особенностей. Надежное управление двигателем с помощью симисторного регулятора обеспечивалось также половинным выпрямлением (отключением одного из диодов).

Таким же образом можно управлять и другими низковольтными нагрузками - паяльниками, лампочками и т. д. Привод упрощается, поскольку выпрямитель становится ненужным [2].

Список литературы:

1. Федотов А. И., Чернова Н. В., Ахметшин А. Р. Специальные вопросы проектирования распределительных электрических сетей напряжением 6–10 кВ: учеб. пособие // Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2015. – 120 с.
2. Климаш В. С. Регулировочные свойства, энергетические показатели и моделирование в среде Matlab выпрямителей и регуляторов переменного напряжения: учеб. пособие // Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре гос. технич. ун-т, 2015. – 115 с.

УДК 623.094

Алешин Александр Сергеевич

направление Радиотехника (магистратура), гр. РТм-11

Научный руководитель

Егошина Ирина Лазаревна

д-р техн. наук, профессор

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

СИСТЕМА ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ДРОНАМ

Цель работы – обзор систем противодействия дронам, обеспечивающих бесполетную зону для несанкционированных дронов над строго определенной территорией.

В настоящее время большинство стран мира активно создает перспективные образцы беспилотных летательных аппаратов (БЛА). Стали частыми случаи, когда при решении повседневных задач

предпочтение отдается роботизированной системе, нежели человеку, так как воздушные роботизированные комплексы (дроны) способны выполнять свои функции круглосуточно без перерыва на отдых и сон и являются в разы выносливее человека. В условиях высоких перегрузок, и там, где человеческий организм может не справиться с нагрузкой, дрон продолжает свою работу фактически бесперебойно. Также важным фактором является отсутствие человеческого воздействия, что гарантирует выполнение задания, согласно заложенной в компьютерный комплекс программе.

Беспилотные летательные аппараты являются высокоэффективным инструментом ведения войны. Их используют не только профессиональные армии, но и террористические и криминальные группировки. Основными противозаконными задачами беспилотных летательных аппаратов являются ведение разведки, доставка запрещенных грузов, а также нанесение ударов по объектам транспортной и энергетической инфраструктуры. Незначительные линейные размеры беспилотников снижают эффективность их обнаружения и противодействия им. Основными средствами борьбы с малоразмерными дронами являются комплексы радиоэлектронного воздействия на каналы управления. Для пилотирования беспилотников и выполнения ими полетного задания используются следующие каналы связи: канал приема сигнала управления от наземного пульта, обратный канал передачи данных к наземному пульту управления и канал спутниковой навигации. Подавление даже одного из этих каналов приводит к невозможности выполнения им задачи и к дезориентации дрона. Результат – принудительная посадка дрона или его возвращение на базу.

Защита от беспилотных летательных аппаратов необходима крупным инфраструктурным объектам (стадионам, вокзалам, аэропортам), а также частным секторам - для защиты от покушений на жизнь, здоровье и имущество.

Зачастую дроны применяются для шпионажа за государственными и коммерческими компаниями, а также военными объектами и строительными площадками.

Для борьбы с дронами используются несколько систем:

- Система выявления – оборудование сканирует частоты и ищет потенциально опасные каналы связи, по которым осуществляется управление квадрокоптерами и передача видео-картинки;
- Система подавления – канал связи с дроном дублируется и подменяется новыми инструкциями от системы противодействия.

Квадрокоптер уводится на безопасное расстояние, выводится из строя либо двигается по ложным координатам.

- Система мониторинга – интерфейс, помогающий быстро принимать решения по обеспечению защиты от квадрокоптеров.

Способы борьбы с дронами:

- Взлом. Беспилотники управляются дистанционно. Их пилоты могут находиться за тысячи километров в наземных пунктах управления. Пилот управляет самолётом через спутниковый канал передачи данных. Заглушив или перехватив канал связи, можно вмешаться в управление беспилотником. Канал связи может быть зашифрован, но часто и нет.

- Перехват. Более сложный метод заключается в использовании спутниковой тарелки, ТВ-тюнера и программы skygrabber, чтобы перехватить частоты беспилотника. Могут быть перехвачены как данные отправляемые со спутника на беспилотник, так и идущие в обратном направлении.

- Создание помех. Вещанием на частотах, используемых беспилотником, может быть оборвана связь с его оператором.

- Подделка сигналов GPS. Портативные GPS передатчики могут посылать ложные GPS сигналы и нарушить систему навигации БПЛА. Это можно использовать для направления беспилотника по траектории, на которой он разобьется или даже для перехвата и посадки на взлетно-посадочной полосе.

- Ослепление. Ослепить поисково-разведывательную аппаратуру (теле и ИК-камеры) дронов можно при помощи лазера даже не промышленной мощности.

- Электромагнитное излучение. В сети недавно появилась информация о создании для армии РФ электромагнитной гранаты, при подрыве которой «горит» вся электроника в определенном радиусе.

Выводы

В данной статье сделан обзор способов и методов противодействия беспилотным летательным аппаратам и дана оценка их эффективности. Анализ выявил, что противодействие и контроль за развертыванием беспилотных летательных аппаратов внутри контролируемых территорий является наименее обеспеченной областью со стороны безопасности. Вследствие было предложено усовершенствование системы противодействия беспилотным летательным аппаратам путем использования современных средств.

Список литературы:

1. Пат. РФ № 2497063. МПК F41H11/04. Способ противодействия выполнению задач беспилотным летательным аппаратом / Митрофанов Д.Г., Гаврилов А.Д., Майбуров Д.Г., Котов Д.В., Злобинова М.В. Заявл. 15.10.2012. Оpubл. 27.10.2013. Бюл. № 30.
2. Годунов А.И., Шишков С.В., Юрков Н.К. Комплекс обнаружения и борьбы с малогабаритными беспилотными летательными аппаратами. Сб трудов международного симпозиума «Надежность и качество – 2014». – Пенза: ИЗД во Пенз. ГУ, 2014. – Т. 1. – С. 90-95.
3. Пат. РФ № 149412. МПК F41H 11/02, F41H 13/00. Малогабаритный роботизированный комплекс для борьбы с малогабаритными беспилотными летательными аппаратами /Шишков С.В. Заявл. 25.02.2014. Оpubл. 27.12.2014. Бюл. № 36.

УДК 633/635

Аппакова Евгения Александровна

направление Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(бакалавриат), гр. ИТС-41

Научный руководитель

Ефимюк Дмитрий Сергеевич,

доцент кафедры радиотехники и связи

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар- Ола*

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПО СПУТНИКОВЫМ
ИЗМЕРЕНИЯМ**

Цель работы – рассмотреть задачи определения атмосферных параметров по данным спутниковых измерений в контексте общего подхода к использованию спутниковых СВЧ-радиометрических систем для дистанционного мониторинга системы «атмосфера - подстилающая поверхность».

На современном этапе развития спутниковые микроволновые радиометры эволюционировали в сложные комплексные радиотехнические системы, которые состоят из одной или нескольких радиометрических секций, общего антенно-фидерного устройства с системой коммутации и управления, систем сбора и первичной обработки данных.

Итоговой формой представления информации для конечного пользователя спутниковых данных, как правило, является одномерное,

двухмерное или трехмерное распределение заданных геофизических параметров в системе «атмосфера - подстилающая поверхность».

СВЧ-радиометрические системы делятся на два класса: трассовые приборы, измеряющие излучение вдоль проекции орбиты спутника, и приборы, позволяющие получать радиотепловые изображения системы «атмосфера поверхность» в широкой полосе обзора. Получаемая на борту спутника СВЧ-радиометрическая информация сбрасывается по телеметрическим каналам на наземные стационарные пункты, расположенные в различных районах планеты.

Процесс обработки спутниковых СВЧ радиометрических измерений условно можно разбить на три этапа:

- экспресс-анализ;
- нахождение яркостных температур системы «атмосфера - поверхность» как функции времени и географических координат (первичная обработка);
- определение параметров атмосферы путем совместного анализа данных о яркостной температуре во всех измерительных каналов (вторичная обработка).Рассмотрим более детально каждую из методик.

Экспресс-анализ. Цель этого этапа состоит в проверке работоспособности СВЧ-радиометрической аппаратуры и оценке её основных технических характеристик: разрешающей способности и флуктуационной чувствительности. Запись информационных сигналов на спутнике проводится в цифровом виде.

Целью первичной обработки является калибровка шкал СВЧ-радиометра, то есть установление взаимно однозначного соответствия между яркостной температурой исследуемого участка земной поверхности и измеренным значением выходного сигнала. По калибровочной ступеньке можно перевести записанный сигнал в шкалу антенных температур и осуществлять контроль стабильности коэффициента усиления и опорных уровней.

Этап вторичной или тематической обработки данных включает в себя определение геофизических параметров системы «атмосфера-поверхность», в том числе построение карт полей метеопараметров. Для количественного определения метеопараметров применяются методы решения обратной задачи. Для более оперативной обработки большого объема экспериментальных данных применяется метод, основанный на нахождении прямых регрессионных зависимостей между вариациями геофизических параметров и изменениями выходных сигналов СВЧ-радиометров. Для построения этих зависимостей используется априорная информация о пространственных распределениях искомых

параметров. Преимуществом этого метода является отсутствие необходимости приведения показаний СВЧ-радиометров к шкале яркостных температур.

Основной вариант вторичной обработки данных для современных сканирующих радиометров, как правило, основан на использовании регрессионных соотношений между определяемым атмосферным параметром и комбинацией яркостных температур.

Для получения радиотепловых изображений обычно используется режим «конического вращения луча с постоянным углом наклона к вертикальной оси аппарата». В базовой конструкции наиболее современного поколения аппаратуры (AMTS) для восстановления атмосферных профилей температуры и влажности, а также параметров облачности и осадков, используются измерения в 22-х рабочих диапазонах с разнесенными частотами и полосами пропускания в интервале от 23 до 184 ГГц. Период равномерного кругового вращения двухзеркальной системы (вокруг оси параллельной продольной оси спутника) составляет 8/3 с, угловой диапазон съемки $\pm 52,73^\circ$ от надира, число позиций при съемке - 96, угловое расстояние между соседними позициями - $1,11^\circ$. Угловая ширина диаграммы направленности антенны меняется в пределах от $5,2^\circ$ (по уровню 3 дБ) для низкочастотных и до $1,1^\circ$ для высокочастотных каналов. Одним из эффективно работающих на орбите систем ДЗЗ является СВЧ-радиометрический комплекс SSMIS (Special Sensor Microwave Imager Sounder), предназначенный для установки на американские спутники по программе DMSP (Defense Meteorological Satellite Program). Спутники данной серии имеют солнечно-синхронную, близкую к полярной, орбиту. Глобальное покрытие Земли одним аппаратом обеспечивается за трое суток, неполное — за одни сутки.

Другой спутник TRMM предназначен для получения оперативной суточной информации о тропических осадках, которые важнейшую роль в формировании погоды и климата. Девять каналов ТМІ позволяют одновременно восстанавливать информацию о температуре поверхности океана, скорости приводного ветра, влагозапасе атмосферы, водозапасе облаков, интенсивности дождя и т. д. В мультиспектральную систему входят метеорологический радиолокатор PR (Precipitation Radar) с электронным сканированием луча на частоте 13,8 ГГц; пятиканальный сканирующий радиометр; измеритель яркости облаков LIS (Lighting Imaging Sensor) и датчик для измерения характеристик радиационного баланса CERES (Radiation budget instrument).

Основной вариант вторичной обработки данных для современных сканирующих радиометров, как правило, основан на использовании регрессионных соотношений между определяемым атмосферным параметром и комбинацией яркостных температур, составленных из различных спектральных и поляризационных каналов. Модельные расчеты яркостной температуры проводятся с использованием эмпирической входной информации о температуре поверхности моря, скорости приводного ветра, влагосодержании атмосферы и значениях других геофизических параметров, полученных при измерениях на полигонах, судах, с помощью дрейфующих буев и метеорологических радиозондов. В расчетах яркостной температуры учитываются новые данные о спектрах поглощения в кислороде и водяном паре, диэлектрической проницаемости пресной и соленой воды. Таким образом, еще до запуска космического аппарата, с использованием большого массива данных, создаётся предварительная версия алгоритма восстановления атмосферных параметров. Ее дальнейшая отработка происходит уже в процессе эксплуатации на орбите, на основе сравнения с данными реперных участков и калибровочных полигонов. Существенной проблемой остаются трудности, обусловленные отсутствием данных о распределении осадков внутри элемента разрешения, а также учет нелинейной зависимости яркостной температуры от интенсивности осадков.

Выводы

Приведенные примеры подтверждают эффективность применения спутниковой СВЧ-радиометрии. Ожидаемое улучшение показателей пространственной и радиометрической чувствительности за счет совершенствования СВЧ-радиометрической техники, наряду с развитием методики измерений, должно обеспечить дальнейший рост возможностей дистанционного зондирования Земли с помощью средств спутниковой СВЧ-радиометрии. для исследования крупных и мезомасштабных процессов в атмосфере.

Ожидаемое улучшение показателей пространственной и радиометрической чувствительности за счет совершенствования СВЧ-радиометрической техники, наряду с развитием методики измерений, должно обеспечить дальнейший рост возможностей дистанционного зондирования Земли с помощью средств спутниковой СВЧ-радиометрии.

Список литературы:

1. Кутуза Б.Г., Яковлев О.И., Данилычев М.В. Спутниковый мониторинг Земли: Микроволновая радиометрия атмосферы и поверхности. — М.: Ленанд, 2016. — С. 284-313 с.
2. Захаров А.И., Яковлев О.И., Смирнов В.М. Спутниковый мониторинг Земли. Радиолокационное зондирование поверхности. М.: Красанд/URSS. 2012. 260 с.
3. Яковлев О.И., Якубов В.П., Урядов В.П., Павельев А.Г. Распространение радиоволн. М.: Ленанд/URSS. 2009.496 с.
4. Барсуков И.А., Никитин О.В., Стрельцов А.М. и др. Предварительная обработка данных СВЧ радиометра МТВЗА-ГЯ КА МЕТЕОР-М //Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т.8. №2. С.257.

УДК 004.514

Ахтулов Илья Иванович

направление Управление в технических системах (магистратура), гр. УИТСм-21

Научный руководитель

Курасов Павел Александрович,

канд. тех. наук доцент кафедры проектирования и производства ЭВС
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ИССЛЕДОВАНИЯ ТОЧНОСТИ ВОСПРИЯТИЯ СКОРОСТИ
ДВИЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ЧЕЛОВЕКОМ В УСЛОВИЯХ ВИРТУАЛЬНОЙ
РЕАЛЬНОСТИ**

Введение. В рамках данной работы будут рассмотрены методы исследований, которые помогут человеку более точно определить скорость движения объектов в виртуальной среде. Данная тема актуальна, так как без сомнения, наше существование сегодня стало сильно зависимо от передовых технологий. Недавним новшеством в нашем индустриальном мире стала виртуальная реальность. Гаджеты могут воздействовать на все органы чувств человека, что создаёт ещё больший эффект нахождения в искусственной реальности. Также гарнитуры могут содействовать напрямую с нервной системой. Виртуальная реальность — это некий искусственно созданный мир,

который человек может ощутить с помощью своих сенсорных и осязательных систем.

Целью представленной работы является разработка эффективных методов и средств для точного восприятия скорости движения объектов человеком в условиях виртуальной реальности.

На сегодняшний день все чаще применяется виртуальная реальность в разных профессиях и при профотборе специалистов, находящихся в окружении мобильных объектов, например, при работе на сборочных линиях, при обучении пилота действиям в условиях чрезвычайных ситуаций или при обучении водителя вождению автотранспорта [1]. Особую проблему при профотборе специалистов при помощи VR-приложений и тренажеров представляет не правильное восприятие скорости движущихся объектов.

Восприятие — очень важный аспект VR, потому что оно связано с погружением, присутствием и укачиванием — основными понятиями в разработке VR-приложений. Более того, восприятие может отличаться от реальности, и им можно манипулировать. Восприятие виртуального мира отличается от восприятия реальности. Даже если виртуальное пространство полностью копирует реальное. Это заметно, например, по тому, как человек ориентируется в пространстве.

Ориентация в пространстве включает в себя понимание размеров объектов, дистанций до них, скоростей движения и так далее. Многие исследователи VR находили большие отличия в восприятии дистанций и даже скоростей в виртуальном мире по сравнению с реальным. Мы не знаем точных причин этого

Поэтому, данная работа направлена на исследование точности восприятия скорости объектов в условиях виртуальной реальности. Существует два объяснения тому что восприятие виртуального мира отличается от настоящего [2]:

Во-первых, качество изображения шлемов виртуальной реальности слишком низко для системы восприятия человека. Так что ориентация в пространстве улучшится, когда увеличится разрешение изображения.

Во-вторых, есть много способов, которыми мы пользуемся, чтобы определить расстояние до объекта или его скорость: тени, отражения, параллакс движения или приборы измерения скорости.

Восприятие - это базовая способность, необходимая для повседневной деятельности и позволяющая нам взаимодействовать с окружающей средой и регулировать свой организм.

Однако эта способность может ухудшиться по различным причинам, что негативно повлияет на работу и личную жизнь человека.

Упражнения на восприятие, а именно восприятие скорости могут помочь развить способность к восприятию у детей, подростков, взрослых и пожилых людей для лучшей адаптации к повседневной жизни. Чтобы помочь нашему мозгу улучшить когнитивные способности, связанные с восприятием скорости, нужно тренироваться

Техника решения.

Решением данной проблемы является создание VR-приложения и разработка методов проведения исследования. Для реализации способа оценки восприятия скорости объекта человеком по разработана компьютерная программа тестирования.

Будет составлена группа для эксперимента (10-15 человек), каждый в порядке очереди будет сначала оценивать скорость без очков VR, затем в очках (среда Unit).

Структурная схема для определения точности восприятия скорости предоставлена на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема для определения точности восприятия скорости

При разработке метода проведения исследования необходимо выделять три этапа проведения это: этап регистрации испытуемого, этап проведения измерений и этап обработки полученных результатов тестирования.

При разработке тестовых заданий необходимо использовать специальное программное обеспечение, позволяющее быстро и качественно алгоритмически реализовывать отображение тестовых объектов, проводить статистический анализ полученных результатов.

Использование персонального компьютера позволяет обеспечить удобный пользовательский интерфейс для разрабатываемых приложений, проводить статистическую обработку результатов измерений с использованием известных пакетов прикладного программного обеспечения.

Так же будут использоваться очки (шлемы) виртуальной реальности - это устройства, в которых непосредственно перед глазами человека расположен дисплей. Однако их применяют не только для просмотра кинофильмов, виртуальных аттракционов и для гейминга, а также и для использования виртуальной реальности в обучении и производстве. Это

устройство показывает человеку красивую картинку, создает звуковые эффекты и следит за поворотом головы пользователя, отзываясь на малейшие движения его тела.

Алгоритм работы устройства предусматривает регистрацию операторов, проходящих обучение, в базе данных, ведение протокола испытаний и хранение результатов исследований.

На этапе регистрации курсанта в базе данных (БД) сохраняется ФИО, возраст, пол испытуемого, наименование учебного заведения, номер студенческого билета.

Для выгрузки из базы данных всей информации реализована выгрузка на внешний носитель – флэш-карту.

Список литературы:

1. Мучкин Д. Человеческое восприятие и VR [Электронный ресурс]/URL: <https://dtf.ru/gamedev/12304-chelovecheskoe-vospriyatie-i-vr> (дата обращения: 01.11.2020).
2. Иванова А. В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения //Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2018. – №. 3 (108).

УДК 621.396

Брыгина Татьяна Олеговна

направление Радиоэлектронные системы и комплексы (специалитет),
гр. РСК-21

Научный руководитель

Евдокимов Алексей Олегович,

канд. техн. наук, доцент кафедры радиотехнических и медико-биологических систем

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

**ОРГАНИЗАЦИЯ ЦИФРОВОГО ПРОСТРАНСТВА В НАЦИОНАЛЬНОМ
МУЗЕЕ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ С RFID-
МЕТКАМИ**

Цель работы – разработка системы бесконтактной идентификации, учета и отслеживания объектов на основе технологии RFID-меток.

4 ноября 2020 года исполняется 100 лет со дня образования в составе РСФСР Автономной области марийского народа (ныне Республика Марий Эл). Национальный музей имени Евсеева был открыт 4 марта 1920 года и также отмечает 100-летний юбилей. Музей — свидетель

целой эпохи [1]. История его основания тесно связана с именем Т.Е.Евсеева, известного краеведа, этнографа, исследователя культуры и быта народа мари, педагога. За минувшие годы, благодаря подвижничеству и энтузиазму многих поколений сотрудников – в музее собраны богатейшие коллекции археологических и этнографических находок, произведений декоративно-прикладного искусства, рассказывающие об истории, самобытной культуре и традициях проживающих в республике народов.

Однако, сегодня, музей в своём привычном формате сейчас практически изживает себя, превращаясь в мультимедийный центр. Национальный музей имени Евсеева — это целый комплекс. В него входит шесть площадок, и все они разные. В настоящее время, заканчивается реставрация залов и экспозиций музея, сотрудники и руководство музея выражают уверенность по поводу увеличения интереса к новым экспозициям. При определенных обстоятельствах он может не просто стать популярным и посещаемым местом, но и дать толчок развитию города и Республики Марий Эл в целом.

По статистике [2] за прошедший год старейший музей республики посетили около 140 тысяч человек. Применение новых технологий, а также предлагаемая концепция комплексного использования современных технологий позволит привлечь новых посетителей, раскрыть и углубить контекст восприятия экспонатов, вовлечь посетителей в прямое взаимодействие с предметами искусства и экспонатами музея.

Методы автоматической идентификации объектов с каждым годом используется все чаще [3]. С помощью технологии Radio Frequency IDentification (RFID) как правило, проводят сверку наличия имущества организации и состояния финансовых обязательств, автоматизируют производственные процессы, устанавливают подлинность объектов, отслеживают логистику поставок. Технология и системы на их основе постоянно совершенствуется, используются для маркировки и автоматизированной идентификации продукции и других сущностей. RFID является усовершенствованным алгоритмом радиолокационного опознавания «свой-чужой». Аппаратно-программный технический комплекс для автоматического поиска отличий использует радиоволны определенной частоты. Данные хранятся в специальной метке, которую можно принимать, а затем дешифровать удаленно с помощью специальных считывателей. Принцип работы RFID-системы представлен на рисунке 1. [4]

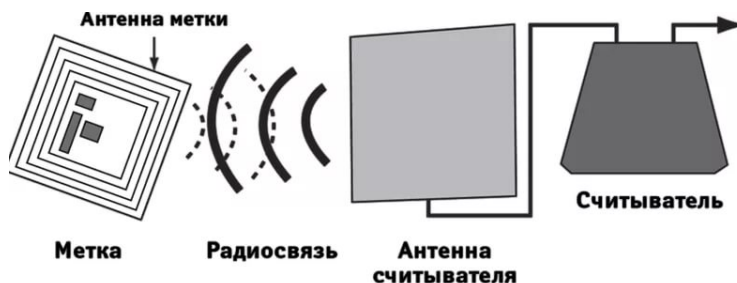


Рис. 1. Принцип работы RFID-системы

При проектировании системы бесконтактной идентификации, учета и отслеживания объектов на основе технологии RFID-меток в национальном музее им. Т.Е. Евсеева функциональное назначение системы заключается в необходимости контролировать наличие в помещении выставочных образцов (экспонатов\оборудования), либо проведении регистрации участников конференции (посетителей выставки) с учетом разграничения права доступа в определенные помещения и отслеживании перемещение объектов.

Для маркировки экспонатов необходимы *RFID* метки и, соответственно, *RFID* принтер. Это же оборудование необходимо для оформления карт доступа в помещения.

Для контроля доступа в помещение выставочного зала на входе необходимо установить порталный *RFID* считыватель. Для контроля за местоположением экспонатов и перемещениями посетителей выставки необходимы потолочные *RFID* считыватели. Для оперативного контроля необходим переносной (ручной) *RFID* считыватель (сканер). Для обеспечения передачи информации с ручного считывателя необходима точка беспроводного доступа.

Диспетчерский центр может располагаться в любом помещении, в том числе и удаленно. Предлагаемый вариант размещения оборудования системы на 1 этаже музея представлена на рис. 2.



Рис. 2. Размещение оборудования системы радиочастотной идентификации в помещениях 1-го этажа

Для хранения информации необходим сервер базы данных. Автоматизированные рабочие места необходимы, как минимум, на стойке регистрации (для оформления гостевых пропусков, или электронных билетов), в комнате охраны и в помещении серверной.

Для взаимодействия всех компонентов системы необходим коммутатор, предпочтительно с функциями маршрутизатора.

Общая сумма затрат по смете на внедрение RFID системы составит 1,4 млн. рублей, общая сумма эксплуатационных расходов составляет 233 тыс.рублей в год. Окупаемость менее 2 лет.

Список литературы:

1. Старейшему музею Марий Эл исполнилось 100 лет: Режим доступа [Электронный ресурс]
2. Национальный музей Республики Марий Эл им. Т. Евсеева: Режим доступа [Электронный ресурс] – URL: <http://www.museum.ru/M1262>
3. RFID-технология: что это такое. Применение RFID: Режим доступа [Электронный ресурс] – URL: <https://yoshkar-ola.lcbit.ru/blog/rfid-tehnologiya-chto-eto-takoe/>
4. Rfid система принцип работы: Режим доступа [Электронный курс].

Волков Кирилл Александрович,
направление Электроника и наноэлектроника, гр. ЭиНЭм-11

Научный руководитель **Попов Иван Иванович,**
доктор физ-мат. наук, профессор кафедры конструирования
и производства радиоаппаратуры
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»
г. Йошкар-Ола*

ГЕНЕРАТОР ПРОДОЛЬНОГО ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ НАПОЛНЯЕМОСТИ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ЛОВУШЕК ЭКСИТОНОВ И ТРИОНОВ

Цель работы – разработать и изготовить высокочастотный генератор продольного переменного магнитного поля, с возможностью корректировки частоты, для воздействия на тонкую пленку оксида цинка с последующим ее изучением.

Для исследования зависимости наполняемости ловушек экситонов и трионов от переменного электромагнитного поля в тонких пленках оксида цинка, полученных методом магнетронного распыления, необходимо разработать и изготовить генератор переменного электромагнитного поля, способный работать на высоких частотах, вплоть до 150 МГц [1].

Переменное магнитное поле порождается катушкой индуктивности, являющейся составной частью LC-контура разрабатываемого генератора. В соответствии со вторым правилом правой руки, а также если длина катушки соленоида значительно больше диаметра катушки, то при подаче на него электрического тока создается магнитное поле, направление которого показано на рисунке 1.

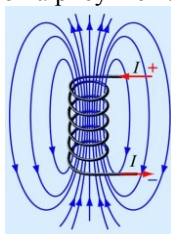


Рис.1. Направление ток и силовых линий в соленоиде

При работе с LC-контуром на высокой частоте возникает ряд ограничений, проявляющийся в конструктивных особенностях генератора. Рассмотрим их подробнее.

Частота резонанса колебательного контура определяется формулой:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1)$$

Как видно из формулы 1 для получения максимальной частоты резонанса необходимо использовать конденсатор с минимальной емкостью и соленоид с минимальным значением индуктивности.

Для возможности изменения частоты резонанса задействуем подстроечный конденсатор с минимально возможной емкостью около 5 пФ. С учетом погрешностей и вносимых емкостей самой схемы, выразим из формулы 1 и рассчитаем индуктивность соленоида исходя из емкости конденсатора в 10 пФ для максимальной частоты резонанса 150 МГц:

$$L = \frac{1}{4\pi^2 f^2 C} = \frac{1}{4 * 9,86 * 22,5 * 10 * 10^3} = 0,11 \text{ мкГн}$$

Таким образом, для настройки контура на максимально требуемую для исследования частоту используем подстроечный конденсатор 5-40 пФ и соленоид индуктивностью 0,11 мкГн. Изменение частоты в значительно меньшую сторону производим добавлением конденсаторов постоянной емкости.

Основным параметром соленоида помимо индуктивности является добротность, которая показывает качество работы в цепи переменного тока. Для получения устойчивых колебаний и однородного электромагнитного поля необходимо получить катушку с максимальным значением добротности. Величина добротности определяется выражением:

$$Q = \frac{X_L}{R} = \frac{2\pi f L}{R} \quad (2)$$

X_L – индуктивное сопротивление;

R – активное сопротивление катушки, Ом.

Под активным сопротивлением катушки подразумеваются потери, которые определяются:

- Потерями в проводнике;
- Потерями в сердечнике на перемагничивание;
- Потерями в диэлектрике;
- Потерями, обусловленными высокой частотой.

К потерям на высокой частоте относят скин-эффект и эффект близости.

Под скин-эффектом подразумевается вытеснение тока в поверхностные слои провода, что уже заметно на частотах в несколько сотен Герц. Для минимизации влияния используют провода с серебряным покрытием [2].

Эффект близости проявляется во взаимном влиянии витков катушки друг на друга, что приводит к вытеснению тока под воздействием вихрей. Для устранения эффекта отношение шага намотки к диаметру должно быть не менее 2.

Потери в проводнике определяются сопротивлением провода:

$$R = \frac{\rho l}{S} \quad (3)$$

Из формулы 3 видно, что для уменьшения сопротивления и, как следствие, потерь в контуре, необходимо использовать медный провод большого сечения. Исходя из конструктивных возможностей печатной платы, оптимальным значением сечения является $19,63 \text{ мм}^2$ (диаметр 5 мм). Использование более толстого провода приведет к сложностям монтажа катушки и увеличению дополнительных емкостей.

Таким образом, необходимая для генератора высокодобротная катушка индуктивности должна обладать следующими характеристиками:

- Материал катушки – медь;
- Сердечник – отсутствует;
- Сечение провода – $19,63 \text{ мм}^2$;
- Отношение шага намотки к диаметру – не менее 2.

Опираясь на представленные данные, вычислим число витков катушки, необходимых для получения индуктивности $0,11 \text{ мкГн}$. Число витков для катушки без сердечника:

$$W = \sqrt{\frac{L(\frac{l}{d} + 0,44)}{0,001d}} \quad (4)$$

W – число витков, шт;

d, l – диаметр и длина катушки, мм

L – индуктивность, мкГн

$$W = \sqrt{\frac{0,11(\frac{65}{36} + 0,44)}{0,001 * 36}} \approx 3 \text{ витка}$$

Диаметр каркаса был установлен опытным путем и составляет 20 мм, диаметр провода по изоляции 8 мм.

Для включения LC-контура была выбрана схема, представленная на рисунке 2. Отвод катушки выполнен от середины. Транзисторы 2N2222, с граничной частотой передачи тока 250 МГц.

Разработана печатная плата устройства, осуществлен печатный монтаж компонентов. Внешний вид устройства показан на рисунке 3.

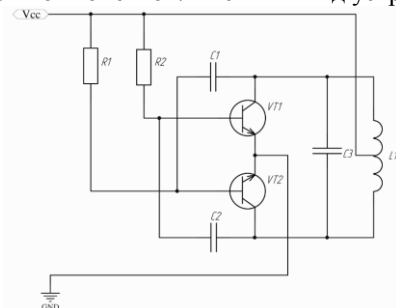


Рис. 2. Схема включения LC-контура



Рис. 3 . Прототип устройства

Проведенные измерения осциллографом показали максимальную частоту резонанса 110 МГц.

Вывод.

Разработан и изготовлен генератор переменного электромагнитного поля для воздействия на тонкие пленки оксида цинка с последующим их изучением. Опытным путем было установлено, что емкость, вносимая схемой и самой катушкой, оказалась выше, чем закладывалось на этапе расчетов частоты резонанса колебательного контура. Необходимо уменьшить число витков катушки.

Список литературы:

1. Минеев Д.В., Попов И.И., Мороз А.В. Технологические подходы к построению модуляторов мемристорных свойств оксида цинка на основе процессов, протекающих в кванторазмерных объектах в виде ловушек экситонов // Материалы Пятнадцатой международной научной школы «Наука и инновации-2020» ISS «SI-2020 / Йошкар-Ола, 2020, С.65-66.
2. Иванов-Цыганов А.И. Электротехнические устройства радиосистем: учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Выс. Школа, 1979. – 304с.

Герасимец Роман Александрович, Тихонова Яна Валентиновна
направление Радиоэлектронные системы и комплексы (специалитет),
гр. РСК-41

Научный руководитель:
Смирнова Галина Ивановна,
канд. пед. наук, доцент кафедры радиотехнических и медико-биологических
систем
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ВЫБОР МЕТОДА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИМУЛЯТОРА БЕСПИЛОТНИКА

Цель работы

Провести краткий обзор существующих методов определения объектов в пространстве и выбрать наиболее приемлемый для моделирования симулятора беспилотника.

Актуальность темы

Беспилотные летательные аппараты все более широко входят в нашу повседневную жизнь и их функции расширяются с каждым днем. Для уменьшения временных затрат на производство, тестирования, работоспособности беспилотников и иные цели активно используются их симуляторы. При их моделировании основной является задача определения положения и ориентации трехмерных объектов с использованием систем технического зрения. Данная задача решается во многих областях. Поэтому актуальной является задача обзора



Рис. 1. Радиолокационное изображение местности

существующих методов определения ориентации объектов в пространстве и выбора наиболее приемлемого для целей исследования.

Методы определения положения и ориентации трехмерных объектов в пространстве

Существующие подходы к определению положения и ориентации трехмерных объектов в пространстве можно

разделить на две группы: неоптические (электромагнитные, механические, инерционные, акустические и гибридные) и оптические. Рассмотрим два метода, наиболее близких к теме нашего исследования. Наиболее перспективным из неоптических методов является радиовидение.

Радиовидение - получение видимого изображения объектов посредством радиоволн (рис. 1); помогает для изучения строения объектов, непрозрачных в оптическом диапазоне наблюдения и волн объектов, находящихся в оптически непрозрачной среде [1]. Чаще всего радиоизображения объектов приобретают способом сканирования приёма и узкого пучка радиоволн отражённых от объекта сигналов. Предстоящее развитие радиовидения идёт в направлении применения правил голографии, и получения цветных изображений.

Среди оптических методов все большую популярность приобретает *метод лазерного сканирования*, ввиду его высокой скорости получения данных, точности и меньшей стоимости. Данный метод является наиболее высокоточным на сегодняшний день и позволяет моделировать объекты с воздуха с точностью до одного сантиметра. Исследование с применением лидаров начинается с прокладки маршрута при помощи GPS. На этом этапе определяются скорость и высота полета. На БПЛА устанавливается лазерный 3D-сканер, который излучает лазерные лучи, а встроенный в систему датчик исчисляет время, необходимое для того, чтобы лазерный импульс оттолкнулся от поверхности и вернулся обратно. Таким образом, принцип работы лазерного сканера похож на радиолокацию. Сегодня ни один другой метод дистанционного зондирования не позволяет получать одновременно и видимую поверхность, и истинную поверхность рельефа [2]. По окончании работ все полученные данные преобразовываются в трехмерное облако точек, которые позволяют воссоздать точную цифровую копию ландшафта (рис. 2). На рисунке можно видеть, как автоматически выставляется расцветка по высоте (от синего к красному) в поле видимости.

Таким образом, в целях симуляции БПЛА лучше всего брать за основу метод лазерного сканирования.

Данные подходы применяются в реальных БПЛА, а для их симуляции необходимо реализовать эти методы положения и ориентации трехмерных объектов в пространстве в компьютерные программы, т.е. необходимо найти аналог рассмотренных методов в цифровой среде. Другими словами, надо рассмотреть методы визуализации.

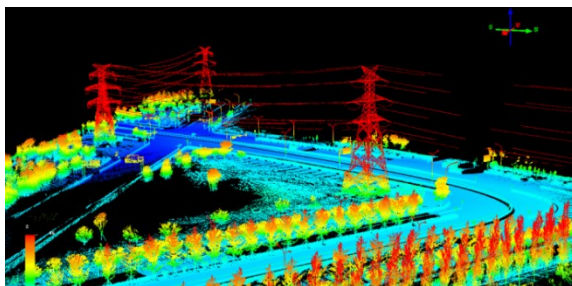


Рис. 2. Результат лазерного сканирования местности

Методы визуализации

Визуализация (англ. Rendering) – процесс получения изображения по модели с помощью компьютерной программы. Здесь модель – это описание объектов или явлений в виде структуры данных. Все методы визуализации можно разделить на четыре группы [3].

Растеризация (англ. rasterization) совместно с методом сканирования строк (Scanline rendering (англ.)). Визуализация производится проецированием объектов сцены на экран без рассмотрения эффекта перспективы относительно наблюдателя. Данный метод является достаточно быстрым, однако уступает другим методам в качестве.

Ray casting (рейкастинг) (англ. ray casting). Сцена рассматривается, как наблюдаемая из определённой точки. Из точки наблюдения на объекты сцены направляются лучи, с помощью которых определяется цвет пиксела на двумерном экране. При этом лучи прекращают своё распространение (в отличие от предыдущего метода), когда достигают любого объекта сцены либо её фона. Возможно использование каких-либо очень простых способов добавления оптических эффектов. Эффект перспективы получается естественным образом в случае, когда бросающиеся лучи запускаются под углом, зависящим от положения пиксела на экране и максимального угла обзора камеры [4]. Данный метод является наиболее оптимальным: обеспечивает требуемое качество, затрачивая меньшее количество ресурсов.

Трассировка лучей (англ. ray tracing) похожа на метод рейкастинга. Из точки наблюдения на объекты сцены направляются лучи, с помощью которых определяется цвет пиксела на двумерном экране. Но при этом луч не прекращает своё распространение, а разделяется на три луча-компонента, каждый из которых вносит свой вклад в цвет пиксела на двумерном экране: отражённый, теневой и преломлённый. Количество таких компонентов определяет глубину трассировки и влияет на

качество и фотореалистичность изображения. Благодаря своим концептуальным особенностям, метод позволяет получить очень фотореалистичные изображения, однако из-за большой ресурсоёмкости процесс визуализации занимает значительное время.

Трассировка пути (англ. path tracing) использует похожий принцип трассировки распространения лучей, однако этот метод является наиболее приближённым к физическим законам распространения света. Также является самым ресурсоёмким. Отличительным достоинством данного изображения является «мягкость» теней и «гладкость» освещения, неприсущие изображению, полученному при трассировке лучей.

Для определения объекта в пространстве наиболее подходящим методом из выше перечисленных является рейкастинг, так как он позволяет выполнять необходимые задачи с минимальными затратами ресурсов и достаточным качеством.

Вывод

По результатам обзора на сегодняшний день воздушное лазерное сканирование является самым эффективным методом получения геопространственных данных, а для визуализации результатов в цифровой среде – метод рейкастинга, который будет использоваться для моделирования симулятора беспилотника.

Список литературы:

1. Радиовидение. [Электронный ресурс]. URL: <http://australianembassy.ru/radiovidenie/> (дата обращения 15.07.2020)
2. Беспилотник с лазером на борту. [Электронный ресурс]. URL: <https://rostec.ru/news/bespilotnik-s-lazerom-na-bortu/> (дата обращения 22.06.2020)
3. Что такое рендер или рендеринг. [Электронный ресурс]. URL: <https://cgaward.com.ua/publikacii/novosti/cto-takoe-render-ili-rendering.html> (дата обращения 25.06.2020)
4. Как работает технология рейкастинг. [Электронный ресурс]. URL: <https://tech-geek.ru/ray-tracing/> (дата обращения 12.07.2020)

Денников Василий Михайлович,

Направление Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(магистратура), гр. ИТСм-21

Научный руководитель

Елсуков Алексей Александрович,

канд. техн. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический
университет»*

ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ФАЗОКОДО МАНИПУЛИРОВАННОМ СИГНАЛЕ.

Введение. Способность радиоволн отражаться от ионосферы Земли обеспечивает уникальные свойства систем связи. Отражение сигналов на высотах 100-350 км позволяет организовать связь на несколько сотен километров, что является актуальным, когда передатчик и приемник разделены очень сложным рельефом местности. Это свойство дает возможность декаметровая радиосвязи до настоящего времени играть важную роль. В связи с этим встает актуальный вопрос использования фазокода манипулированного в сфере зондирования ионосферы.

Цель работы – изучение фазокода манипулированных сигналов, их свойств и устройств их формирования и обработки.

ФКМ - импульс – это прямоугольный радиоимпульс в внутренней фазокодовой манипуляцией высокочастотного заполнения [1]. Манипуляция – это тоже что и модуляция при скачкообразном изменении параметров. ФКМ - импульс представляет собой совокупность, примыкающих друг к другу, прямоугольных радиоимпульсов с одинаковой длительностью $\tau_{\text{и}}$, одинаковой амплитудой и одинаковой частотой заполнения.

Одним из типичных ФКМ сигналов можно назвать - код Баркера. Он примечателен тем, что его автокорреляционная функция имеет минимальный уровень боковых лепестков, что положительно сказывается на результатах обнаружения полезного сигнала на фоне помех и, конечно же, точности определения координат цели. Последовательность Баркера в математике — это числовая последовательность, где каждый элемент равен +1 или -1. Сам код может быть 2-х, 3-х, 4-х, 5-ти, 7-ми, 11-ти и 13-ти позиционным (таблица 1).

Таблица 1. Коды Баркера.

№	Код Баркера													
2	+1	-1												
3	+1	+1	-1											
4	+1	+1	-1	+1										
5	+1	+1	+1	-1	+1									
7	+1	+1	+1	-1	-1	+1	-1							
11	+1	+1	+1	-1	-1	-1	+1	-1	-1	+1	-1			
13	+1	+1	+1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	

Сжатый сигнал с точностью до постоянного множителя повторяет задержанную во времени копию автокорреляционной функции сигнала и содержит в своем составе основной пик и боковые лепестки (рис. 1). Основной пик является полезным сигналом, а боковые лепестки – помехи, которые маскируют основные пики сжатых сигналов с меньшей энергией, а также могут быть приняты за ложные цели. Задача уменьшения УБЛ сжатых сигналов является актуальной. [2].

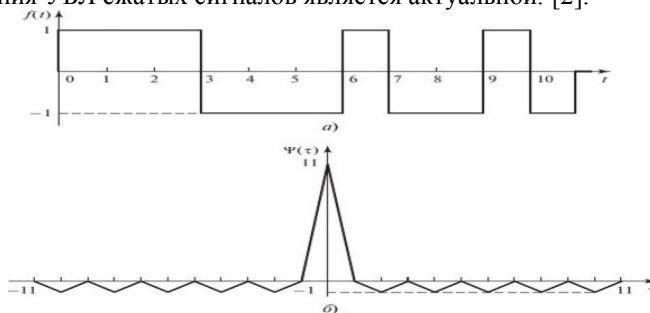


Рис. 1. Пример ФКМ сигнала при использовании 11-ти позиционного кода Баркера.

Устройства формирования и сжатия ФКМ - сигналов находят применение в широкополосных системах связи, радиолокации, в устройствах идентификации объектов.

Далее разберем метод измерения дальности с фазокодовой манипуляцией (рис.2).

Передатчик РЛС генерирует непрерывные колебания постоянной частоты, которые излучаются в направлении цели. Начальная фаза этих колебаний изменяется по определенному двоичному коду. При этом значение кода «0» соответствует сохранению начальной фазы, а значение «1» - изменению начальной фазы на 180° [3].

Период повторения модулирующего кода T_k определяется максимальной дальностью действия РЛС по формуле:

$$T_k = 2D_{\max} / c, \text{ где}$$

$D_{\max}$ – максимальная дальность действия РЛС, км;

c – скорость света, м/с.

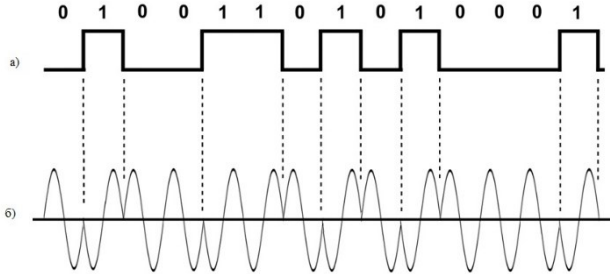


Рис 2. Метод измерения дальности с фазокодовой манипуляцией
а) модулирующий код; б) модулированный сигнал

Длительность кодового интервала τ_k выбирается из соображений необходимой потенциальной разрешающей способности РЛС по дальности, которая определяется по известной формуле:

$$\delta D_p = \tau_k c / 2, \text{ где}$$

δD_p – разрешающая способность РЛС по дальности, км;

τ_k – длительность интервала кодового сигнала, сек;

c – скорость света, сек.

Отраженный от цели фазокодо манипулированный сигнал повторяет код излучаемого сигнала, но по сравнению с ним является задержанным на время запаздывания t_b . Излучаемый сигнал играет роль опорного сигнала и задерживается по времени линией задержки. Меняя задержку опорного сигнала, совмещают коды излучаемого и отраженного сигналов. В результате фазовая манипуляция сигналов компенсируется и на выходе смесителя выделяется немодулированный сигнал. При этом установленное время задержки опорного сигнала равно времени запаздывания отраженного сигнала t_b и соответствует измеряемой дальности.

Достоинства метода измерения дальности с фазокодовой манипуляцией [4]:

1. Обеспечивает высокую помехозащищенность РЛС;
2. Позволяет осуществить селекцию целей по скорости;

3. Позволяет осуществить селекцию целей по дальности;
4. По сравнению с импульсным методом с внутриимпульсной фазовой манипуляцией позволяет получить большую дальность действия РЛС при одинаковой мощности излучения, т.к. использует непрерывный сигнал.

Преимущества использования ФКМ - сигналов.

В радиолокационной технике:

- увеличение дальности действия радиолокационных станций за счет увеличения отношения сигнал/шум.

В широкополосных системах связи:

- секретность передачи информации;
- устойчивость к организованным помехам;
- возможность одновременного доступа для нескольких абонентов.

Выводы

Выбор сигнала и степень сложности его модулирующей функции определяется в первую очередь характером задач. Применение достаточно сложного ФКМ - сигнала требует создания сложной аппаратуры, что приведет к существенному возрастанию цены конструкции, но и позволит создать универсальные блоки, которые можно будет использовать для различных целей.

Наиболее перспективным в настоящее время, следует считать построение устройств формирования и обработки радиосигналов сложной структуры для радиолокационной аппаратуры, на основе высокоскоростных сигнальных процессоров, работающих с тактовыми частотами в несколько гигагерц. Структурная схема при таком подходе становится предельно простой. Это линейный усилитель мощности, малошумящий линейный усилитель приемника и процессор с периферийными устройствами. Такая схема позволяет не только практически полностью реализовать свойства сигналов, заложенные в их тонкую структуру, но и создавать технологично простые в настройке радиолокационные системы, обработка информации в которых строится на основе оптимальных алгоритмов.

Список литературы

1. Бакулев, 77. А. Радионавигационные системы : учебник / П. А. Бакулев, А. А. Сосновский. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Радиотехника, 2011. — 272 с.
2. Липкин И.А. статическая радиотехника. Теория информации и кодирования. / И.А.Липкин. - М.: Вузовская книга, 2002.
3. Формирование и обработка сложных сигналов: методические указания / Н.П. Никитин. - Екатеринбург: ГОУ ВПО «УГТУ-УПИ», 2004.
4. Ширман Я.Д. Теория и техника обработка радиолокационной информации на фоне помех. / Я.Д. Ширман, В.Н. Манжос. - М.: Радио и связь, 1981.

Егоров Павел Алексеевич

Направление управление в технических системах (магистратура),
гр. УИТСм-21

Научный руководитель

Танрывердиев Илья Оруджевич,

к-т технических наук, доцент кафедры проектирования и производства
электронно-вычислительных средств *ФГБОУ ВО «Поволжский
государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ И ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ КОГНИТИВНЫХ ПАТТЕРНОВ, ВЫРАБАТЫВАЕМЫХ В ВИРТУАЛЬНЫХ СРЕДАХ

Ключевые слова: виртуальная среда, математическая модель, эксперимент, обучаемость, когнитивные паттерны.

Цель работы – разработка модели и программно-технического обеспечения оценки устойчивости когнитивных управленческих паттернов, вырабатываемых в виртуальных средах с целью использовать данный комплекс для дальнейших исследований оценки обучаемости в виртуальных средах.

Важнейшим направлением в инженерной психологии и эргономике труда является исследование методов обучения оперативного персонала управлению сложными технологическими объектами, высокоточными роботами и манипуляторами, действиям в условиях чрезвычайных ситуаций. Общей особенностью всех этих методов является сложность воспроизведения задач управления в процессе обучения в силу глубокой интеграции человека как в процесс управления технологическим оборудованием, так и в окружающую среду. Так, например, не представляется возможным выработка и закрепление профессиональных навыков оператора лесозаготовительной техники (форвардера) без воспроизведения задачи управления технологическим оборудованием при погрузке бревен в условиях лесосечных работ.

Исследователи отмечают, что наиболее перспективным решением обозначенной проблемы является создание виртуальных обучающих сред с помощью трехмерных технологий, виртуальной реальности,

воспроизводящие или симулирующие физические среды и обеспечивающие взаимодействие с ними. Существуют виртуальные обучающие среды для операторов лесозаготовительной техники, пилотов летательных аппаратов, медицинского персонала и др., предназначенные для выработки профессионально-важных качеств, управленческих паттернов, поведенческих моделей у обучающихся.



Рис. 2. Виртуальный тренажер форвадер

Для полноценной подготовки операторов и выработки полного спектра профессионально-важных качеств на завершающих этапах обучения необходимо использовать действующее технологическое оборудование. В настоящее время отсутствуют данные об устойчивости когнитивных управленческих паттернов в реальных средах при осуществлении задач управления, выработанных с применением виртуальных обучающих сред (способности обучающихся успешно применять опыт и знания, полученные в процессе обучения в виртуальных средах, в реальных задачах управления технологическим оборудованием). Отсутствуют также данные о влиянии параметров виртуальных обучающих сред на устойчивость формируемых когнитивных управленческих паттернов.

Таким образом, решаемая в данном исследовании задача состоит в решении противоречия между эффективностью выработки управленческих когнитивных паттернов у обучающихся в виртуальных средах и сложностью применения выработанных управленческих когнитивных паттернов в задачах управления реальным технологическим оборудованием.

Для решения поставленной задачи предлагается разработать программно-техническое обеспечение для оценки устойчивости управленческих когнитивных паттернов.

Разработка данного обеспечения требует построения математической модели. Предлагается провести ряд экспериментов. Необходимо разработать рабочий процесс или взять уже использующийся, проработать его в среде виртуальной реальности. Далее с помощью контрольных групп необходимо провести ряд экспериментов, зафиксировать результаты и сравнить их. Также необходимо еще раз провести эксперименты с помощью новых экспериментальных и контрольных групп, для того чтобы подтвердить адекватность разработанного программно-технического средства.

Сначала разрабатывается среда обучения в виртуальной реальности, для этого необходимо правильно подобрать процесс, который можно хорошо симитировать посредством виртуальной среды. Данный процесс должен быть также реализован и в реальной среде.

Перед началом проведения эксперимента выделяются три группы: одна контрольная и две экспериментальные одна из которых обучается процессу в реальной среде, другая в виртуальной. Все участники эксперимента проходят первичную фиксацию состояния управленческих паттернов. Далее каждая из экспериментальных групп проходит процесс обучения в своей среде. Через определенные промежутки времени фиксируются состояния управленческих паттернов с помощью электроэнцефалографа. По окончании эксперимента проводится обработка результатов и построение математической модели, разрабатывается программно-техническое обеспечение.

Для подтверждения адекватности полученного программно-технического средства необходимо провести второй эксперимент. Условия проведения идентичны первому эксперименту, но в оценке устойчивости когнитивных управленческих паттернов участвует разработанное программно-техническое средство. Обработка результатов также аналогична обработке результатов первого эксперимента. По окончании обработки результатов проводится сравнение данных полученных при первом эксперименте, при втором эксперименте и полученного заключения от программно-технического средства.

Выводы

Если заключение, полученное от программно-технического средства, совпадает с заключением, полученным после обработки результатов второго эксперимента, то разработанное программно-техническое

средство можно считать адекватным и готовым к применению по назначению.

Список литературы:

1. Шабров, Н.Н. Программно-аппаратные комплексы виртуальной реальности предсказательного моделирования в научных и инженерных исследованиях [Электронный ресурс] / Н.Н. Шабров // Суперкомпьютерный консорциум университетов России. – Режим доступа : hpc-russia.ru/23.pdf. – Загл. с экрана.
2. Барабанщиков В.А. Психология восприятия: организация и развитие перцептивного процесса. - М.: «Когито-центр», «Высшая школа психологии», 2006. – 240 с.
3. Подкосова Я.Г., Варламов О.О., Остроух А.В., Краснянский М.Н. Анализ перспектив использования технологий виртуальной реальности в дистанционном обучении //Вопросы современной науки и практики. - 2011. - №2 (33). – С. 104 – 111.
4. Сергеев С.Ф. Обучающие и профессиональные иммерсивные среды. М.: Народное образование, 2009.
5. Distance Learning Classroom Using Virtual Harlem / K. Park [and others] // Proceedings of the Seventh International Conference on Virtual Systems and Multimedia (VSM'01) / Electronic Visualization Laboratory at the University of Illinois at Chicago, Department of English at the University of Illinois at Chicago, Department of English at the Central Missouri State University. – Chicago, 2001. – P. 489–499.

УДК 623.094

Еруткина Наталья Эдуардовна

направление Радиотехника (магистратура), гр. РТм-11

Научный руководитель

Егошина Ирина Лазаревна

д-р техн. наук, профессор

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г.Иошкар-Ола*

РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Цель работы – исследовать метод радиолокационного мониторинга и алгоритм обработки изображений морской поверхности при наблюдении за состоянием морской поверхности.

В мире уделяется огромное значение по созданию систем контроля состояния морской среды и обнаружения загрязнения на морской

поверхности, поэтому задачи мониторинга водного пространства являются актуальными.

Радиолокационный мониторинг обеспечивает получение информации о состоянии морской поверхности независимо от погодных условий, в дневное и ночное время и решает следующие задачи:

- контроль загрязнения морской поверхности при работе бурильных установок (платформ), нефтяных терминалов и других мест возможных выбросов, определение границ загрязнений при авариях танкеров и др;
- оценка состояния ледового покрова и проводка судов в тяжелой ледовой обстановке и др.
- использование радиолокационных методов мониторинга, позволяющих дистанционно оценивать динамические характеристики морской поверхности – волнение, поверхностное течение и направление приповерхностного ветра.

Одно из самых важных явлений на границе раздела «вода - воздух» - поверхностное волнение. Измерение характеристик поверхностных волн имеет большое практическое значение при составлении гидрометеорологических прогнозов, обеспечении безопасности судоходства, проведении мореходных испытаний кораблей и аварийно-спасательных работ, поиске и добыче полезных ископаемых на шельфе и в открытом море, а также для решения таких экологических задач, как прогнозирование динамики распространения загрязнения водной среды, ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, обмен и взаимодействие между океаном и атмосферой.

Радиолокационные методы измерения поверхностного волнения основаны на связи характеристик радиосигналов, отраженных от моря, с параметрами поверхностных волн.

Алгоритм обнаружения нефтяных загрязнений радиолокационной съемки нефтяных разливов состоит из нескольких этапов:

- предобработка РСА-изображения;
- обнаружение темных сегментов;
- определение параметров обнаруженных темных областей и их классификация.

Предобработка состоит из фильтрации спекл-шума, который заметно влияет на результаты обработки. С целью фильтрации изображения могут использоваться усредняющий, медианный фильтры, а также адаптивные фильтры Ли и Фроста и др.

На этапе обнаружения темных пятен, которые, как правило, соответствуют нефтяным загрязнениям, проводится адаптивная

пороговая фильтрация, основанная на оценке шероховатости окружающей морской поверхности. После этапа обнаружения темных пятен выполняется разметка и параметризация полученного изображения. Все связанные области на изображении объединяются в отдельные сегменты. Важным этапом алгоритма обнаружения нефтяных разливов является классификация, требующая комплексной оценки каждого найденного сегмента.

Выводы

Радиолокационные системы обеспечивают информативность и оперативность получаемых данных и характеристик, а также получение изображений самой поверхности с необходимым разрешением. При этом принципы формирования радиолокационных изображений зависят от параметров проведения съемки, а применяемый метод и алгоритм обработки влияют на качество и получение изображений морской поверхности с требуемым разрешением.

Использование радиолокационных систем позволяет эффективно решать задачи контроля за состоянием морской среды, а своевременное обнаружение загрязнений и принятие экстренных мер во много раз может снизить нанесенный ущерб.

Список литературы:

1. Бескид, П. П. Радиолокационная система экологического мониторинга прибрежных акваторий / П. П. Бескид, М. А. Нилов, А. Д. Шишкин // Записки Горного института. – 2005. – Т. 166. – С. 94-96.
2. Доросинский, Л. Г. Оптимальная обработка радиолокационных изображений, формируемых в РСА: монография / Л. Г. Доросинский. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2017. - 212 с.
3. Разработка алгоритмов обработки радиолокационных изображений в задачах мониторинга водного пространства / Б. А. Алпатов [и др.] // Доклады ТУСУРа. Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь. – 2015. - № 2 (36). – С. 25-28.
4. Формирование скоростных радиолокационных изображений морской поверхности со стационарных, авиационных и космических носителей / С. В. Переслегин [и др.] // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 21-29.

Жалолов Бобур Акбарович
направление Строительство (бакалавриат), гр. СТРб-31

Научный руководитель
Захаров Юрий Владимирович,
канд. техн. наук, профессор кафедры проектирования и производства ЭВС
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г.
Йошкар-Ола

УСТРОЙСТВА ФОРМИРОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Актуальность темы. Высокие требования, предъявляемые в настоящее время к надежности электронных средств, в частности радиоэлектронных средств (РЭС), функционирующих в условиях воздействия механических нагрузок, обуславливают необходимость проведения вибрационных испытаний. Данные испытания позволяют получить информацию о состоянии испытуемого изделия при имитации в лабораторно-стендовых условиях реальных воздействий механических факторов.

Одним из основополагающих принципов испытаний РЭС является принцип эквивалентности испытательных режимов условиям их эксплуатации. Несмотря на значительные достижения в области стендовых испытаний, надежность функционирования РЭС в реальных условиях эксплуатации во многом не удовлетворяет современным требованиям. Исследования показали, что до 50% отказов технических изделий, обусловленных воздействием механических нагрузок, вызвано несоответствием стендовых испытаний и реальных условий эксплуатации [1]. В связи с этим, задача повышения эффективности вибростендов испытаний РЭС является востребованной и актуальной.

Виды устройств.

При вибростендовых испытаниях основная роль отводится системам автоматического управления для создания специальными устройствами требуемых механических воздействий в заданной точке испытываемого изделия, укрепленного на платформе.

При этом эффективность синтеза управления во многом определяется степенью приближения математической модели объекта управления к реальной физической системе, а также достоверностью измерительной информации, полученной вибродатчиками (обычно

безконтактными) с контрольных точек. Выбор контрольных точек согласовывается с заказчиком на изделие.

В зависимости от вибрационного воздействия вибрационные установки могут быть однонаправленными и многонаправленными.

Важной составной частью вибрационной установки являются специальные приспособления, которые закрепляют изделия на столе вибростенда, и служат промежуточным звеном между изделием и столом вибростенда.

Приспособления должны передавать вибрацию от стола к изделию испытаний без потерь и искажений, неблагоприятно влияющих на результаты испытаний. С целью уменьшения погрешностей, вносимых приспособлениями, повышают их жесткость при одновременном уменьшении массы и поперечных колебаний при консольном нагружении испытываемыми изделиями [2].

Для однонаправленных испытательных вибростендов приспособления для РЭС создаются в виде куба, которые позволяют крепить их с минимальными зазорами тем же способом, что при эксплуатации, по трем плоскостям. Это позволяет проводить одновременно вибрационные испытания нескольких изделий в трех взаимно перпендикулярных положениях. Подобные приспособления позволяют существенно сократить длительность испытаний при производстве изделий. Испытание РЭС заключается в проведении вибрационных воздействий одновременно в трех плоскостях. Однако, существующие трехосевые вибрационные установки, по сравнению с одноосевыми, дорогостоящие. На производственных предприятиях в эксплуатации много одноосевых вибростендов, которые не выработали свой ресурс. Данное техническое решение реализовано в многонаправленном испытательном вибростенде [3]. Испытательный вибростенд содержит платформу в виде специального приспособления особой конструкции, состоящую из прямоугольной призмы с основанием для крепления к столу вибратора и испытуемого изделия.

Испытуемое изделие устанавливается с определенным расположением в пространстве относительно рабочей оси вибратора.

Амплитуда создаваемого виброускорения n определяется по формуле:

$$n = \sqrt{n_1^2 + n_2^2 + n_3^2}; \quad (1)$$

где n_1 , n_2 и n_3 — компоненты пространственного виброускорения n в центральных ортогональных осях испытуемого изделия.

Компоненты пространственного виброускорения n задаются двумя углами θ и φ , которые определяют его амплитуду.

Угол θ – двугранный угол между плоскостью основания специального приспособления с узлами для крепления испытуемого изделия и плоскостью основания для соединения со столом вибратора:

$$\theta = \arctg \frac{n_1^3}{n_2} = \arctg \sqrt{\frac{n_1^2 + n_3^2}{n_2}}; \quad (2)$$

где n_1^3 – суммарное виброускорение двух компонент n_1 и n_3 .

Угол φ – угол образованный между координатной осью испытуемого изделия, совпадающего с направлением виброускорения n_1 , и ребром двугранного угла:

$$\varphi = \arctg \frac{n_1}{n_3};$$

В частном случае, например, для соотношения компонент пространственной вибрации $n_1 = n_2 = n_3$, свойственной режиму одновременного вибрационного воздействия в трех взаимно перпендикулярных положениях испытуемого изделия, специальное приспособление выполняется, согласно (1) – (3), с углами $\theta = 54,740$ и $\varphi = 450$. Таким образом, при использовании особой конструкции специального приспособления расширяются возможности одноосевых вибростендов, позволяющих создавать одним вибратором на испытуемом изделии плоские и пространственные линейные вибрации, удары и виброудары с заданными компонентами. Поэтому управление по параметрам вибраций вдоль рабочей оси вибратора не позволяет точно воспроизвести требуемое воздействие в контрольной точке испытуемого изделия.

Для достижения точности и достоверности результатов испытаний РЭС на многонаправленном вибростенде применяется система управления с комбинированным размещением вибродатчиков. На столе вибростенда устанавливается пьезоэлектрический акселерометр, а на контрольную точку испытуемого изделия направляется лазерный датчик вибраций (лазерный виброметр) вдоль ортогональной оси, совпадающий с компонентом вектора виброускорений n_2 . Обобщенная структурная схема системы управления многонаправленным испытательным вибростендом представлена на рис. 1, где : 1 – устройство системы управления; 2 – усилитель мощности сигнала; 3 – вибростенд; 4 – специальное приспособление; 5 – испытуемое изделие; 6 – пьезоэлектрический акселерометр; 7 – лазерный виброметр.

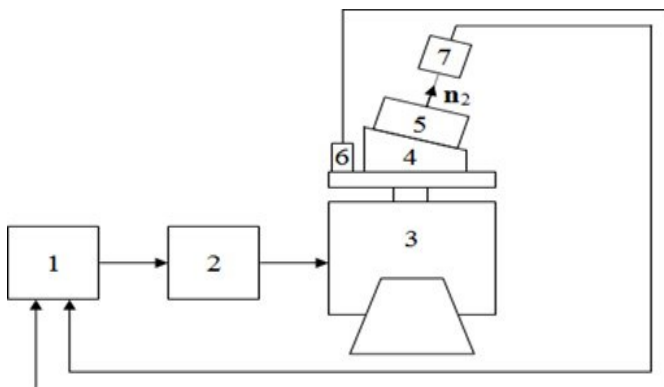


Рис. 1. Обобщенная структурная схема системы управления многонаправленным испытательным вибростендом.

Вывод. Много направленный испытательный вибростенд позволяет создать одним вибратором на испытуемом изделии плоские и пространственные линейные вибрации, удары и вибро удары с заданными компонентами, что расширяет возможности однокомпонентных вибростендов. При этом механические воздействия на изделиях воспроизводятся без искажений.

Список литературы:

1. Голушко, Д.А. Методика исследования динамических характеристик технических систем на основе рассогласования фаз внешнего вибрационного воздействия / Д.А.Голушко, А.В.Затылкин, Н.К.Юрков // Надежность и качество сложных систем. -2014.- №4(8).- С.88-92.
2. Глудкин О.П. Методы и устройства испытаний РЭС и ЭВС. М.: Высшая школа, 1991. - 336 с.
3. Патент RU № 2327965, МПК C1 G01M 7/06/. Способ воспроизведения трехкомпонентных вибраций / Ю.Я. Бетковский (RU), Э.А. Лазарчук (RU), И.П. Чупин (RU). – № 2006145553/28. Заявл. 22.12.2006. – Опубл. 27.06.2008. – Бюл.№18.

Заколупина Ульяна Николаевна

направление Информационные технологии и системы связи
(бакалавриат), гр. ИТСм-11

Научный руководитель

Бельгибаев Руслан Рашидович,

к.т.н. доцент кафедры радиотехники и связи

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ИССЛЕДОВАНИЕ КОГНИТИВНОГО РАДИО И КОГНИТИВНЫХ СЕТЕЙ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАДИОЧАСТОТНОГО СПЕКТРА

Цель работы – исследовать когнитивного радио, когнитивных радиосетей, привести основные функции когнитивного радио, рассмотреть показатели когнитивных сетей. Описать возможности когнитивного радио и когнитивных сетей по оптимизации использования радиочастотного спектра.

Актуальность. Ионосфера – это динамическая среда, которая постоянно изменяет свои параметры, для более качественного функционирования систем когнитивного радио необходимо осуществлять постоянный мониторинг параметров среды.

Качественное улучшение систем *KB* связи произойдет с внедрения технологий программно определяемого радио (*SDR*) и когнитивного радио (*CRS*). Технология *CRS* позволит эффективно выбирать рабочие частоты, тип модуляции и уровни мощности связного сигнала. Поэтому она нацелена на решение ряда вопросов, главными из которых являются контроль за состоянием геофизической среды и занятости множества радиоканалов путем их спектрального анализа. Применение *SDR* технологий позволит создавать программными средствами многофункциональные устройства, которые, кроме связных задач, будут нацелены на решение задач диагностики.

В настоящее время путем использования радиоканалов с полосой 3 кГц удалось добиться скорости 9600 бод. Дальнейшее увеличение скорости передачи требует расширения полосы частот каналов. Введенные для широкополосной (*WBHF*) (по отношению к полосе 3кГц) *KB* связи в *США* стандарты предполагают полосы частот до 24 кГц (в перспективе до 48 кГц) с шагом 3 кГц. Широкополосные системы должны обеспечивать скорости передачи данных от 75 бод до 120 кбод.

Однако, проблема увеличения скорости передачи информации в КВ диапазоне также упирается в задачу развития CRS технологии в части диагностики широкополосных каналов.

Принцип *SDR* был впервые определен Джозефом Митола в начале 1990-х годов. В чистом виде SDR состоит из устройств обработки сигнала: процессоров, цифровых сигнальных процессоров, программируемых логических или других вычислителей, к которым присоединен фронтенд прямой оцифровки радиосигнала, способный передавать и принимать данные, см. рисунок 1.

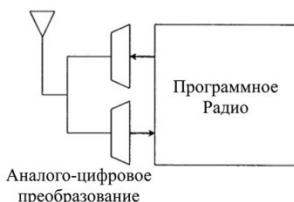


Рис. 1 - Базовая архитектура SDR

Когнитивные радиосети состоят из двух типов пользователей, первичных (лицензируемых) и вторичных (не лицензируемых) пользователей. Первичные пользователи имеют более высокий приоритет для использования лицензируемой полосы частот. Вторичный пользователь может использовать лицензируемую полосу частот, не влияя на приоритетное использование спектра основным пользователем, что максимизирует эффективность лицензируемого использования спектра.

Рассматривая параметры передачи и приема данных, когнитивное радио может быть разделено на две категории:

1. Полностью когнитивное радио (тип когнитивного радио, в котором рассматривается и учитывается почти каждый параметр беспроводного узла или сети);
2. Частотно-восприимчивое когнитивное радио (в случае частотно-восприимчивого когнитивного радио, из параметров беспроводной сети рассматривают только радиочастотный спектр).

Когнитивные радиостанции - интеллектуальные устройства, которые могут изменять параметры передачи сигнала, такие как частота, методы модуляции, методы кодирования и мощность в соответствии с условиями окружающей среды (эфира). Таким образом, удастся более эффективно использовать имеющийся частотный ресурс.

Механизм когнитивного радио выполняет задачи обнаружения, анализа и изучения сигналов, находящихся в эфире, а также принятия решений о реконфигурировании оборудования. Учитывая информацию о радио пространстве, когнитивное радио сможет переключаться на наиболее подходящую технологию и частоту для предоставления требуемой услуги.

Когнитивное радио заполняет неиспользуемый лицензируемый спектр, уменьшая дефицит спектра и проблему не использующихся лицензируемых полос частот.

Главные функции когнитивного радио включают:

- зондирование спектра;
- управление спектром;
- мобильность спектра;
- совместное использование спектра.

Зондирование спектра – обнаружение неиспользованных полосы спектра. Обнаружение мертвых зон спектра является одним из основных функций когнитивного радио.

Это процесс захвата лучшей доступной полосы частот с учетом потребностей пользователей и требований к качеству обслуживания. Управление эффективностью использования спектра является важной функцией когнитивного радио.

Мобильность, спектр позволяет когнитивному пользователю менять рабочую частоту с одной на другую. Этот переход возможен благодаря обнаружению какой-либо лучшей возможности использования спектра. Когнитивное радио работает на основе динамического доступа к спектру, вследствие чего поддерживается бесшовный переход между частотами.

Позволяет пользователям когнитивного радио эффективно пользоваться и обмениваться используемым лицензируемым спектром.

Когнитивное радио можно организовать:

- с помощью централизованной базы данных, содержащей информацию об использовании окружающего радио пространства разными устройствами и технологиями радиодоступа;
- с использованием контрольного канала.(Cognitive Pilot Channel, CPC).

Используя информацию об использовании эфира, когнитивное радио сможет менять технологию радиодоступа и частоту передачи на наиболее подходящую для предоставления необходимой услуги.

Использования контрольного канала CPC основано на доставке необходимой информации с помощью общего контрольного канала. Без

наличия информации об использовании технологиями радиодоступа частот в пределах рассматриваемой полосы, доступной для использования мобильным устройством, необходимо просканировать всю полосу частот для получения информации о загруженности спектра. Для этого потребуется длительное время. Чтобы сократить это время в контрольном канале необходимо передать достаточное количество информации на мобильный терминал, для возможности начала сеанса связи, оптимизированного по времени, ситуации и местоположению терминала. В контрольном канале требуется передать соответствующую информацию, касающуюся полос частот, технологий радиодоступа, служб и состояния загруженности спектра в местоположении терминала.

Процесс работы терминала с контрольным каналом делится на две фазы: фазу запуска и фазу продолжения. В фазе запуска терминалу по внеполосному контрольному каналу передаются данные, позволяющие выбрать сеть в эфире, где доступны к подключению и использованию несколько технологий различных операторов связи. В фазе продолжения терминалу передается более подробная информация об окружающей среде для формирования терминалом принципов управления реконфигурацией.

Вывод. В представленной работе показаны различные возможности когнитивного радио и когнитивных сетей по увеличению эффективности использования радиочастотного спектра. Описана эффективность представленных методов. Представленные пути решения проблемы оптимизации дают возможность значительно увеличить эффективность использования радиочастот, что делает их практическое применение целесообразным при данной экономической обстановке.

Список литературы:

1. Отчет МСЭ-R SM.2152. Определения системы радиосвязи с программируемыми параметрами (SDR) и системы когнитивного радио (CRS).
2. Силин А. Технология Software Defined Radio. Теория, принципы и примеры аппаратных платформ // Беспроводные технологии. 2007. No 2. С. 22–27.
3. Рабочий документ к проекту Справочника по перспективам внедрения систем когнитивного радио в полосах УВЧ диапазона в странах участников РСС. РСС –2014

Иванова Лидия Сергеевна

направление: Электроника и нанoeлектроника
(магистратура) гр. ЭИНЭМ-21

Научный руководитель

Филимонов Виталий Евгеньевич,

канд. техн. наук, кафедра Конструирования и производства радиоаппаратуры
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ДАТЧИКА ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА СО СНИЖЕННЫМИ ГИСТЕРЕЗИСНЫМИ ЯВЛЕНИЯМИ

Аннотация. Разработаны конструкция и технология изготовления тонкопленочного сорбционного датчика влажности воздуха с влагочувствительным слоем Al_2O_3 , нанесенным методом магнетронного распыления. Показано, что данный датчик позволяет использовать в качестве чувствительной изменяемой величины как сопротивление, так и емкость пленки Al_2O_3 , зависящие от значения влажности воздушной окружающей среды, причем совместное использование диапазонов этих изменений сопротивления и емкости способствует уменьшению гистерезисных явлений при измерениях.

Введение. Датчики влажности воздуха в современном мире находят очень широкое применение: в лабораториях, в промышленности, бытовой технике, в сельском хозяйстве, в системах автоматизации и др. В настоящее время существуют микроминиатюрные сорбционные датчики влажности воздуха, состоящие из диэлектрической подложки и осажденных на нее пленочных электродов, на поверхности которых и между ними наносится влагочувствительный слой, в качестве которого используются полимеры и иные материалы [1-3]. Существенным недостатком большинства таких датчиков является то, что определение относительной влажности осуществляется лишь по одному электрофизическому параметру, причем графические зависимости измеряемой величины (электродвижущей силы, емкости или сопротивления) от относительной влажности в измеряемом диапазоне носят нелинейный характер и подвержены гистерезисным явлениям, искажающим результаты. Поэтому разработка и исследование датчика влажности воздуха со сниженными гистерезисными явлениями становится актуальной проблемой. Целью настоящей работы является создание и исследование экспериментального образца такого датчика.

Конструкция и технология создания датчика. Была предложена следующая конструкция тонкопленочного датчика влажности воздуха [4]. Схематичное изображение датчика представлено на рис. 1, а.

В качестве материала подложки 1 использовалось стекло. Электроды датчика влажности 2 имели гребенчатую структуру, покрытую влагочувствительным слоем 4. Их габаритные размеры: длина – 8 мм; ширина – 3 мм, шаг гребенчатой структуры – 20 мкм. Такая конструкция дает возможность использовать в качестве измеряемых электрических параметров как емкость, так и сопротивление. Размер влагочувствительного слоя составил: $3,6 \times 6$ мм. Датчик температуры 3 использовался только для термокомпенсации при измерениях.

В качестве материала электродов гребенчатой структуры датчика использовали хром (Cr), а в качестве материала влагочувствительного сорбента – оксид алюминия Al_2O_3 благодаря пористой структуре его пленок, которая, в свою очередь, зависит от параметров нанесения [5]. Пленки наносили методом магнетронного распыления. Рисунок электродов формировали с помощью фотолитографии, а пленка Al_2O_3 наносилась через маску.

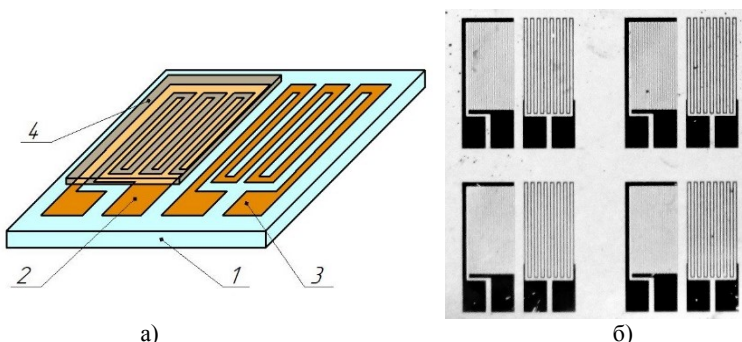


Рис. 1. а) Схематичное изображение датчика влажности воздуха (1 - подложка, 2 – гребенчатые электроды, 3 - терморезистор, 4 - пленка Al_2O_3); б) – фрагмент подложки с образцами датчика

Исследование характеристик датчика. Были изготовлены образцы датчика влажности воздуха (рис. 1, б). На одной подложке размером 60×48 мм было получено 24 датчика.

Толщина пленки хрома составила 200 нм. Пленки Al_2O_3 были получены методом реактивного импульсного магнетронного распыления мишени из алюминия (Al) при соотношении реактивного газа кислорода (O_2) и рабочего газа аргона (Ar) 50 % / 50 %, давлении газовой смеси 0,5 Па, напряжении на магнетроне 270 В, токе магнетрона

8 А, напылении покрытия в течение 60 мин, при температуре подложки 150 °С и расстоянии от мишени до подложки 17 см. Толщина влагочувствительного покрытия составила 500 нм, при этом оно было нанесено поверх гребенкообразных металлических электродов, заполняя в том числе и свободное пространство на подложке между ними.

Основными характеристиками изготовленного таким образом датчика влажности воздуха являются зависимости изменения его емкости и сопротивления от изменения относительной влажности воздуха в окружающей среде [6]. Причем важными при этом являются диапазоны линейных зависимостей, так как в этом случае минимизируются гистерезисные явления, ухудшающие точность измерений. Для исследования этих зависимостей использовалась следующая схема: в сосуд с изменяющейся относительной влажностью

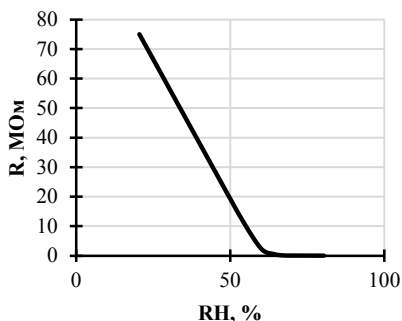


Рис. 2. График зависимости сопротивления датчика от

относительной влажности воздуха воздуха, находящийся на нагрева

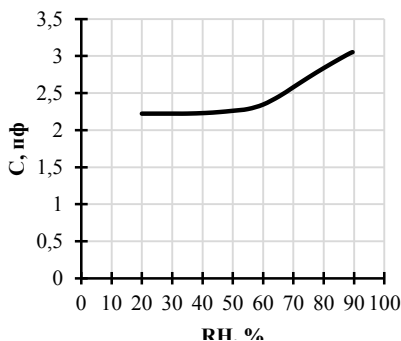


Рис. 3. График зависимости емкости датчика от относительной влажности

воздуха воздуха
контрольный датчик влажности воздуха (Xiaomi Hygrothermograph) и исследуемый датчик, присоединенный к измерителю емкости (сопротивления) E7-20.

Графики зависимостей сопротивления и емкости созданного датчика от относительной влажности воздуха, измеренные при температуре 25 °С на частоте 1 кГц представлены соответственно на рис. 2 и рис. 3.

В случае изменения сопротивления зависимость имеет линейный участок в диапазоне от 20 % до 60 % влажности, емкости – в диапазоне от 60 % до 90 % влажности. На данных диапазонах была рассчитана

чувствительность датчика, которая составила: 1820 кОм / % и 0,024 пФ / %.

Заключение. Сравнение разработанного датчика с другими техническими решениями в данной области показало, что такой датчик влажности воздуха неизвестен и обладает следующими отличительными признаками: возможность одновременно обеспечивать линейную графическую зависимость изменения сопротивления от относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 60 % и линейную зависимость изменения емкости от относительной влажности воздуха в диапазоне от 60 % до 90 %; возможность использовать диапазоны линейной графической зависимости изменения сопротивления от относительной влажности воздуха и изменения емкости от относительной влажности воздуха как отдельно в соответствующих диапазонах, так и в совокупности в автоматизированных системах измерения, управляющих выбором соответствующего диапазона.

Список литературы:

1. Tripathy, A. Role of morphological structure, doping, and coating of different materials in the sensing characteristics of humidity sensors / A. Tripathy, S. Pramanik // Sensors. – 2014. – №14 – с.16343-16422.
2. Farahani, H. Humidity sensors principle, mechanism, and fabrication technologies: a comprehensive review / H. Farahani, R. Wagiran // Sensors. – 2014. – №14 – с.7881-7939.
3. Патент РФ №2647168. МПК G01N 27/12 (2006.01). Датчик влажности / Кочаков В.Д., Васильев А.И., Смирнов А.В. – № 2016129668; заявлено 05.11.1986; опубл. 09.02.1988, бюл. №14.
4. Иванова, Л.С. Разработка конструкции тонкопленочного датчика влажности воздуха / Л.С. Иванова, В.Е. Филимонов // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: Материалы IV Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 20-23 ноября 2018 г.): в 8 ч. Часть 3: Новые технологии инфокоммуникаций, радиотехники и электроники для прорывных отраслей промышленности. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018. – с. 116-119.
5. Косилов, А.Т. Диэлектрические свойства пористого оксида алюминия / А.Т. Косилов, Т.В. Пташкина, Д.В. Лиховая и др. // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2011. – том 7. – с. 12-14.
6. Патент РФ №197788. МПК G01N 27/12 (2006.01). Микроминиатюрный сорбционный датчик влажности газа / Филимонов В.Е., Иванова Л.С. – № 2020107722; заявлено 20.02.2020; опубл. 28.05.2020, бюл. №16.

Исаев Никита Радомирович
направление радиоэлектронные системы
и комплексы(специалитет), гр.РСК-51

Порядин Дмитрий Евгеньевич
направление радиоэлектронные системы
и комплексы(специалитет), гр.РСК-51

Научный руководитель
Баев Алексей Александрович,
заведующий кафедрой РТиМБС, к.т.н., доцент,
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

КОНТУРНЫЙ АНАЛИЗ ПРИ ПОМОЩИ ПК И МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

Цель работы – реализация программы обнаружения и выделения контуров изображений на языке программирования C# для дальнейшего анализа на микроконтроллере.

Контурный анализ позволяет описывать, хранить, сравнивать и находить объекты, представленные в виде внешних контуров - контуров.

Контур содержит необходимую информацию о форме объекта. Внутренние точки объекта не принимаются во внимание. Просмотр только контуров позволяет переходить из двумерного пространства изображения - в пространство контуров и тем самым снижать вычислительную и алгоритмическую сложность.

Контурный анализ позволяет эффективно решать основные задачи распознавания образов - транспонирование, поворот и изменение масштаба изображения объекта. Методы контурного анализа инвариантны к этим преобразованиям.

Основным методом определения и выделения контуров изображений был выбран оператор Канни. Данный оператор прост в реализации и позволяет наиболее точно производить выделение контуров.

Алгоритм работы оператора Канни состоит из следующих этапов:

- 1) Преобразование изображения в оттенки серого.
- 2) Сглаживание. На данном этапе происходит удаление шума и размытия изображения
- 3) Поиск градиентов. Отмечаются границы там, где градиент изображения принимает максимальное значение.

4) Подавление не-максимумов. Как границы отмечаются только локальные максимумы.

5) Двойная пороговая фильтрация. Потенциальные границы определяются порогами

6) Трассировка области неоднозначности. Итоговые границы определяются путем подавления всех краев, не связанными с определенными границами.

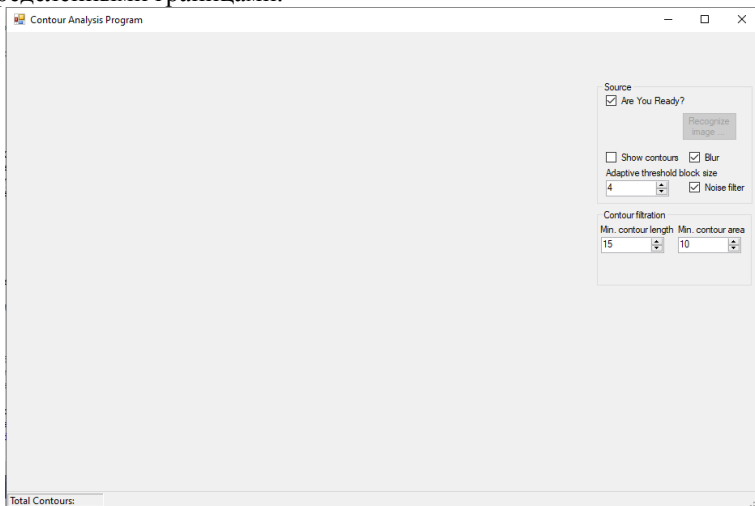


Рис. 1 – интерфейс программы

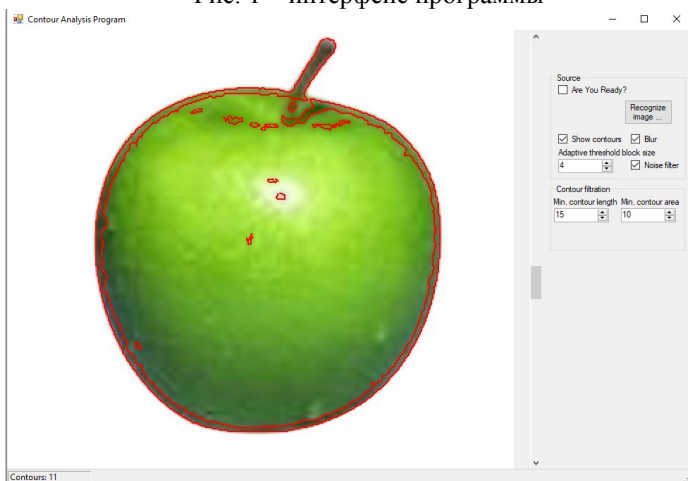


Рис. 2 – Отображение контуров с использованием функций Blur и Noise filter

Изменяя минимальную длину контура и минимальную область выделения объекта, можно регулировать количество векторов в контуре.

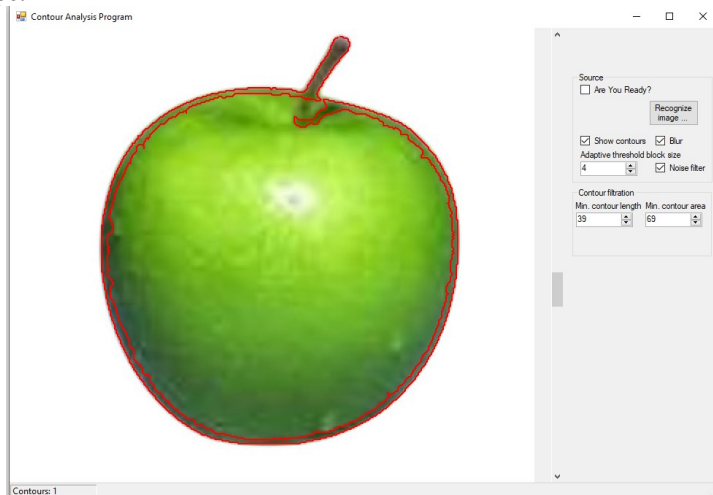


Рис.3 – увеличение длины контуров и области выделения

Выводы. Разработанный алгоритм позволяет создать контрольное устройство, которое в связке с программой для ПК, позволяющей выделять контура из изображений, создает систему для обработки и сравнения контуров изображений

Список литературы:

1. Фурман Я.А. Введение в контурный анализ: приложения к обработке изображений и сигналов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 592 с.
2. База знаний по Emgu CV [Электронный ресурс] URL: http://www.emgu.com/wiki/index.php/Main_Page (Дата обращения 02.10.2020)
3. Уроки курсы базы знаний по библиотеке Open CV [Электронный ресурс] URL: <https://opencv.org/> (Дата обращения 02.10.2020)

Кахраманов Искандархужа Баходир угли
направление Управление в технических системах (магистратура),
гр.УИТСм – 21

Научный руководитель **Курасов Павел Александрович**,
канд. техн. наук, доцент кафедры проектирования и производства ЭВС
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СКОРОСТИ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА ПРИ УПРАВЛЕНИИ АВТОМОБИЛЕМ В УСЛОВИЯХ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Ключевые слова: виртуальная среда, реакция человека, математическая модель, эксперимент.

Аннотация. Рассматривается разработка методов проведения исследования скорости реакции человека при управлении автомобилем в условиях виртуальной реальности.

Введение. «Разработка программно-технического обеспечения исследования скорости реакции человека при управлении автомобилем в условиях виртуальной реальности». В рамках данной работы будут рассмотрены методы исследований, которые помогут человеку более точно определить реакции человека в виртуальной среде. Данная тема актуальна, так как без сомнения, наше существование сегодня стало сильно зависимо от передовых технологий. Недавним новшеством в нашем индустриальном мире стала виртуальная реальность. Гаджеты могут воздействовать на все органы чувств человека, что создаёт ещё больший эффект нахождения в искусственной реальности.

Цель работы: улучшения реакция человека при аварийных ситуациях, понижение аварийных ситуации на дороге.

Решаемые задачи: 1) Разработать программно-техническое обеспечения для исследования реакции человека при управлении автомобилем; 2) Разработать алгоритмы цифровой обработки полученных результатов и их вывод пользователю в требуемом виде.

Техника решения. Действия водителя автомобиля являются ответными реакциями на невероятное многообразие неожиданно возникающих дорожных ситуаций, порой совершенно непредсказуемых. Это вызывает выраженное нервное напряжение, что нередко приводит к ошибкам. Благодаря данного программного

обеспечения мы можем достичь наилучшего результата и создать менее аварийных случаи на дороге. [1]

На нашем эксперименте будут принимать участие 15 автомобилистов (8 мужчин и 7 женщин), имеющих водительский стаж не менее трех лет. Для эксперимента исследования скорости реакции человека будем использовать VR очки, джойстики для управление автомобилем и для программного обеспечения будем использовать среда Unity.

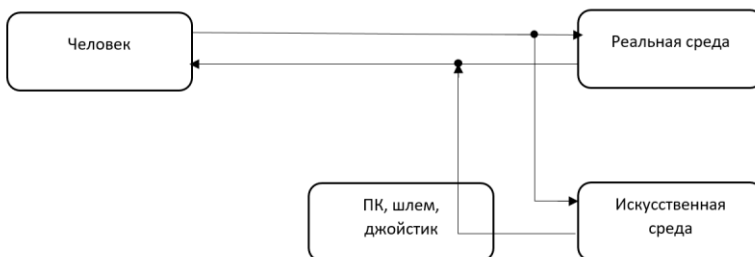


Рис. 1. Структурная схема для определения скорости реакции человека

Тренажер может ограничивать поведение водителя для изучения отвлечения внимания и рабочей нагрузки, а также может быть использован в качестве испытательного стенда для проектирования автомобильных дорог. Использование современного, усовершенствованного симулятора вождения для исследования человеческого фактора имеет много преимуществ, включая контроль экспериментальных переменных, эффективность, затраты, безопасность и простоту сбора данных. Однако в литературе выделяются некоторые недостатки, в том числе укачивание на тренажерах, точное воспроизведение физических ощущений и, самое главное, - достоверность. [2]

Список литературы:

1. Иванов А. Как изменят нашу жизнь технологии виртуальной реальности [Электронный ресурс] // Iot.ru: Новости интернета вещей. URL: <https://iot.ru/gadzhety/kak-izmenyat-nashu-zhizn-ustroystva-virtualnoy-realnosti> (дата обращения 17.10.2020).
2. Сурепин С. Рынок виртуальной реальности за 2017 год получил больше трёх миллиардов долларов [Электронный ресурс] // Life.ru: Информационный портал. URL: https://life.ru/t/%D0%B8%D0%B3%D1%80%D1%8B/1107444/rynok_virtualnoi_rie

УДК 621.793.18

Козырев Антон Геннадьевич

направление Электроника и наноэлектроника (магистратура),
гр. ЭИНЭМ-21

Научный руководитель

Мороз Андрей Викторович,

канд. техн. наук, доцент кафедры конструирования и производства
радиоаппаратуры

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК ОКСИДА ИНДИЯ-ОЛОВА МЕТОДОМ РЕАКТИВНОГО МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ

Введение. Прозрачные в оптическом диапазоне длин волн электропроводящие тонкие пленки широко применяются в различных оптоэлектронных приборах и устройствах в роли электродов [1-4]. Наибольшее применение в этой сфере находят пленки оксида индия-олова (ИТО), представляющего собой твердый раствор оксидов индия (In_2O_3) и олова (SnO_2). Метод реактивного магнетронного распыления представляется перспективным для напыления тонких слоев данного материала [5], что подтверждает **актуальность представленной тематики.**

Получение проводящих и прозрачных слоев ИТО всегда связано с поиском компромисса между упомянутыми свойствами. Так, высокопрозрачные пленки будут обладать низкой проводимостью, а высокопроводящие – низкой прозрачностью. Связано это с содержанием атомов кислорода в получаемых пленках: чем выше содержание кислорода, тем выше прозрачность и ниже проводимость. Также необходимо учитывать влияние температуры подложки в процессе получения. Тонкие пленки оксида индия-олова, обладающие лучшими свойствами, получаются при достаточно высоких температурах подложки [2-4].

Цель работы – разработать и исследовать технологию получения прозрачных проводящих пленок ИТО, получаемых методом реактивного магнетронного распыления.

Техника эксперимента. Изготовление тонких пленок оксида индия-олова проводилось на стеклянных подложках методом реактивного магнетронного распыления на установке УМР-71. При разработке технологии были проведены эксперименты по напылению при технологических параметрах процесса, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Технологические параметры процесса получения пленок ИТО

Мишень	In-Sn					
№ эксперимента	I			II		
Соотношение газов	Ar - 50%, O ₂ - 50%	Ar - 70%, O ₂ - 30%	Ar - 90%, O ₂ - 10%	Ar - 50%, O ₂ - 50%		
Рабочее давление газовой смеси	2 Па			2 Па	1,5 Па	1 Па
Температура подложки	300 ° C					
Параметры разряда	I = 1 A, U = 328 B	I = 1 A, U = 353 B	I = 1 A, U = 485 B	I = 1 A, U = 328 B	I = 1 A, U = 360 B	I = 1 A, U = 387 B
Расстояние «мишень-подложка»	6,5 см					
Время напыления	5 мин					

Исследования спектров пропускания и поверхностного сопротивления полученных образцов проводились с помощью спектрофотометра СФ-2000 и измерительного блока Jandel RM3000 соответственно. При этом, для исключения из регистрируемого спектра пропускания системы «подложка-пленка» собственного поглощения стеклянной подложки в качестве нулевого образца использовалась чистая стеклянная подложка.

Результаты исследования

В результате проведенных исследований были получены спектры пропускания пленок оксида индия-олова для различных значений содержания кислорода в газовой смеси и рабочего давления (рис. 1 и 2, соответственно).

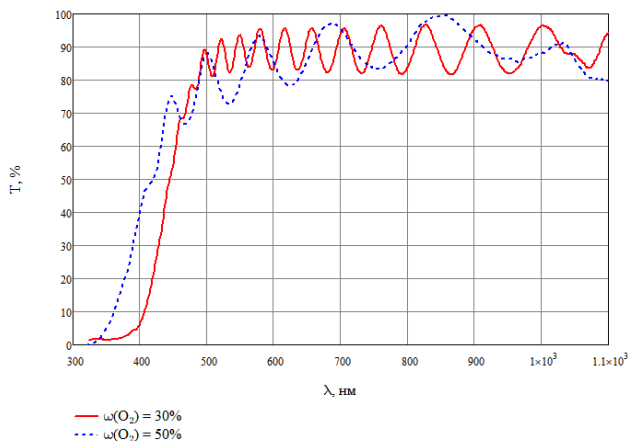


Рис. 1. Спектры пропускания тонких пленок ИТО при различных значениях содержания кислорода в газовой смеси

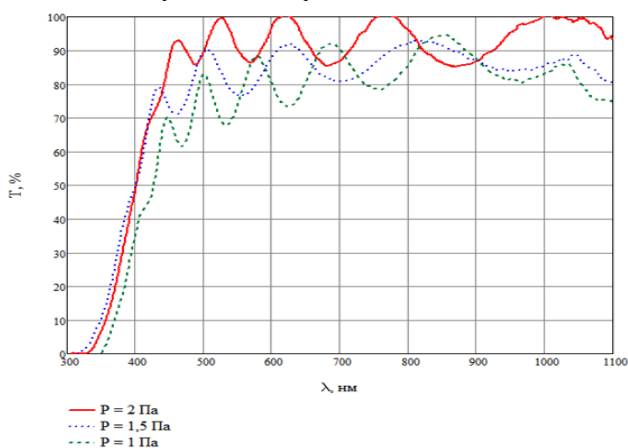


Рис. 2. Спектры пропускания тонких пленок ИТО при различных значениях величины рабочего давления газовой смеси

Установлено, что при увеличении содержания кислорода в рабочей камере установки увеличивается и величина пропускания, получаемых при этом пленок. Максимальное значение коэффициента пропускания в I эксперименте, равное 99%, наблюдалось при доле кислорода в газовой смеси, равной 50%.

Также установлено, что увеличение рабочего давления газов также приводит к увеличению коэффициента пропускания слоя ИТО. Здесь максимальное значение пропускания выше 99% получено при рабочем давлении в 2 Па.

По данным, полученным в результате исследований спектров пропускания и удельного поверхностного сопротивления, выяснено, что оптимальными значениями пропускания в 99% и удельного поверхностного сопротивления в 69 Ом/кв обладают пленки ИТО, полученные при давлении 2 Па и соотношении газов: Ar - 70%, O₂ - 30%.

Выводы. В ходе исследования технологии получения пленок ИТО методом реактивного магнетронного распыления было выяснено, что с увеличением доли кислорода в газовой смеси и рабочего давления увеличивается максимальное значение коэффициента пропускания. При этом при повышении давления, повышается и содержание кислорода в камере, что и объясняет получение аналогичных зависимостей. По полученным экспериментальным данным можно определить оптимальное рабочее давление и соотношение газов для получения прозрачных проводящих пленок ИТО: P = 2 Па, Ar - 70%, O₂ - 30%, при которых максимальный коэффициент пропускания составляет 99%, а удельное поверхностное сопротивление 69 Ом/кв.

Список литературы:

1. Амосова, Л. П. Магнетронное напыление прозрачных электродов ИТО из металлической мишени на холодную подложку [Текст] / Л. П. Амосова, М. В. Исаев // Журнал технической физики. - 2014. - Т. 84. - вып. 10. - С. 127-132.
2. Жидик, Ю. С. Технология получения электропроводящих пленок ИТО высокой оптической прозрачности с низким значением величины удельного поверхностного сопротивления [Текст] / Ю. С. Жидик, П. Е. Троян // Доклады ТУСУРа. - 2012. - № 2. - С. 169-171.
3. Зима, В. Н. Реактивное магнетронное напыление пленок на основе оксидов индия и олова [Текст] / В. Н. Зима // Техника радиосвязи. - 2005. - вып. 10. - С. 90-98.
4. Тукмаков, К. Н. Формирование прозрачных проводящих электродов из оксида индия-олова [Текст] / К. Н. Тукмаков, В. Д. Паранин, А. К. Агибаева // Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: материалы Всерос. науч.-техн. конф. под ред. А. И. Данилина. - 2018. - С. 114-116.
5. Берлин Е.В. Получение тонких пленок реактивным магнетронным распылением [Текст] / Е.В. Берлин, Л.А. Сейдман. - М.: Техносфера. - 2014. - 255 с.

Колесникова Анна Сергеевна

г. Йошкар-Ола, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
направление Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(бакалавриат), гр. ИТС-31

Научный руководитель:

Зуев Алексей Валерьевич

к.т.н, доцент каф. радиотехники и связи

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАЦИЙ ПЭС В ГОРОДАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА ПО ДАННЫМ 2019 ГОДА

Сильные солнечные вспышки приводят к существенным изменениям практически во всех основных структурах магнитосферы и ионосферы. Поведение ионосферы во время солнечных вспышек зависит от большого числа параметров, таких как: место, сезон, уровень активности, величина возмущения. В данной работе были проанализированы состояния ионосферы в разные сезоны на территории Северо-Западного федерального округа.

В ходе данной работы были проанализированы солнечные вспышки на территории Северо-Западного федерального округа с помощью сайта TESIS за период 2019 года. С помощью данных, взятых со станций Санкт-Петербург (CHAY), Калининград (KALN), Псков (PSKV), Вологда (VLGD), Череповец (CHRP), расположенных на территории данных городов, были построены графики зависимостей вариаций ПЭС от времени в различные дни, а именно при солнечных вспышках и спокойных днях. Каждая выбранная станция на графике обозначена определенным цветом (CHAY-красный;CHRP-желтый;KALN-зеленый; VLGD - синий; PSKV – черный).

Проанализировав полученные графики, можно увидеть спокойные дни (Рис. 1 и Рис. 3), а так же дни, когда были солнечные вспышки (Рис. 2 и Рис. 4). Для более точного анализа возьмем графики осеннего и весеннего сезонов. По данным графикам видно, что наибольшая солнечная вспышка наблюдается в осенний период. В весенний сезон так же была вспышка (Рис. 2), но ионосфера была менее восприимчива по сравнению с осенним периодом.

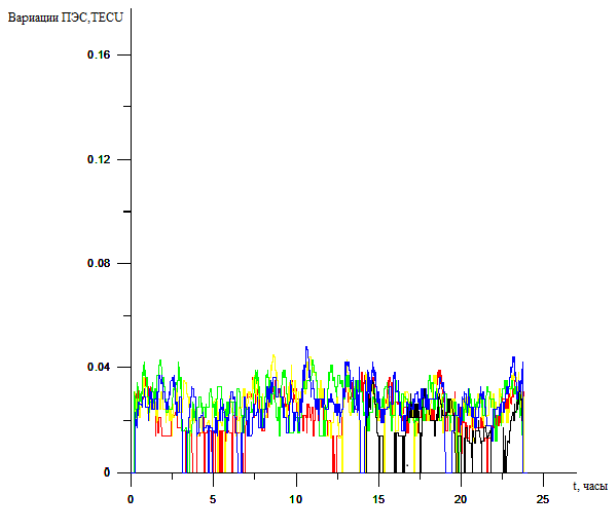


Рис.1 - Спокойный день весеннего сезона (15 марта 2019 г.)

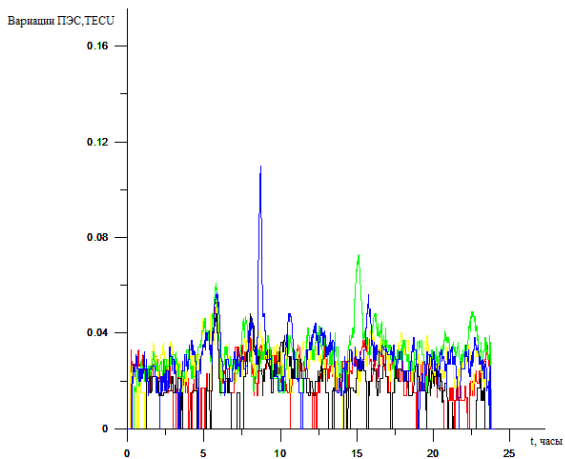
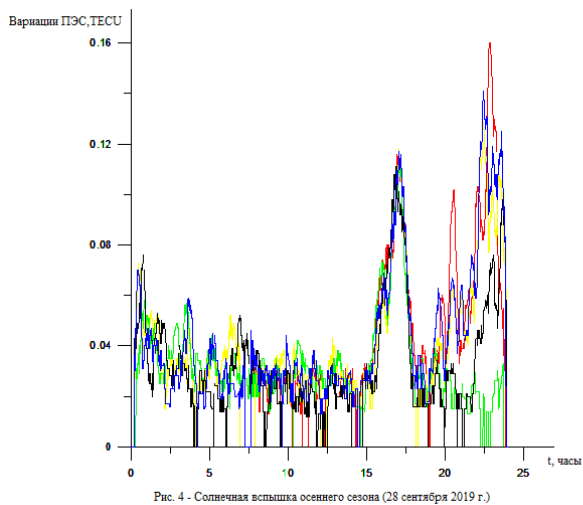
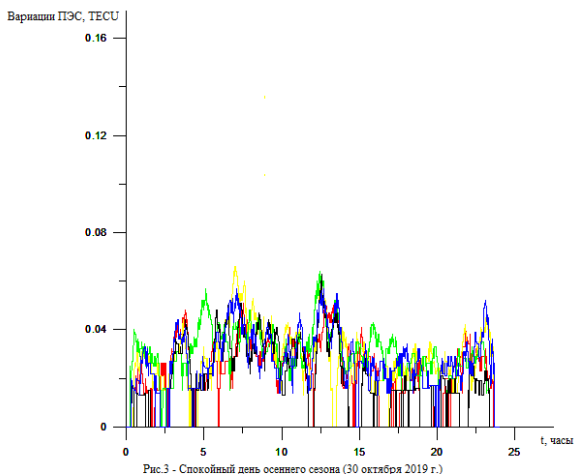


Рис.2 - Солнечная вспышка весеннего сезона (10 мая 2019 г.)



Выводы. Проведя анализ графиков вариаций ПЭС в дни солнечных вспышек, можно сделать следующие выводы:

1) при солнечных вспышках вариации ПЭС увеличиваются, причем в разных сезонах вариации разные;

- 2) наиболее восприимчива ионосфера над станцией VLGD, а над станцией PSK наименее восприимчива;
- 3) наиболее активна ионосфера была в осенний период, а наименее – в весенний.

Список литературы:

1. Афраймович, Э. Л. GPS-мониторинг верхней атмосферы Земли / Э. Л. Афраймович, Н.П. Перевалов. Рос.акад.наук. Сиб.отд-ние.Ин-т солнечно-земной физики - Иркутск : ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2006 . – 480 с.
2. Перевалова Н. П. Исследование ионосферных возмущений методом трансionoсферного GPS - зондирования. - Иркутск: Институт солнечно-земной Сибирского Отделения Российской Академии Наук, 2014. – 286 с.

УДК 519.876.5

Комелин Максим Николаевич
направление радиоэлектронные системы
и комплексы (специалитет), гр.РСК-51

Научный руководитель
Баев Алексей Александрович,
заведующий кафедрой РТиМБС, к.т.н., доцент,
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

СИМУЛЯТОР БПЛА С ФУНКЦИЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЛАКА ТОЧЕК

Цель работы – реализация симулятора БПЛА (беспилотный летательный аппарат) с функционалом эмуляции лазерного сканера (Лидар), а также построения облака точек местности г. Йошкар-Ола в среде разработки Unity3D.

В последнее время, актуальность БПЛА набирает большую популярность, за счет сравнительно низких затрат производства и обслуживания, в сравнении с летательными аппаратами под непосредственным управлением пилота. Одной из первоочередной задачей любого БПЛА, стоит разведка местности, самыми популярными средствами сканирования местности являются: аэрофотосъемка, а также сканирование при помощи лазерных сканеров или же лидаров.

Лазерный сканер имеет ряд преимуществ, в отличии от аэрофотосъемки:

- высокая точность сканирования, сравнимая с наземной геодезией и во много раз выше точности аэрофотосъемки;
- ночное время, растительность, а также погодные условия в виде тумана и дымки не являются помехой для работы;
- создание высокоточных трехмерных моделей промышленных объектов для включения их в корпоративные системы управления;

В качестве эталона для симуляции возьмем лидар «Alpha Prime» от компании «Velodyne Lidar» который обеспечивает дальность сканирования до 220 метров, что на несколько десятков метров выше Телевышки г. Йошкар-Ола, это позволит захватить большую область, за счет сканирования в 40°, данный сканер можно применять как для автомобилей, так и беспилотников.

Для оптимизации ресурсов, в проекте будет использоваться 60 сканирующих лучей на 40°, таким образом должна получиться информативная картина с высокой плотностью точек. На рисунке 1 продемонстрирована работа лидара «Alpha Prime», установленного на кузов машины.

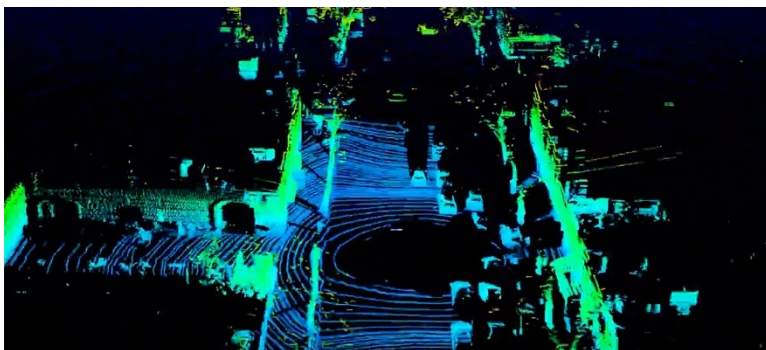


Рис. 1 – облако точек для лидара Alpha Prime

Первым шагом в реализации симулятора, является подготовка местности, в данном случае была смоделирована часть г. Йошкар-Ола в виде примитивов (рис. 2)

Перечень основных объектов:

- 1) Стадион «Дружба»
- 2) Телевышка
- 3) Центральный парк
- 4) Арена Марий Эл
- 5) Корпус №1 ПГТУ

6) Набережная



Рис. 2 – Макет г. Йошкар-Ола

Вторым шагом является реализация сканирующего устройства, в реальности принцип действия лидара предельно просто и основан на отражении излученного светового импульса от поверхности объекта. Теперь, когда понятно, как работает лазерный сканер, необходимо перенести принцип его действия в среду разработки, для этого существует метод Raycast, который позволяет излучать из определенного объекта в определенном направлении, а если это необходимо, то и на определенной дистанции лучи. С помощью данных лучей можно получать информацию об объекте, такую как: дистанция до объекта, координату точки пересечения луча с объектом, координату центра масс объекта, его название и т.д., в случае, когда лучи пересекают объект, формируется координата точки пересечения, в ней то и будем создавать «точку» которая сформирует наше облако, всю необходимую информацию будем выводить в окне UI (пользовательский интерфейс) (рис. 3). Имея данные о точках пересечения лучей с объектом, необходимо реализовать облако точек, которое позволит воссоздать точную цифровую копии ландшафта.

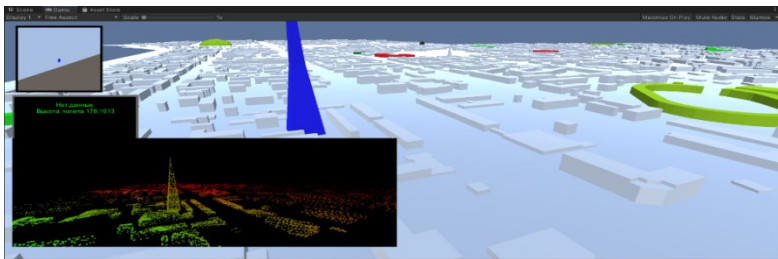


Рис.3 – интерфейс пользователя

Облако точек, необходимо визуализировать отдельным окном в интерфейсе также, как и окно информации об объектах, в случае если на объект попадает главный луч исходящий из камеры, то выводится информация о нем, в случае если в поле видимости нет объекта, то идет его поиск и вывод информации о высоте полета. На рисунке 4 можно видеть, что система моделирования ландшафта автоматически выставляет расцветку градации цвета относительно местоположения сканирующего устройства, от зеленого до красного, исходя из расстояния от сканируемого объекта до беспилотника в поле видимости. Полученная картина является весьма информативной, плотность точек позволяет определить геометрические параметры объекта, его форму. Как и лазерный сканер, в симуляторе имеются параметры, для изменения разрешающей способности, а именно:

- 1) угол сканирования;
- 2) количество лучей;
- 3) оптимальная дальность сканирования;

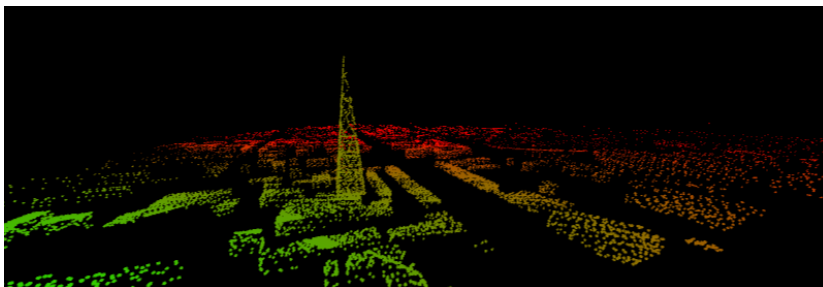


Рис.4 – цифровая картина облака точек

Выводы. БПЛА являются одним из ключевых источников получения быстрой и точной информации благодаря способности оснащения как лазерным сканером, так и видеоустройствами, симулятор позволяет получить тестовые данные для проверки алгоритмов обработки групповых объектов, а также оценить требуемые характеристики сканирующего устройства для исследуемых алгоритмов, симулировать скорость и высоту передвижения беспилотника, воспроизвести функционал лазерного сканера и подобрать оптимальные параметры для сканирования, а также получить представление о реальных параметрах объектов и визуализировать с достаточной точностью в облако точек.

Список литературы

1. Основы Raycast-a [Электронный ресурс] URL: <https://docs.unity3d.com/ru/2019.4/Manual/CameraRays.html> (Дата обращения 25.10.2020)
2. Скриптинг Unity [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/post/128711/> (Дата обращения 25.10.2020)
3. Лидар Velodyne [Электронный ресурс] URL: <https://velodynelidar.com/> (Дата обращения 25.10.2020)

УДК 539/376

Кошаева Елена Павловна

Направление Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(магистратура), гр. ИТСм-21

Научный руководитель

Бастракова Марина Ивановна,

канд. техн. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ВЗАИМОНАВЕДЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ПЕРЕДАТЧИКА И ПРИЕМНИКА. АЛГОРИТМ НАВЕДЕНИЯ

Цель работы - исследование оценки среднего времени вхождения в связь двух объектов, снабженных системами сканирования узких лучей оптического квантового генератора (ОКГ) и соответствующими приемниками.

В системах лазерной связи в свободном пространстве приходится иметь дело с чрезвычайно узкими пучками выходного излучения, угловая величина которых измеряется десятками и даже единицами секунд. При столь малой расходимости лазерные пучки даже на значительном удалении корреспондентов линии связи друг от друга имеют в поперечном сечении пятно малой площади. Например, «лазер с расходимостью излучения 10» засвечивает на расстоянии 10 км пятно диаметром около 5 см. В таких условиях взаимный поиск и наведение корреспондентов превращается в сложную задачу, а процедура «вхождения» в связь может трактоваться как Марковский стохастический процесс. Корреспонденты А и В неподвижны и излучают непрерывно в течение всего времени взаимонаведения;

пункты А и В симметричны по техническим параметрам аппаратуры; оптические антенны приемника и передатчика одинаковы.

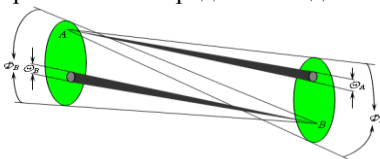


Рис. 1 - Θ_A, Θ_B - углы расходимости излучения в Пунктах А и В; Φ_A, Φ_B - угловой размер секторов обзора из пунктов А и В

Модель системы наведения. Вероятностный Марковский процесс взаимного нацеливания А и В иллюстрируется следующей диаграммой состояний и переходов.

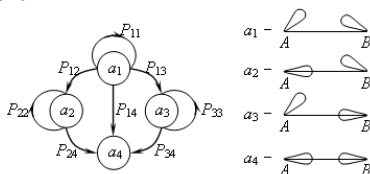


Рис. 2

На рисунке обозначено: a_1 - непоглощающее состояние (чаще всего исходное), когда ни одна из антенн (А или В) не ориентирована в правильном направлении; a_2, a_3 - непоглощающие состояния, в которых либо антенна А, либо антенна В ориентированы правильно (на противоположного корреспондента); a_4 - поглощающее (конечное) состояние, когда антенны А и В ориентированы друг на друга; P_{ij} - вероятность перехода системы связи из i -го состояния в j -ое.

Увеличение дальности действия лазерных систем связи, при сохранении требуемой достоверности передачи сообщений является одной из первостепенных задач. Основным фактором, определяющим увеличение дальности действия при постоянной мощности передатчика, является сужение диаграммы направленности антенных устройств.

Для получения угла раствора луча примерно около одного градуса в СВЧ диапазоне необходим диаметр антенны более 10 м. В то же время в оптических системах связи при очень малых габаритах антенн можно сформировать в пространстве чрезвычайно узкие диаграммы направленности (до нескольких десятков угловых секунд).

Использование узких диаграмм направленности лазера позволит обеспечить требуемую достоверность передачи информации при малых

мощностях передающих устройств. Однако одной из трудностей, связанных с использованием лазеров в системах связи, является проблема нацеливания узкого луча лазера и удержания его в требуемом направлении. При использовании систем на подвижных объектах эта проблема усугубляется еще необходимостью стабилизации объектов с высокой точностью.

Современное развитие квантовой радиоэлектроники позволяет надеяться на успешное решение проблемы нацеливания узких лучей ОКГ. Разработка, например, электрооптического метода отклонения светового луча позволит осуществить точное быстродействующее сканирование луча при решении задач обнаружения и слежения.

При сканировании узкого луча в пределах фиксированного углового конуса (зоны неопределенности положения объекта) возникает задача оценки времени, затрачиваемого на поиск заданной точки (объекта) в пространстве, или оценки времени, затрачиваемого на поиск друг друга двумя объектами, снабженными системами сканирования. Интересны также вопросы выбора метода сканирования (случайный или регулярный поиск) и сравнения различных методов сканирования.

При сканировании узких диаграмм приемопередатчиков процесс «вхождения» в связь, т.е. точное нацеливание диаграмм друг на друга и взаимное обнаружение сигналов может трактоваться как Марковский стохастический процесс. Такой подход обусловлен тем, что событие вхождения в связь зависит от вероятности ориентирования диаграмм двух объектов в требуемом направлении (нацеливание) и от вероятности взаимного обнаружения сигналов в шумах, когда диаграммы совпадают. Следовательно, время вхождения в связь есть случайная величина, обладающая математическим ожиданием, дисперсией и т.д. Очевидно, для нахождения этой величины необходимо пользоваться вероятностными методами.

Марковская цепь характеризуется состояниями, между которыми существует вероятность перехода. Если образовать матрицу вероятностей перехода между состояниями данной марковской цепи, то, пользуясь алгебраическими методами исследования марковских цепей, можно определить среднее число шагов, затрачиваемое на переход процесса из одного состояния в любое другое. Умножив среднее число шагов на время длительности одного шага, получим среднее время, затрачиваемое на переход из одного состояния в любое другое, и, в частности, в конечное состояние, соответствующее полному установлению связи между двумя объектами.

Выводы. Для СВЧ диапазона сверхузкие диаграммы направленности проектируют в относительно редких специальных случаях. В системах оптического диапазона, как правило, сверхузкими диаграммами будут обладать большинство систем. Однако в типичных случаях применения ОКГ на предельных дальностях число фотонов в принимаемом сигнале может быть невелико, поэтому использование отношения сигнал/шум является недостаточным для характеристики системы с точки зрения обнаружения полезного сигнала и подавления шумов. Необходимо вводить такие характеристики качества системы, как вероятность обнаружения сигнала, вероятность пропуска сигнала, вероятность ложной тревоги. Эти характеристики хорошо связываются с дальностью действия системы и с мощностью передающих устройств. Поэтому среднее время вхождения в связь для различных вариантов систем целесообразно находить в зависимости от вероятности обнаружения сигнала, от дальности действия системы при различных вероятностях ложной тревоги (характеризуемой уровнем шума) и мощности передатчиков. С этой точки зрения проводится дальнейшее рассмотрение.

Список литературы

1. Зуев, В.Е. Распространение лазерного излучения в атмосфере / Зуев В.Е. - М.: Радио и связь, 2001. - 288 с.
2. Лаптев, Г.Д. Об изменении деполяризации эллиптически поляризованного лазерного излучения // Квантовая электроника. - Т. 24. - 1997. - №10.
3. Павлов, Н.М. влияние фонового излучения на надежность работы атмосферных оптических линий связи / Н.М. Павлов, Л.А. Шутова // многоканальные системы связи. Сб. научных трудов ЦНИИС. – 2006. - №1.
4. Шереметьев, А.Г. Статистическая теория лазерной связи / А.Г. Шереметьев. - М.: Связь, 1996. - 315 с.

Ландышев Федор Альбертович

г. Йошкар-Ола, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», направление Инфокоммуникационные технологии и системы связи (магистратура), гр. ИТСм-11

Научный руководитель:

Рябова Наталья Владимировна

доктор физико-математических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К РАЗРАБОТКЕ ФРАКТАЛЬНЫХ АНТЕНН ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

Разработано большое разнообразие подходов к построению фрактальных антенн. Рассмотрим основные типы фрактальных антенн.

Первый метод – это сгибание проводника для получения необходимой формы. Чтобы построить кривую Коха, необходимо исходный проводник длиной z разделить на три равные части. После этого в центральном участке создают равносторонний треугольник со стороной $z/3$. Так получается ломаная, которая состоит из четырех звеньев длиной $z/3$ каждый, как показано на рисунке 1. Эти действия необходимо повторять для каждого отдельного отрезка получившейся ломанной. В первой итерации на отрезках $z/3$ создаются треугольники со сторонами $z/9$ и так далее.

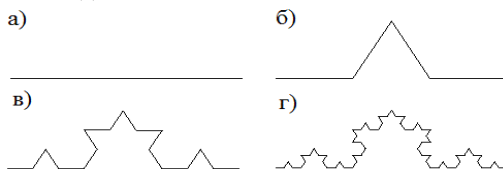


Рис. 1 – Построение кривой Коха: а) нулевая, б) первая, в) вторая, г) третья итерации

Каждый последующий шаг увеличивает длину получившейся кривой по следующему принципу:

$$L = z \left(\frac{4}{3} \right)^n,$$

где n – число итераций, z – длина исходной линии.

Похожие свойства имеет фрактал Коха – диполь, который строится по закону ломаной Германа Минковского. При создании антенны формируются меандры убывающих размеров, как показано на рисунке 2.

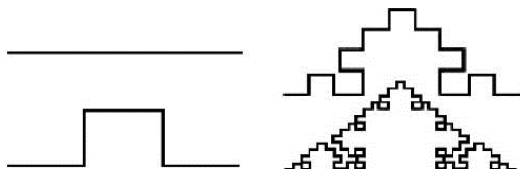


Рис. 2 – Построение кривой Минковского, первые три итерации

Далее рассмотрим кривую Пеано. Изначально строится квадрат, у которого каждая из сторон на следующем шаге заменяется определенным образом, как показано на рисунке 3. Формируется из 9 отрезков длины $1/3$, соединенных под прямым углом друг к другу.

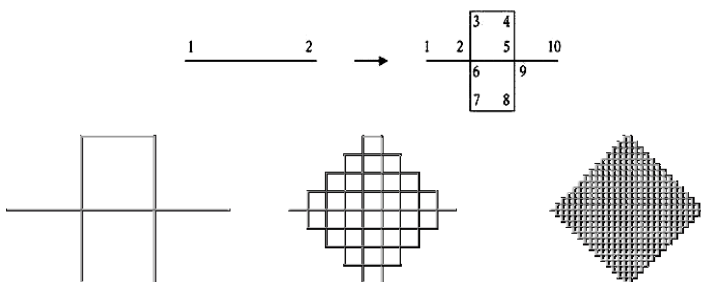


Рис. 3 – Построение кривой Пеано

Обозначения на рисунке показывают очередность сгибания проводника. В таком случае появляются точки соприкосновения проводника (2-6 и 5-9). Далее необходимо выполнять идентичные действия. Итогом будет самоподобная кривая, которая плотно заполняет квадратную область.

Также существуют древоподобные структуры. Рассмотрим древо Кейли – это классический пример фрактальных множеств. Нулевой итерацией является отрезок прямой. Последующие итерации представляют собой два отрезка точно такой же длины, как и нулевая итерация, но расположенные перпендикулярно предыдущему отрезку так, что концы его соединены с серединой отрезков.

Каждой последующей четной итерацией фрактала будут являться два отрезка $l/2$ в половину длины предыдущей итерации, расположенных, перпендикулярно предыдущей итерации. Древо Кейли изображено на рисунке 4.

Рассмотрим еще один метод удаления элементов определенного размера из исходной фигуры, для получения нужной формы на примере “снежинки” Коха. Этапы построения снежинки Коха показаны на рисунке 5.

Все итерации располагаются в окружности с конечным радиусом,

$$r = \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot a$$

где a – сторона первоначального треугольника.

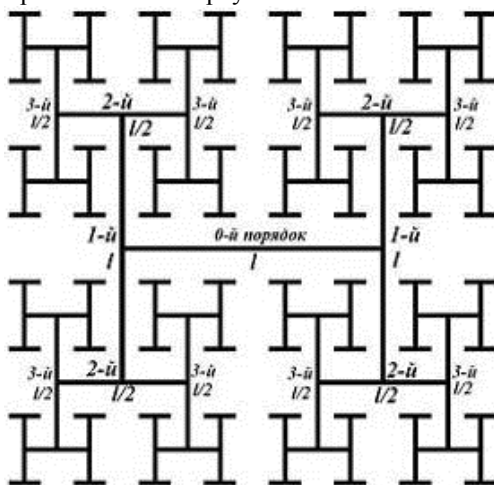


Рисунок 4 – Построение древа Кейли

Следующий пример – решетку Серпинского. Формирование решетки изображено на рисунке 6. Первый шаг заключается в удалении из исходного треугольника центрального треугольного сегмента вдвое меньшей высотой. Далее в образовавшихся новых треугольниках на втором этапе повторяют данное действие и так далее.

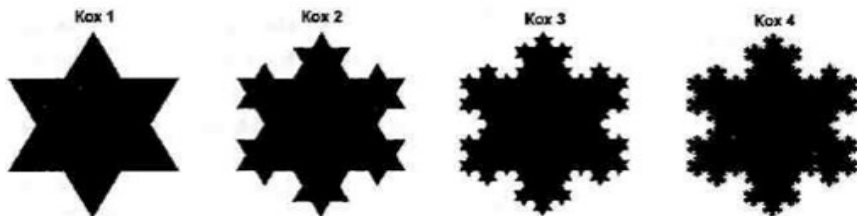


Рис. 5 – Снежинка Коха, первые 4 итерации

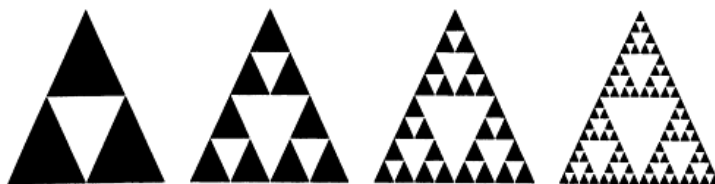


Рис.6 – Решето Серпинского, первые 4 итерации

Закключение. К несомненным преимуществам фрактальных антенн нового типа следует отнести возможность управления их пространственно-частотными характеристиками без вариации форм-фактора, что позволяет использовать предложенные конструкции при разработке антенных систем.

В отличие от традиционных подходов, когда синтезируются гладкие структуры излучения антенн, теория фрактального синтеза базируется на принципах скейлинга, то есть характеристики излучения теоретически инварианты масштабу.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ: проект № 18-07-01376.

Список литературы

1. Потапов А.А., Потапов В.А. Фрактальные антенны: анализ, синтез и новые применения в радиофизике и радиоэлектронике // Тр. Четвертого международного междисциплинарного симпозиума "Фракталы и прикладная синергетика - ФИПС-05" (Москва, 14 - 17 ноября 2005 г.).- М.: Изд. Интерконтакт – Наука, ИМЕТ РАН. 2005. С. 113 – 114;
2. Сайт <http://www.fractenna.com/index.html>.

Левченко Александр Александрович

г. Йошкар-Ола, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», направление Инфокоммуникационные технологии и системы связи (магистратура), гр. ИТСМ-11

Научный руководитель:

Елсуков Алексей Александрович

к.т.н., доцент каф. Радиотехники и связи

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

СИСТЕМА СВЯЗИ С OFDM СИГНАЛОМ

На протяжении продолжительного отрезка времени технология OFDM не находила широкого распространения в иных системах связи, так как она имеет довольно сложную техническую реализацию и решение задачи формирования такого сигнала с помощью аналоговых методов очень проблематично. Однако с развитием вычислительных систем и методов цифровой обработки сигналов применение OFDM модуляции стало возможным в самых различных системах связи – от радио до проводных линий связи.

В настоящее время технология мультиплексирования с ортогональным частотным разделением широко применяется в беспроводных системах связи, таких как Wi-Fi, WiMax, LTE. Также в наземных системах цифрового телевидения DVB-T и т.д.

Вопросы касающиеся мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM) являются очень актуальными, так как данная технология получила довольно широкое распространения в беспроводных системах связи в наше время.

Целью работы является разработка системы связи с OFDM сигналом на SDR платформе с использованием программного инструментария GNU Radio.

В ходе исследования проведен анализ формирования OFDM сигналов, изучены основные библиотеки программного инструментария GNU Radio, проработаны простейшие схемы приема и передачи OFDM сигналов. Также построены передающая и приемная части системы связи. Произведена проверка работоспособности разработанной системы связи.

Сформирован сигнал, который имеет параметры:

- Количество поднесущих: 64

- Полоса 2,4 кГц
- Информационных поднесущих: 8
- Пилотных поднесущих: 4
- Циклический префикс: 16
- Длительность символа : 33,33 мс
- Полоса поднесущей: 37,5 Гц
- Полоса сигнала 450 Гц
- Символьная скорость: 30 симв/с.
- Скорость передачи данных 480 бит/с.

В синтезированной блок-схеме передающей части системы связи за несущую частоту принято значение 4 кГц для того, чтобы передаваемый сигнал попадал в максимум чувствительности колонок и микрофона, оборудованных на нашем ПК. Также для удобства тестирования передающей части используется блок *WAV File Sink*, чтобы сохраненный файл можно было записать и воспроизвести отдельно. Частота дискретизации сигнала равна 2.4 кГц, частота несущей равна 4 кГц, размер пакета передаваемых данных равен 12 байт.

В синтезированной блок-схеме приемной части системы связи за несущую частоту принято значение 4 кГц для того, чтобы передаваемый сигнал попадал в максимум чувствительности колонок и микрофона, оборудованных на нашем ПК. Стоит отметить, что блок *Audio Sink* применяется для приема данных из звуковой карты персонального компьютера для удобства тестирования. Блок *QT GUI Frequency Sink* используется для визуализации принимаемого сигнала. Частота дискретизации сигнала равна 2.4 кГц, частота несущей равна 4 кГц, размер пакета передаваемых данных равен 12 бит. Для визуализации принимаемого сигнала добавлен блок *QT GUI Frequency Sink*.

Для успешной реализации и тестирования систем приема и передачи сигнала с помощью звуковой карты персонального компьютера (ПК) применяется блок *UDP Sink*, который является виртуальной версией SDR-трансммитера в *GNU Radio*. Такое решение можно аргументировать отсутствием SDR-трансммитера (*HackRF*, *LimeSDR*, *USRP* и др.), в котором преобразования сигнала выполняются автоматически с помощью готового блока для *GNU Radio*.

Полученная система полностью соответствуют поставленным целям и задачам. С помощью программного инструментария *GNU Radio* и языка программирования *Python* произведена успешная передача и расшифровка звукового сигнала с текстом «Hello World!».

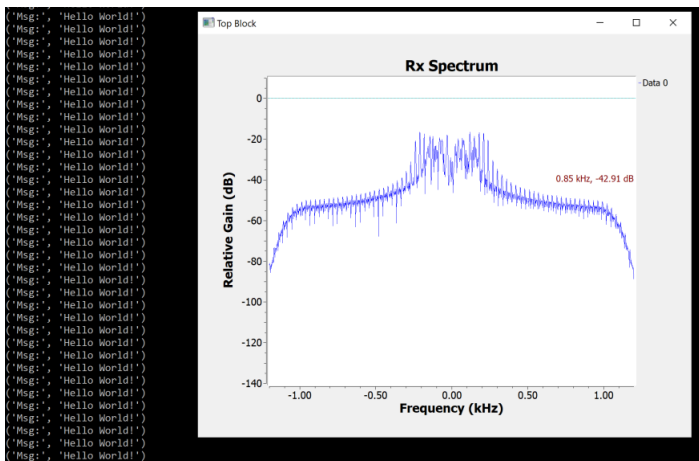


Рис.1 – Спектр и расшифровка принимаемого сигнала

Список литературы:

1. Fazel, Khaled. Multi-carrier and spread spectrum systems: from OFDM and MC-CDMA to LTE and WiMAX / K. Fazel, S. Kaiser. — 2nd ed. — Wiley, 2008. — 380 p.
2. Бернанд Сяляр. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр.:Пер. с англ. — М: Издательский дом «Вильямс», 2003. — 1104 с.
3. Мелихов С.В. ТЕХНОЛОГИЯ OFDM: Учебно-методическое пособие для лекционных и практических занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2019. – 23 с.
4. Ковалев В. В. Формирование и обработка OFDM сигналов/ Ковалев В. В., Селецкая О. Ю., Покаместов Д. А. - Молодой ученый, 2016. — №14. — С. 151-154. — URL <https://moluch.ru/archive/118/32800/> (дата обращения: 01.03.2020).

Лоскутова Виктория Олеговна

направление Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(магистратура), гр. ИТСм-11

Научный руководитель

Бастракова Марина Ивановна,

к.тн. доцент кафедры РТиС

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ В ДИАПАЗОНЕ РАДИОЧАСТОТ

Цель работы – рассмотреть особенности и классификацию электромагнитных помех в радиочастотном диапазоне.

Электромагнитные помехи (ЭМП) – это случайные процессы, действующие в свободном пространстве, либо в проводящей среде. Данные помехи способны понизить качество приема сигналов. ЭМП выражается в виде искажения сигналов или как повреждение элементов аппаратуры, а также как нарушение функционирования отдельных узлов.

ЭМП различают:

- по виду среды распространения – радиационные и кондуктивные;
- по типу источников – естественные и искусственные;
- по характеру взаимодействия с полезным сигналом – аддитивные и мультипликативные;
- по частотно-временным свойствам сосредоточенными – по спектру (узкополосные), во времени (импульсные) и флуктуационными.

При вероятностной классификации электромагнитных помех применяются признаки гауссовости и стационарности. Большая часть помех является нестационарными случайными процессами, что приводит к затруднению анализа их воздействия на радиопередающие устройства. Тем не менее часто при действии помех на коротких в сравнении с сигналом временных интервалов, нестационарность выражается слабо. В этом случае речь идет о локально-стационарных помехах.

К аддитивным ЭМП естественно происхождения можно отнести космические шумы, атмосферные помехи, шумы теплового излучения

земли, собственные шумы радиоаппаратуры и др.

Космические шумы – это термоядерные процессы в радиозвездах или движение заряженных элементарных частиц в космическом пространстве. Такие помехи по характеру спектра относят к широкополосным флуктуационным помехам.

Атмосферные помехи представляют собой следствие грозových и электростатических разрядов, которые возникают на частотах до 25 МГц и по уровню превосходят космические шумы. Данные помехи могут быть как узкополосными, так и широкополосными. Для описания узкополосных помех зачастую применяют полимодальный или модуляционный подход. А для широкополосных атмосферных помех характерная четкая очерченность флуктуационной и импульсной компонент.

Стационарные электромагнитные помехи возникают из-за излучений радиоприёмных устройств, гетеродинов радиоприемников, генераторами строчной развертки телевизоров и др. Для описания этих помех применяют пауссоновские модели и модели, которые основаны на теории случайных импульсных потоков.

Индустриальные радиопомехи (ИРП) создаются техническими средствами, которые применяются в некоторой форме энергию электрического тока. Такие помехи могут обладать дискретным и сплошным спектром, так же могут быть кондуктивными и радиационными. К кондуктивным относят помехи, которые создаются медицинскими установками ВЧ ЭВМ, устройствами развертки электронно-лучевых трубок, к радиационным помехам относят помехи от электротранспорта, промышленной и бытовой радиоаппаратуры, линий электропередачи, систем зажигания автомобилей. ИРП встречаются в широкой полосе частот в диапазоне от 1 кГц до 1 ГГц.

Контактные помехи проявляются на движущихся объектах при действии электромагнитного поля источника на находящиеся в ближней зоне излучения токопроводящие с переменным сопротивлением механические контакты конструкций объектов. Индуцированные в них токи проводимости приводят к возникновению вторичного поля помех, отличающегося по спектральному составу от первичного поля источника. Действие этих помех наблюдается на частотах в диапазоне до МГц. Спектр контактных помех обычно шире спектра источника, при этом его ширина и уровень составляющих увеличивается с повышением частоты и мощности первичного сигнала и усилением флуктуаций контактного сопротивления.

Выводы. Рассмотренная классификация электромагнитных помех

дает возможность охарактеризовать их совокупностью признаков, но не является исчерпывающей. Поэтому в каждом конкретном случае помеха характеризуется дополнительно.

Основными видами искусственных ЭМП являются помехи излучения и кондуктивные. Помехи излучения кроме обычных параметров (временных, частотных и других) характеризуются зависимостью распределения напряженности поля в пространстве вокруг источника, а их действие оценивается по значению наведенной ЭДС помехи, которая далее распространяется как помеха проводимости.

Список литературы:

1. Бадалов А. Л., Михайлов А. С. Нормы на параметры ЭМС.—М.: Радио и связь, 1990.—271 с.
2. Буга Н. Н., Конторович В. Я., Носов В. И. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств.—М.: Радио и связь, 1993.—240 с.
3. Ремизов Л. Т. Естественные радиопомехи.—М.: Наука, 1985.—194 с.

УДК 629.396.9

Макаров Алексей Евгеньевич

направление Электроника, радиотехника и системы связи(аспирантура),
гр. ЭРСС-11

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

**МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ
ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ СИГНАЛОВ ОТ
ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ**

Введение. Низкая точность является одной из главных проблем гражданских систем спутникового позиционирования, так как они обеспечивают точность до 5-10 метров на открытой местности и 10-15 метров в плотной городской застройке, чего недостаточно для многих сфер деятельности, например, таких как геология, картография, авиация, автотранспорт, робототехника.

Целью работы является разработка метода повышения точности позиционирования подвижных объектов с помощью сигналов глобальных навигационных спутниковых систем.

Для повышения точности навигации разработан следующий метод, основанный на сопоставлении 3D карты местности и данных от спутников ГНСС.

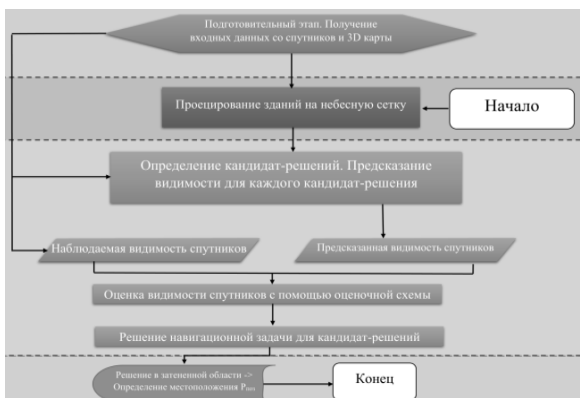


Рис. 1 - Метод повышения точности позиционирования

Данный метод работы в затененных условиях имеет две фазы – подготовительный и основной. На подготовительной фазе, формируются границы зданий на сетки местоположений. Граница зданий строится с перспективы положения ГНСС пользователя, край здания определяется для каждого азимута (от 0 до 360 °) в виде серии углов. Для каждого здания хранится так же атрибут высоты над уровнем моря. Результат этого этапа показывает, где расположены края зданий в пределах небесной координатной сетки. На основной фазе поиска решения определяется область, в которой находятся вероятные решения местоположения в затененной области.

Результатом данного этапа является сетка, в узлах которой находится вероятное местоположение пользователя, с определённым шагом, который в конечном счете определяет точность решения НЗ. Далее осуществляется сравнение высоты спутника с высотой зданий в том же азимуте. Спутник будет виден, если он находится над границей определенного известного здания. На этом этапе предсказывается конфигурация видимых и невидимых спутников для каждого узла сетки, определенной на предыдущем этапе.

На следующем этапе оценивается сходство между прогнозируемой видимостью и фактически наблюдаемой. Кандидат позиция (узел сетки) с лучшим совпадением видимости спутников будет взвешиваться выше в решении при затененной задаче.

К концу этого этапа, каждый кандидат положения должен иметь оценку, которая представляет серию углов, указывающих на видимость спутников. Таким образом, мы определяем вероятные конфигурации видимых и невидимых спутников для каждого узла сетки. Последний

шаг в решении затененной навигационной задачи – определение положения с помощью полученных бальных оценок, путем сопоставления кандидатов с образцом, здесь производится поиск максимально совпадающих оценок реально наблюдаемых конфигураций видимых и невидимых спутников с предсказанными конфигурациями спутников.

Работа данного метода была проверена в условиях 9-этажного микрорайона «Сомбатхей» (г. Йошкар–Ола). Исследование проводилось при движении на автомашине. Большая часть отклонений от траектории наблюдается в условиях, когда часть небосклона скрыта зданиями. Кроме того, видны два места, где решение навигационной задачи выполнялось без спутников с прямой линии видимости.

Результат проведения эксперимента представлен на Рис. 2. Темным цветом отображена погрешность без работы алгоритма, светлым с ним.

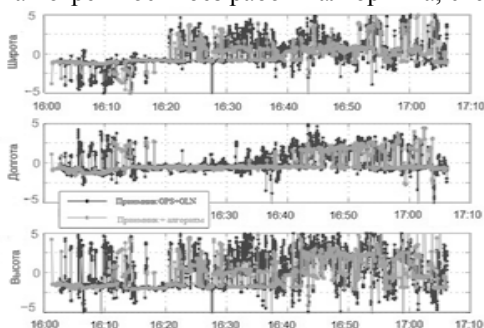


Рис. 2 - Результаты работы алгоритма

В результате работы мы получили успешное решение навигационной задачи в условиях городской застройки в затененных районах навигации с максимальным отклонением от истинного местоположения в 2,5 метра с вероятностью 89%, исходя из статистической обработки данных эксперимента.

Заключение. Таким образом, в работе предложен метод, который использует 3D карту местности для определения видимости спутников в каждой точке решения навигационной задачи; при поиске решения учитываются сигналы, обусловленные многолучевостью и сигналы, которые проходят сквозь здания. Показаны результаты работы метода в условиях городской застройки при движении на автомашине.

Список литературы:

1. Рябов, И. В. Повышение точности позиционирования подвижных объектов при помощи сигналов глобальных навигационных спутниковых систем / И. В. Рябов, Д. А. Чернов // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2015. – № 2. – С. 43–53.
2. Бен–Моше Б., Повышение точности ГНСС с помощью скоростных переключений “теневых” сеток. // IEEE Устройства для интеллектуальных транспортных систем. 2014, №1.– с.1113–1122
3. Пинана–Диаз С., Толедо Р., Бетаилле, Д. Обнаружение и исключение многолучевых сигналов спутников GPS с использованием дополнительных карт//In Proceedings of IEEE ITSC 2011: The 14th IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems.– Вашингтон , 2011.– с 276–289.

УДК 621.396

Максимов Максим Александрович

направление Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(магистратура), гр. ИТСм-21

Научный руководитель:

Рябова Наталья Владимировна

д-р физ.-мат. наук, заведующий кафедрой радиотехники и связи
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола,

БЕСПРОВОДНЫЕ СЕНСОРНЫЕ СЕТИ НА ОСНОВЕ ХАОТИЧЕСКИХ РАДИОИМПУЛЬСОВ

Цель работы – структура и принципы функционирования сенсорных сетей на основе хаотических радиоимпульсов.

Беспроводные сенсорные сети (БСС) – это одно из самых перспективных направлений в развитии телекоммуникационных систем настоящего времени, они создают новые возможности для проведения научных исследований. Миниатюрные размеры узлов, интегрированный радиоинтерфейс, низкое потребление энергии, невысокая стоимость делают данную сеть очень выгодной для использования в тех областях жизнедеятельности, где необходимо произвести построение систем контроля и управления или следить за безопасностью.

Узел сенсорной сети (мод) – представляет собой плату, на которой находятся передатчик, микроконтроллер, батареи, память и датчик. На датчики устанавливается специальное программное

обеспечение, с помощью которого они организуют сеть, обмениваются информацией между собой.

Моты могут обмениваться между собой информацией с помощью приемопередатчиков, работающих в радиодиапазоне. Это, во-первых, сенсорная информация, считываемая с датчиков, а во-вторых, информация о состоянии устройств и результатах процесса передачи данных. Информация передается от одних мотов другим по цепочке. Если часть мотов выходит из строя, работа сенсорной сети после реконфигурации должна продолжаться.

С целью расширения возможностей применения персональной беспроводной связи, в том числе для сенсорных сетей, в 2007 году был принят стандарт IEEE 802.15.4a, предусматривающий использование в качестве носителей информации СШП электромагнитных сигналов.

К СШП сигналам относят сигналы со средней частотой F_c и полосой

$$D = \frac{\Delta F}{F_c} > 0.2 - 0.25.$$

ΔF , имеющие относительную полосу

Сверхширокополосными прямохаотическими системами связи (СШП ПХСС) называются системы с относительной полосой частот DF

$$DF = \frac{F_U - F_L}{2(F_U + F_L)} > 0.2,$$

где F_U и F_L – соответственно верхняя и нижняя частоты в спектре сигнала. Или с полосой частот $\Delta F > 500 \text{ МГц}$.

В прямохаотических системах связи могут использоваться различные виды модуляции: наличие или отсутствие хаотического импульса на информационной позиции (chaotic on-off keying - COOK), относительная хаотическая манипуляция (differential chaotic shift keying - DCSK), модуляция позиций импульсов (pulse position modulation - PPM) и т.д. . Соответственно, для передачи информации здесь используется не непрерывный сигнал, а поток импульсов.

Гармонические сигналы имеют всего три управляемых свойства (амплитуда, фаза и частота). В случае хаотических колебаний даже маленькие варианты в значении параметра 1-го из частей источника хаоса приводят к изменениям динамики колебаний. Это значит, что у источников хаоса с изменяемыми параметрами потенциально имеется большой набор схем ввода информационного сигнала в хаотическую систему. Хаос обладает широким диапазоном частот, а также большей информационной емкостью по сравнению с узкополосными колебаниями. Широкая полоса частот несущей позволяет увеличить

скорость передачи информации, а также повысить помехоустойчивость системы.

Выводы. В целом, использование хаотических сигналов для межузловых коммуникаций в беспроводных сенсорных сетях выглядит предпочтительнее классических систем с широким диапазоном частот:

- Высокие коммуникационные характеристики в реальных каналах в условиях многолучевых искажений;
- Простота аппаратной реализации
- Высокая энергетическая эффективность и скорость передачи информации
- Отсутствие межузловой интерференции, которая существует в узкополосных системах.

Список литературы:

1. Яковлев, О. И. Распространение радиоволн: учебник для вузов по спец. «Радиотехника».- М.: , 2009. – 496 с.
2. А.С. Дмитриев, Б.Е. Кяргинский, А.И. Панас, С.О. Старков, "Прямохаотические схемы передачи информации в сверхвысокочастотном диапазоне", Радиотехника и электроника, 2001, Т. 46, № 2, 224-233.
3. Дмитриев А.С., Клецов А.В., Лактюшкин А.М., Панас А.И., Старков С.О., Сверхширокополосная беспроводная связь на основе динамического хаоса, Радиотехника и электроника, 2006, Т. 51, №10, с. 1193-1209.
4. Mitola J. III. // Cognitive Radio. An Integrated Agent Architecture for Software Defined Radio. Doctor of Technology Dissertation. Kista: Royal Institute of Technology, 2000. 313 p.
5. Варгаузин В.А. Радиосети для сбора данных от сенсоров, мониторинга и управления на основе стандарта IEEE 802.15.4 // ТелеМультиМедиа. 2015. № 6. – С. 23-27.

Малинина Елизавета Игоревна

г. Йошкар-Ола, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», направление Инфокоммуникационные технологии и системы связи (магистратура), гр. ИТСм-11

Научный руководитель:

Хафизов Ринат Гафиятуллович

доктор технических наук, профессор Хафизов Р.Г.

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

АНАЛИЗ КЛАССИФИКАЦИИ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ПОМЕХ

Важным тактическим показателем радиотехнических систем (РТС) является их способность функционировать на фоне помех. Классификацию помех осуществляют по различным критериям. Рассмотрим некоторые из них, наиболее часто встречающиеся в литературе.

По происхождению помехи разделяют на неорганизованные (естественные, неумышленные) и организованные (искусственные, умышленные). Неорганизованные помехи возникают вследствие отражений электромагнитной энергии от местных предметов, облаков, дождевых капель и других природных образований, а также от воздействия грозových разрядов, электромагнитного излучения Солнца и космического пространства, радиоизлучения промышленных установок и т.д. Сюда же относятся помехи, создаваемые собственными шумами приёмных устройств, и взаимные помехи радиосредств, работающих на близких или совпадающих частотах. Организованные помехи создаются специальными средствами, предназначенными для подавления радиоэлектронных средств (РЭС). По виду средств создания помех различают активные и пассивные помехи. Активные помехи создаются передатчиками помех и излучаются в ту область пространства, где дислоцируются подавляемые РЭС. Пассивные помехи формируются за счёт отражения зондирующих сигналов, подавляемых РЭС от искусственно создаваемых отражателей, например, облаков дипольных отражателей ОДО (рис.1), изменения свойств среды распространения радиоволн, уменьшения эффективной поверхности рассеяния (ЭПР) объектов защиты и т.п.

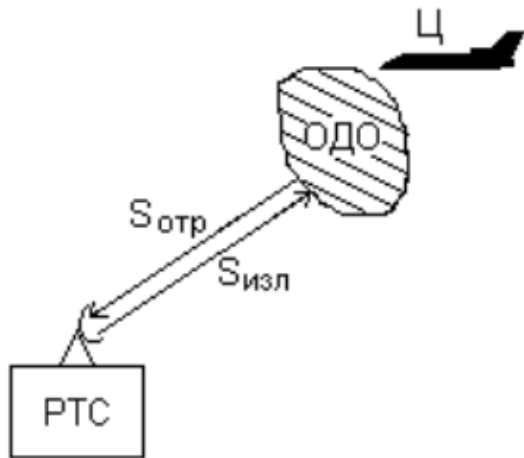


Рис. 1 – Формирование пассивных помех

По характеру (эффекту) воздействия помехи разделяют на маскирующие, имитирующие и подавляющие. Маскирующие помехи ухудшают характеристики приёмных устройств, подавляемых РЭС, создают на экранах индикаторов мешающий фон, который значительно затрудняет или полностью исключает обнаружение и распознавание объектов, выделение полезных сигналов, отражённых от целей, не позволяют измерить с необходимой точностью параметры сигналов, несущих информацию о состоянии целей (пространственном положении, параметрах движения и т.д.). Используя терминологию теории обнаружения, можно сказать, что вероятность правильного обнаружения при действии маскирующих помех может быть снижена практически до нуля. С увеличением мощности помех их маскирующее действие возрастает. Имитирующие (дезинформирующие) помехи создают на входе подавляемой РЭС сигналы, подобные полезным, но имеющие ложные значения некоторых информационных параметров. Это приводит к потере части полезной информации, снижает пропускную способность подавляемой системы, вводит в заблуждение операторов, увеличивает вероятность ошибки в виде ложной тревоги, приближая её к единице. Действие подавляющих помех основано на том, что усилительные тракты реальных приёмников РЭС имеют ограниченный динамический диапазон входных сигналов. Поэтому

можно создать некоторое значение мощности помехового сигнала на входе РЭС, при котором приёмные каналы перегружаются и теряют возможность выполнять свои функции по выделению полезной информации. Особенно сильно перегружаются последние каскады УПЧ. Упрощено действие подавляющих помех показано на рис.2, на котором приведены амплитудная характеристика приёмника (а) и временные диаграммы сигналов на его входе (б) и выходе (в). Для наглядности происходящих процессов диаграмма входных сигналов (б) повернута на 90° по часовой стрелке. В интервале времени от 0 до t_1 на входе действует аддитивная смесь полезного сигнала и помехи малой интенсивности. Полезный, информационный для РЭС сигнал условно показан в виде гармонического колебания. Перегрузки приёмника нет и информационный сигнал с выхода приёмника используется в последующих устройствах РЭС, например, для формирования отметки цели на экране индикатора обзорной радиолокационной станции (РЛС) или для создания управляющих сигналов в системе радиоэлектронного слежения за целью. В интервале от t_1 до t_2 на вход поступает смесь полезного сигнала и мощной помехи, приёмник перегружается и на выходе приёмника полезный сигнал отсутствует. Это может привести к тому, что исчезнет отметка цели на экране индикатора обзорной РЛС или следящая система из режима сопровождения цели по какому-либо навигационному параметру перейдёт в режим поиска. В обоих случаях информация о цели будет потеряна.

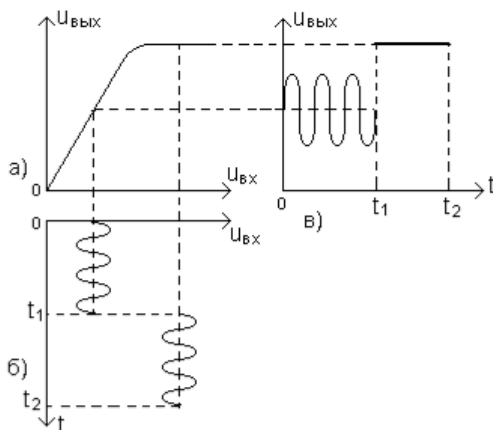


Рис. 2 – Воздействие подавляющих помех на приемное устройство

Если в области защиты РТС от пассивных помех разработана достаточно эффективная теория, то задача защиты от активных помех (АП) далека от своего решения в связи с постоянным эффективным совершенствованием средств радиоэлектронного подавления (РЭП).

К наиболее универсальному виду маскирующих АП относят активные шумовые помехи (АШП). Увеличение энергетического потенциала постановщиков активных помех (ПАП) за счет использования в средствах РЭП фазированной антенной решетки (ФАР) привело к возможности эффективного применения АШП, действующих на приемник по боковым лепесткам (БЛ) диаграммы направленности (ДН) антенны РТС.

Заключение. Задача защиты РТС усложняется при нестационарной помеховой обстановке, связанной со случайным изменением количества, вида и мощности излучаемых АШП, перемещением в пространстве с большими скоростями ПАП и другими факторами, действующими на различные виды РТС в процессе их работы. Из-за усложнения задачи приема полезного сигнала на фоне данного типа помех целесообразно разрабатывать новые и совершенствовать известные методы и алгоритмы защиты РТС.

Список литературы:

1. Бакулев П.А. Радиолокационные системы. Учебник для вузов. – М.: Радиотехника, 2004, - 320 с.
2. Никольский Б.А. Основы радиоэлектронной борьбы: учебник – Самара: Изд-во Самарского университета, 2018. –268 с.
3. Основы построения радиолокационных станций радиотехнических войск: учебник / В.Н. Тяпкин, А.Н. Фомин, Е. Н. Гарин [и др.]; под общ. ред. В.Н. Тяпкина. – 2-е изд., перераб. – Красноярск: Сиб. федер.ун -т. – 2016. – 536 с.

Мальцева Светлана Андреевна

направление Электроника и нанoeлектроника (магистратура), гр. ЭиНЭм-11

Научный руководитель

Попов Иван Иванович,

д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры конструирования и производства
радиоаппаратуры

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ИНДИКАТОРОВ В ВИДЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК ОКСИДА ЦИНКА

Цель работы – разработать методологию оценки ультрафиолетового излучения (УФИ) для создания новых приборов на основе исследований.

Актуальность темы заключается в практической значимости исследований воздействия УФИ на человеческое здоровье, экологическую безопасность, промышленное и оборонное производство.

Оксид цинка (ZnO) – это полупроводник с шириной запрещенной зоны 3,37 эВ. Его преимущества заключаются в высокой энергетической связи, химической стабильности и термической. Благодаря методу магнетронного распыления ZnO можно получить различной модификации изменяя температуру, давление, смесь реактивных газов, напряжение и ток мишени, а так же время напыления.

Фотодиэлектрический эффект – это изменение диэлектрической проницаемости материала, обусловленное поглощением излучения оптической области спектра.

Для получения в пленке ZnO фотодиэлектрических свойств сама пленка должна быть поликристаллическая и аморфная или рентгеноаморфная с большим количеством разорванных связей, на которых, между отдельными атомами, происходит преобразование света в электрический ток.

Температура подложки влияет на адгезию, если температура низкая, то будет низкая адгезия и кристаллическая фаза может не образоваться, а при очень высокой температуре кристаллы ZnO будут крупными, за счет чего снижаются фотодиэлектрические свойства.

Для получения пленок ZnO использую смесь реактивных газов Ag и

O₂. При низком содержании O₂ пленки получают не прозрачными и с пористым слоем, а значит, оптически неактивными. При концентрации O₂ около 40 об% пленки имеют высокий коэффициент пропускания в видимой и ближней инфракрасной области. [1]

Ультрафиолетовое излучение – это электромагнитное излучение, занимающее спектральный диапазон между видимым и рентгеновским излучениями. Оно лежит в интервале от 10 до 400 нм и разделяется на 3 уровня: UVC – 100-280 нм, UVB – 280-315 нм, UVA – 315-400 нм. [2]

Чувствительные элементы на основе ZnO ограничены диапазоном (λ) 315 – 390 нм, а фотодиэлектрический эффект позволит получить информацию о длине волны и мощности падающего излучения. [3]

Существует полезная модель фотодиэлектрического чувствительного элемента, которая может быть использована для регистрации ультрафиолетовой области спектра.

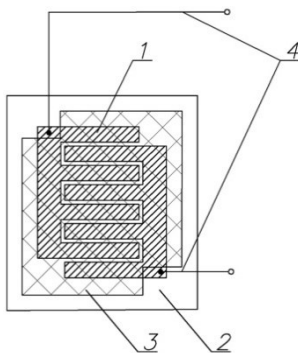


Рис.1. Фотодиэлектрический чувствительный элемент: 1 - электроды, 2 – подложка из оптического стекла, 3 – оксид цинка, 4 – выводы

Измерение происходит за счет изменения диэлектрической проницаемости пленки ZnO. [4]

Для исследования пленок ZnO необходимо провести спектрофотометрический анализ, который позволит получить зависимость процента пропускания пленки, от длины волны падающего излучения. Он основан на отношении проходящего потока света сквозь подложку с пленкой и без нее.

На изменение фотодиэлектрической проницаемости могут повлиять экситонные ловушки. Они образуются на криволинейной поверхностях тонких пленок, полученных методом магнетронного распыления. На таких поверхностях линия дислокации искривляется, образуя

замкнутую кривую линию, описывающую зону скопления. Когда уменьшение энергии узлов кристаллической решетки превысит тепловую энергию экситонов, то такая зона является ловушкой для экситонных состояний. [5] Таким образом, возможно получить подтверждение наличия самих экситонных ловушек и их влияние на фотодиэлектрические свойства.

Выводы. Фотодиэлектрические свойства изменяются в чувствительном элементе на основе ZnO в зависимости от длины волны падающего излучения, и могут быть обнаружены в интервале длин волн от 190 до 390 нм. При этом длина волны ультрафиолетовой области спектра находится в интервале от 100 до 400 нм. Таким образом, можно получить индикатор в виде тонких пленок оксида цинка практически для всего интервала ультрафиолетового спектра и увидеть влияние экситонных ловушек на фотодиэлектрические свойства.

Список литературы:

1. Зайцев С. В. Влияние концентрации кислорода на микроструктуру, морфологию и оптические свойства пленок оксида цинка, формируемых методом дуального магнетронного распыления / С. В. Зайцев, В. С. Ващилин, В. В. Колесник, М. В. Лимаренко, Д. С. Прохоренков, Е. И. Евтушенко // Вестник ИргТУ – 2017. - №8. – 167 – 175 с.
2. Технические таблицы. Виды ультрафиолетового излучения - <https://tehtab.ru/Guide/GuidePhysics/LightAndColor/UVAnaming/> [Электронный ресурс] – 2020.
3. Шашин, Д.Е. Фотодиэлектрический чувствительный элемент ультрафиолетового диапазона и особенности его изготовления / Д.Е. Шашин // Вестник ПГТУ, Радиотехнические и инфокоммуникационные системы – 2019 - №4 (44) – С.75-84.
4. Патент на ПМ № 184584 Российская Федерация. Фотодиэлектрический чувствительный элемент для регистрации оптического излучения / Шашин Д.Е.; Заявитель и патентообладатель Поволжский государственный технологический университет (RU). – № 184584 заявл. 17.07.2018; опубл. 31.10.2018. – 1 с.
5. Минеев, Д.В. Технологические подходы к построению модуляторов мемристорных свойств оксида цинка на основе процессов, протекающих в кванторазмерных объектах в виде ловушек экситонов / Д.В. Минеев, И.И. Попов, А.В. Мороз // Материалы Пятнадцатой международной научной школы «Наука и инновации-2020» ISS «SI-2020» / Редакционная коллегия: проф. И. И. Попов. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2020.

Медведев Владимир Витальевич

г.Йошкар-Ола, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», направление Инфокоммуникационные технологии и системы связи (магистратура), гр. ИТСм-21

Научный руководитель:

Рябова Наталья Владимировна

Д.ф-м.н., зав. Кафедрой Радиотехники и связи
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г.Йошкар-Ола

НЕЙРОСЕТЕВОЙ МЕТОД АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНАРУЖЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ СИГНАЛА НА ИОНОГРАММЕ.

Цель работы – реализация метода автоматического выделения спектральных компонентов сигнала на ионограмме с применением технологий глубокого обучения нейронной сети.

Актуальность работы – развитие интегрированных телекоммуникационных систем, переход к более высокоскоростным информационным потокам, новым методам модуляции и кодирования выдвинули целый ряд задач, успешное решение которых требует новых, нетрадиционных методов обработки информации, которые бы учитывали свойства, законы и динамику телекоммуникационных сигналов, интеллектуализацию самих технических устройств, их высокую степень адаптации к реальной помеховой обстановке в канале связи.

В частности, возникает необходимость в разработке простых, эффективных и достаточно надежных алгоритмов обработки сигналов в каналах связи. Данные условия диктуют необходимость привлечения нейросетевых методов обработки, нейронная сеть обладает рядом преимуществ относительно классических алгоритмов автоматического выделения.

Ионограмма, или высотно-частотная характеристика — это один из самых распространенных источников информации об ионосфере, представляющий собой набор точек, каждая из которых имеет координаты: частоту и действующую высоту. Метод распознавание объектов с помощью глубокого обучения подходит нам для решения задач выделения полезной составляющей сигнала на полученной ионограмме.

Этап 1. Для создания нейронной сети необходимы входные данные. Т.к наша задача заключается в выделении изображения определенной формы, необходимо создать базу данных всевозможных сигналов, находящихся на изображении с фиксированным форматом, например 36x36 пикселей.

Этап 2. Нейронная сеть принимает только числа в качестве входных данных. Необходимо представить каждое изображение ионограммы как набор чисел, в нашем случае это каждый пиксель. Чтобы передать в качестве входных данных изображение в нашу нейронную сеть, считаем его как массив из чисел, например 1296.

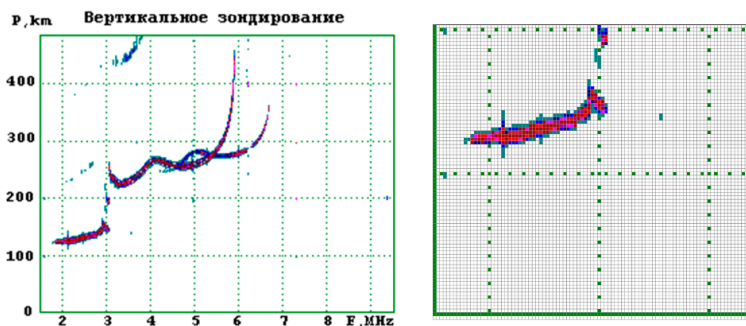


Рис. 1. Ионограмма в виде массива чисел

Этап 3. Чтобы обработать 1296 входных значений, необходимо создать 1296 нейронов в нейронной сети. Разработанная нейронная сеть имеет на выходе два результата. Первый результат будет предсказывать вероятность того, что изображение на ионограмме является полезной составляющей сигнала. Второй выход показывает вероятность того, что детектировано что-то иное. Т.к нейронная сеть имеет два выхода, это позволяет классифицировать ионограммы по группам.

Этап 4. Обучение нейронной сети изображениями с полезной составляющей сигнала и без неё, чтобы обучить сеть отличать их друг от друга. Когда на вход сети подается изображение с полезной составляющей сигнала, кладем вероятность того, что это сигнал равной 100%, а вероятность того, что это не сигнал равной 0%. И наоборот.

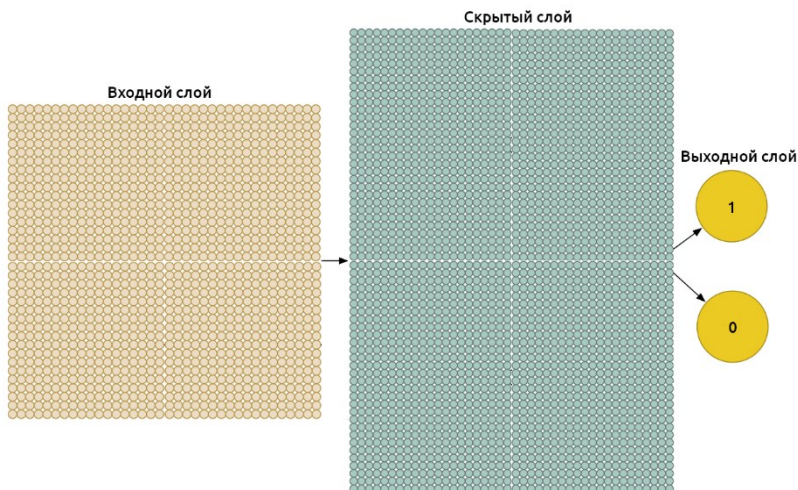


Рис. 2. Вид нейронной сети

Выводы. Вычисления в нейронных сетях существенно отличаются от традиционных, в силу высокой распараллеленности их можно рассматривать как коллективное явление. В нейронной сети нет локальных областей, в которых запоминается конкретная информация. Вся информация запоминается во всей сети. Сущность этого подхода заключается в том, что в качестве меры принадлежности сигнала к некоторому классу используется значение функционала от этого сигнала. Основная идея указанного подхода состоит в компактности сигналов каждого класса путем соответствующего выбора вида нелинейного преобразования. Такой формат исходной информации облегчает установление соответствия величин между спектральной составляющей сигнала и возможной помехой.

В дальнейшем при использовании большого объема обучающих данных, доступна возможность классификации сигналов и всевозможных шумов по множествам параметров.

Список литературы:

1. Рябова Н.В. Диагностика и имитационное моделирование помехоустойчивых дециметровых радиоканалов // Научное издание. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2003. С. 56-100.
2. ЛЧМ-ионозонд нового поколения на платформе USRP / Д. В. Иванов, В. А. Иванов, Н. В. Рябова и др. // XX Международная научно-техническая

конференция: Радиолокация, Навигация, Связь. Воронеж: НПФ «САКВОЕЕ», 2014. Рр. 403-414.

3. Иванов В. А., Иванов Д. В., Рябова Н. В. Зондирование ионосферы и декаметровых каналов связи сложными радиосигналами // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2010. № 1 (8). С. 3-37.

4. Плесков П. Самое простое введение в машинное обучение [Электронный ресурс]. // medium.com : 2019. URL: <https://medium.com/@ppleskov/machine-learning-its-fun> (дата обращения: 21.10.2020).

УДК 551.508

Мервищев Александр Сергеевич

направление Радиозлектронные системы и комплексы (специалитет), гр.РСК-41

Научный руководитель:

Смирнова Галина Ивановна,

канд. пед. наук, доцент кафедры радиотехнических и медико-биологических систем

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

АВТОНОМНАЯ УДАЛЁННАЯ МЕТЕОСТАНЦИЯ

Актуальность темы. Современные средства коммуникации позволяют сегодня получить доступ в интернет из любой точки земного шара. Благодаря этому появилась возможность создания средств погодных измерений даже для самых удалённых районов нашей страны. Эти устройства позволяют решать широкий круг задач начиная от мониторинга фермерских хозяйств, заканчивая созданием глобальной системы метеостанций, которая крайне необходима для точного прогнозирования погоды.

Существующие на рынке удалённые метеостанции довольно дорогие и имеют большую стоимость обслуживания. При анализе климатических условий сегодня не всегда получается получить требуемую точность измерений, так как существует проблема нехватки метеостанций в некоторых районах, и данные необходимые для прогнозирования погоды приходится брать как среднестатистическое между ближайшими метеостанциями. Такой пример демонстрирует важность увеличения количества недорогих автономно работающих измерительных метеостанций, простых и надежных в эксплуатации.

Поэтому задача их разработки и производства на сегодняшний день являются крайне актуальными.

Цель работы – разработка автономной удалённой метеостанции с хорошей точностью измерений, используя доступные компоненты. Для решения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: разработать структурную схему устройства, выбрать способ и протокол передачи данных, написать программное обеспечение для микроконтроллера, выполнить тестирование устройства и оценить точность измерения.

Разработанная структурная схема автономной удалённой метеостанции представлена на рис. 1.



Рис. 1 – Структурная схема метеостанции

Основным элементом схемы является модуль NodeMCU V3, представляющий из себя платформу для создания различных устройств интернета вещей. Модуль построен на основе 32-х битного микроконтроллера ESP8266EX, его функции отправлять и получать информацию в локальную сеть либо в интернет при помощи Wi-Fi. Он имеет 4 Мбайт flash-памяти и 11 портов ввода-вывода общего назначения с аппаратной поддержкой некоторых интерфейсов связи.

Для мониторинга погодных условий необходимо наличие датчиков различного назначения. Выбор датчиков определялся в первую очередь их чувствительностью и диапазоном измеряемых значений. Для метеостанции важно измерять атмосферное давление в пределах от 700 до 800 мм рт. ст., влажность воздуха от 20 до 80% и температуру от -40 до 50°C. Такие характеристики обеспечивают следующие датчики:

- DHT11 – цифровой датчик температуры и влажности;
- BMP280 – цифровой датчик атмосферного давления и температуры.

Особое внимание необходимо уделить схеме питания устройства. Для того, чтобы обеспечить продолжительное время автономной работы необходимо выбрать аккумуляторы большой емкости, обеспечить возможность их быстрой подзарядки и использовать LDO стабилизатор

напряжения, который обладает высоким КПД и, следовательно, низкими потерями. Этим условиям удовлетворяют 2 аккумулятора li-ion 18650 3.7В 2000 мАч, модуль зарядки TP4056 и стабилизатор напряжения RT9193-33GB.

Использование универсального модуля зарядки позволило обеспечить возможность установки солнечной панели для подзарядки аккумуляторов, что в несколько раз повысит время автономной работы устройства.

Решение задачи выбора способа и передачи информации обусловлено требованиями доступности и простоты реализации алгоритмов отправки данных. Поэтому исходя из данных требований передача от устройства к точке доступа будет осуществляться по каналу связи Wi-Fi 2.4 ГГц, а дальнейшая передача информации на сервера сайта «narodmon.ru» осуществляться через сеть интернет по протоколу TCP. Процесс передачи информации представлен на рис. 2.



Рис.2– Способ передачи метеоинформации

Для разработки программного кода микроконтроллера использовалась наиболее простая и открытая среда разработки ArduinoIDE, где программирование осуществляется на языке C++. В основном коде программы реализован алгоритм, представленный на рис 3.



Рис. 3 – Алгоритм работы

Режим deepSleep (глубокий сон) в данном алгоритме позволяет существенно снизить энергопотребление устройства и повысить автономность метеостанции. Ток потребления в этом режиме составляет 20 мкА.

Для проверки работоспособности устройства, его технических характеристик, а также стабильности работы в уличных условиях было проведено тестирование. Автономная удалённая метеостанция была установлена на расстоянии 5 метров от отапливаемой стены дома на

высоту 2.5 метра, в отсутствии прямого попадания солнечных лучей. Такое место установки позволило добиться максимально точных показаний с датчиков в любые погодные условия.

Тестирование проводилось в течении 96 часов, круглосуточно в Кировской области. Результаты тестирования показали, что метеостанция может длительно работать без сбоев. Полученные данные представлены в виде графика на рис. 4.

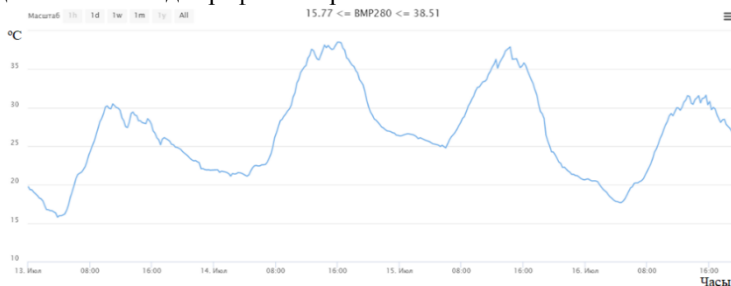


Рис. 4 –График показаний температуры воздуха с метеостанции

Точность измерения определялась методом сравнения с показаниями гидрометцентра для данного населенного пункта. Относительная погрешность измерения температуры составила доли процентов, что является хорошим показателем точности.

Вывод. Разработанная автономная удалённая метеостанция позволяет проводить измерения с хорошей точностью, обладая при этом компактными размерами и простой конструкцией, а себестоимость используемых компонентов не превышает 600 рублей. Таким образом разработанная схема может быть взята за базу для дальнейших разработок и коммерческого использования в особом секторе рынка и для особых условий.

Список литературы:

1. С.П. Хромов, М.А. Петросянц, Метеорология и климатология. Учебное пособие. – М: Издательство МГУ, 2006–580с.
2. WiFi ESP8266 - новый шаг в проектировании домашних устройств с беспроводным интерфейсом [Электронный ресурс] URL: <https://cxem.net/mc409.php> (Дата обращения: 07.07.2020).
3. Датчик температуры и влажности Ардуино DHT11[Электронный ресурс] URL: <https://arduinoplus.ru/arduino-datchik-vlazhnosti-temperaturi/> (Дата обращения: 07.07.2020).

4. Датчик атмосферного давления BMP280) [Электронный ресурс] URL: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-datchiki/sensor-bmp280/> (Дата обращения: 07.07.2020).

5. Протокол TCP [Электронный ресурс] URL: https://kunegin.com/ref1/net_prot/tcpprot.htm (Дата обращения: 09.07.2020).

6. Леухин В. Н. Основы конструирования и технологии производства РЭС: учебное пособие / В. Н. Леухин. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 344 с.

УДК 656.021.8

Мирзахметов Тимур Рустамович

г. Йошкар-Ола, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», направление «Управление и информатика в технических системах», гр. УИТСм-11

Научный руководитель:

Буканова Татьяна Сергеевна

канд. техн.н, доцент каф. ПиП ЭВС

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛИНИИ ХИМИЧЕСКОГО ИММЕРСИОННОГО ЗОЛОЧЕНИЯ.

Введение. Для современных предприятий характерно широкое использование различных технологических жидкостей (ТЖ), применяемых как в качестве технологических сред, так и в качестве рабочих жидкостей технологическом оборудовании и других системах.

Значительная часть процессов химических, пищевых, текстильных, хлебопекарных, парфюмерных и многих других производств включает операции дозированной подачи относительно малых объемов жидких компонентов, устанавливаемых технологическим регламентом. Другим вариантом дозирования является обеспечение требуемого расхода жидкого компонента путем внедрения в объект управления (ОУ) замкнутых контуров автоматического регулирования параметрами технологических процессов.

Актуальность темы обусловлена необходимостью в разработке и совершенствовании элементов и систем управления расходом ТЖ в производственном оборудовании. При этом разработка

автоматизированных систем управления осложнена отсутствием и трудностями создания промышленных исполнительных устройств (ИУ), в частности, дозирующих устройств (ДУ) для диапазонов малых доз и расходов, а также запорной и регулирующей арматуры с малыми диаметрами проходных сечений регулирующих органов для химически агрессивных сред.

Качественное ведение технологических процессов возможно при использовании замкнутых систем автоматического управления (САУ) с перенастраиваемой на реализацию различных законов регулирования структурой. Для такого рода объектов, помимо средств автоматического контроля и регулирования основных параметров, САУ должна содержать контуры контроля и управления собственно процессами дозирования, что, в свою очередь, приводит к необходимости создания универсальных систем автоматического дозирования (САД), конструктивно и функционально приспособленных к выполнению операций как порционного, так и непрерывного дозирования.

Примерами таких ОУ являются технологическое оборудование для производства электроники, а именно производство печатных плат (ПП), которое представляет собой комплекс сложных химико-технологических процессов. Именно на этих объектах нашли свое основное применение полученные в работе научные и практические результаты.

Цель работы - разработка автоматизированной системы управления для линии химического иммерсионного золочения.

Разработанная система будет выполнять роль контроля за информационными данными системы, а также будет обеспечивать безопасность данной линии на производстве, путем информирования и сигнализации в случае отклонения в работе линии химического иммерсионного золочения.

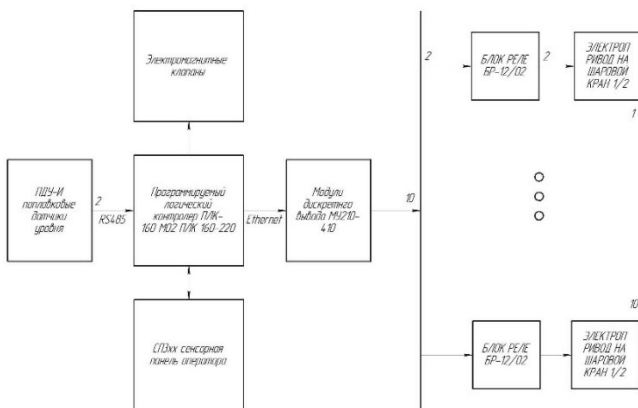


Рис. 1 – Структурная схема автоматизированной системы управления

В состав разработанной автоматизированной системы управления линии будут входить:

1. Программируемые логические контроллеры ОВЕН ПЛК160 выполнены в полном соответствии со стандартом ГОСТ Р 51840-2001 (IEC 61131-2), что обеспечивает высокую аппаратную надежность.

2. ПДУ-RS-Exd поплавковые датчики уровня (уровнемеры) с RS-485 во взрывозащищенном исполнении.

3. ПДУ-Ex поплавковые датчики (сигнализаторы) уровня во взрывозащищенном исполнении.

4. Модули дискретного вывода (Ethernet) ОВЕН МУ210-410. Модули предназначены для управления по сигналам из сети Ethernet встроенными дискретными выходными элементами, используемыми для подключения исполнительных механизмов с дискретным управлением.

5. БЛОК РЕЛЕ БР-12/02. Релейный блок предназначен для включения/отключения приборов, используемых в составе системы.

6. Электропривод на шаровой кран предназначен для управления рычагом шарового крана, установленного на водяном или газовом трубопроводе.

7. СПЗхх сенсорные панели оператора. Предназначена для наглядного отображения значений параметров и оперативного управления, а также ведения архива событий или значений.

Особенностью предлагаемой автоматизированной системы управления подачей жидкостей является использование уже

отработанного в технологическом процессе оборудования и линий подачи с минимальным внедрением внешних исполнительных устройств, а также возможность ручного управления подачей жидкостей в случае настройки или технического обслуживания автоматизированной системы управления.

Вывод. Разработанная система управления подачей жидкостей для линии химического иммерсионного золочения позволит сократить ручное вмешательство человека в процесс производства к минимуму, а также дает возможность для дальнейшей оптимизации всех линии на предприятии. Это повлечет к увеличению производительности, позволит увеличить эффективность работы сотрудников, повысит пропускную способность, сократит время простоя машин, а также повысит безопасность линии химического производства.

В свою очередь компоненты для реализации автоматизированной системы управления линии химического иммерсионного золочения в плане технического решения подобраны с лучшими характеристиками, чем имеющиеся аналоги. В следствии чего может привести к увеличению КПД системы и снижению себестоимости.

Список литературы:

1. Лунд П. Прецизионные печатные платы. Конструирование и производство. Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1983.-360 с.
2. Лысенко Э.В. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами.- М.: Радио и связь, 1987.- 272 с.
3. Лайнер В.И. Защитные покрытия металлов.-М.: Металлургия,1974,с. 136
4. Данилов Ю.В. Снижение погрешности металлизации печатных плат// Информационные технологии в инновационных проектах: Тр.IV Междунар.науч.- технич. конф.- В 4ч.- Ч 4.- Ижевск: Изд.-во Иж. ГТУ, 2003, с .9495.
5. Ильин В.А. Химические и электрохимические процессы в производстве печатных плат. Вып. 2. Приложение к журналу «гальванотехника и обработка поверхности». 1994.

Мирзоев Нозимджон Нуралиевич

направление Радиотехнический факультет (магистратура) гр. УиТСм-21

Научный руководитель

Горохов Андрей Витальевич

д-р техн. наук, профессор каф ПМИИТ, ПиП ЭВС, ИСЭ

*ФГБОУ «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

АНАЛИЗ, РАЗРАБОТКА И ОПЫТ СБОРКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ "УМНЫЙ ДОМ"

Осуществлен анализ существующих вариантов системы «Умный дом», осуществлена разработка наиболее оптимальной структурной схемы, а также выполнена сборка демонстрационного макета системы.

Ключевые слова: умный дом, система управления, разработка, управление микроконтроллером, система освещения.

Введение Концепция системы «Умный дом» предполагает новый подход в организации жизнедеятельности в доме, при котором создается единая автоматизированная система управления, позволяющая значительно увеличить эффективность функционирования и надежность управления всех систем жизнеобеспечения. Умный дом – это сбережение и снижение расходов. Распределение нагрузки от времени суток или прочих факторов, позволяет добиться многократного снижения затрат на коммунальные и прочие услуги.

Целью работы- является получение оптимального проектного решения при выборе технологий, с помощью которых можно осуществить главную функцию умного дома – управление освещением.

Для достижения указанной цели в работе решаются следующие задачи: обзор элементов для системы; классификация элементов системы; выбор оптимальной системы; разработка программного кода; сборка системы. Для выполнения проекта используется научно-техническая литература, справочники, нормативные документы ГОСТ, ПУЭ и другие источники информации. Практическая ценность работы заключается в том, что разработанный проект позволяет выбрать оптимальную систему автоматизации в жилом доме при наименьших затратах на его реализацию и эксплуатацию, но обеспечивающую максимальный комфорт при использовании с дальнейшей возможностью расширения.

Основная часть. Для выполнения необходимых функций были рассмотрены несколько плат серии Arduino: Arduino Mini, Arduino Nano, Arduino Uno, Arduino Mega.

Основными параметрами, отличающими эти платы, является форм-фактор и количество выходов. После проведенного анализа была выбрана плата Arduino Uno, так как она удовлетворяет необходимым требованиям [3].

Характеристики: 14 цифровых входов/выходов и 6 аналоговых входа; питание осуществляется через USB кабель или VIN разъем; размер 6.9 см x 5.3 см.

Также был проведен анализ составных частей системы

«Умный дом», в частности были выбраны сервопривод, фоторезистор, датчик уровня звука, датчик температуры и влажности. Для выбранных моделей были установлены схемы подключения и работы [1,4].

Разработка структурной схемы системы. В рамках работы по системе «Умный дом» была разработана структурная схема (рис.1) управляемого посредством микроконтроллера. При недостаточной освещенности, ключ 5 замыкается, следовательно, освещение 7 включается, а сервопривод 8 приходит в движение. Аналогично, при звуковом сигнале, замыкается 4 ключ и освещение 6 включается. Также, приведенная схема позволяет дополнить имеющуюся модель иными датчиками и исполнительными устройствами [5].

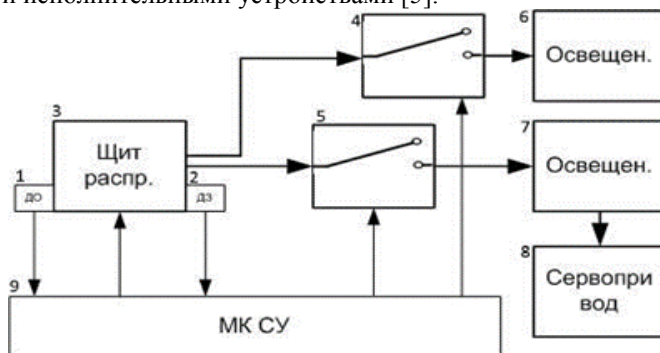


Рис. 1. Структурная схема

Рис. 1. Структурная схема: 1 - ДО – датчик освещенности (фотоэлемент) и 2 - ДЗ (датчик звука). Микроконтроллер, анализируя показания датчиков, определяет положения электронных ключей 4 и 5.

Для наглядной иллюстрации возможностей и перспектив системы «Умный дом» бы создан демонстрационный макет, полностью соответствующий разработанной схеме (рис. 2).



Рис. 2. Внешний вид макета

Данная конструкция позволяет не только наглядно продемонстрировать основную идею умного дома, но и оставляет возможность расширения и дополнения технической составляющей.

Разработан алгоритм работы системы «Умный дом», управляемой микроконтроллером Arduino Uno [2,6].

Вывод. В рамках данной работы проведен анализ примененной системы управления освещением. Проведено описание и выбрано оборудование этой системы. Рассмотрена структура системы управления освещением. Разработан программный код для системы. Приведен пример сборки системы.

Список литературы:

1. Полуянович Н.К. Лекции по энергетической электронике. Учебное пособие / Таганрогский радиотехнический университет. Таганрог, 2017-56 с
2. Пшихопов В.Х., Медведев М.Ю., Шевченко В.А., Мазалов А.А., Тибейко И.А. Многоуровневая система распределенного управления интеллектуальными энергосетями // Инженерный вестник Дона. 2014. Т. 31. № 4-1. С. 61.
3. В.Н. Гололобов. «Умный дом» своими руками. / Гололобов В.Н. - М.: НТ Пресс, 2017. - 416 с
4. В.Н. Харке «Умный дом. Объединение в сеть бытовой техники и систем коммуникаций в жилищном строительстве» / Харке В.Н. - М.: Техносфера, 2016. - 292с
5. Е.А. Тесля. «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире / Тесля Е.А. - Санкт Петербург, 2014.- 224с.

Мустаева Ангелина Евгеньевна
направление Управление в технических системах (магистр),
гр. УИТСм-21

Научный руководитель
Буканова Татьяна Сергеевна
канд. техн. наук, доцент кафедры проектирования и производства ЭВС.
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Целью работы является анализ и разработка системы управления движением робота с применением предлагаемой системы.

Актуальность исследования и его обоснование: из-за постоянно увеличивающегося спроса на перевозку у современного общества с каждым годом возрастает проблема загруженности дорог. Это приводит к потере времени в пути и огромным социальным и экономическим издержкам. Одним из возможных решений этой проблемы, но менее осуществимым из-за ограниченности ресурсов, может быть строительство новых дорог. Альтернативным решением может быть модернизация существующей инфраструктуры, что включает в себя как совершенствование транспортной системы, так и модификацию транспортных средств.

Алгоритм формирования локальной карты местности. Для планирования движения робота в среде с препятствиями необходима информация о препятствиях не только в видимой с телекамеры зоне, но и за ее пределами (например, сбоку от робота).

Поэтому возникает необходимость составления карты местности в некоторой небольшой окрестности вокруг робота. Размеры этой окрестности должны быть небольшими, во-первых, из-за ограниченного объема памяти для хранения карты местности, а во-вторых, из-за возможности возникновения на этой карте «препятствий-призраков». Пример локальной карты местности показан на рисунке 1.

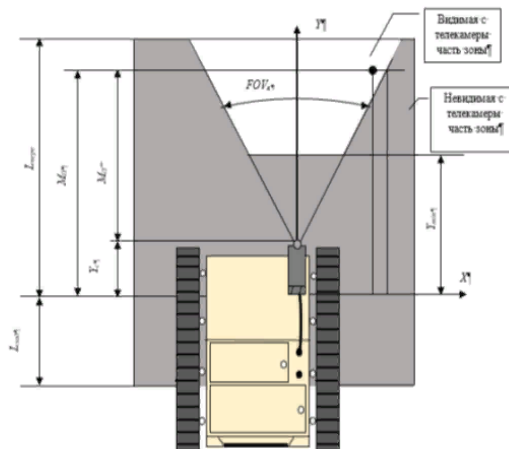


Рис. 1 - Локальная карта местности

В вычислительном плане удобно организовать локальную карту местности в виде массива переменной длины (n). Каждый i -ый элемент этого массива содержит двухмерный вектор декартовых координат (Mi,X , Mi,Y) i -ой дискреты карты. Координаты Mi,X , Mi,Y заданы в связанной с роботом системе координат.

Для формирования карты местности на каждом такте расчета необходимо применять следующий алгоритм:

Каждую i -ую дискрету локальной карты местности необходимо повернуть вокруг центра координат на величину азимутального поворота ($\Delta\alpha$) робота за такт расчета; далее учтем линейное перемещение (DL) робота за такт расчета. Тогда можно записать:

$$\begin{aligned} x0 &= Mi,X; \\ y0 &= Mi,Y \\ Mi,X &:= x0 \cdot \cos(\Delta\alpha) - y0 \cdot \sin(\Delta\alpha) \\ Mi,Y &:= x0 \cdot \sin(\Delta\alpha) + y0 \cdot \cos(\Delta\alpha) + DL \\ i &\in 0 \dots n-1 \end{aligned}$$

Знак "==" в этих выражениях следует понимать, как оператор присвоения. При расчете данных выражений величины $\sin(\Delta\alpha)$ и $\cos(\Delta\alpha)$ необходимо вычислить перед началом цикла.

$x0$, $y0$ - промежуточные переменные.

После определения местности, разрабатывает способ управления мобильным роботом.

Управление двигателем осуществляем с помощью пространственно-векторным широтно-импульсным методом (SVPWM). Наиболее распространенный метод, используемый, чтобы управлять электродвигателями постоянного тока, должен модулировать напряжение и рабочий цикл.

Типичная структура двигателя BLDC соединенного с инвертором источника напряжения представлена на рисунке 2.

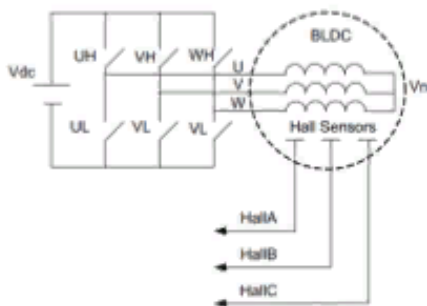


Рис. 2 – Структура двигателя BLDC соединенного с инвертором источника напряжения

Так как двигатель рассматривают как сбалансированную нагрузку с несвязанным нейтральным, тогда

$$Van^{\rightarrow} + Vbn^{\rightarrow} + Vcn^{\rightarrow} = 0$$

Для этих трехфазовых инверторов питания есть восемь возможных состояний переключения, представленные на рисунке 3.

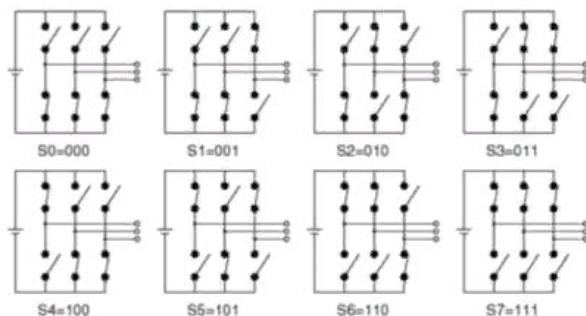


Рис. 3 – Возможные конфигурации переключения

Выводы. В настоящее время выполнено огромное число исследований, связанных с разработкой алгоритмов управления, обеспечивающих решение с помощью мобильных роботов таких нетривиальных операций, как: составление карты местности. Для эффективного функционирования интеллектуальные роботы снабжены системой восприятия внешней среды, средствами анализа ситуаций и принятия решений и осуществляют планирование движения (в том числе и построение трассы). С помощью мобильного робота, можно изучать новые местности, не тратя большие деньги на структуризации магистраль. В данной системе разработан: алгоритм построения карты местности. Реализована аппаратная часть управления движения мобильного робота. Плюсы: дешевизна системы, широкий обзор наблюдаемость местности, быстроедействие формирований карты местности.

Список литературы:

1. Stellaris LM3S8971 Microcontroller: [Электронный документ] // Texas Instruments. URL: <http://www.ti.com/wirelessconnectivity>. (Дата обращения: 01.06.2018).
2. TI SimpleLink™ CC3000 Module – Wi-Fi 802.11b/g Network Processor: [Электронный документ] // Texas Instruments. URL: <http://www.ti.com/wirelessconnectivity>. (Дата обращения: 01.06.2018)
3. Юрьев Роман «Gemini-Scout: робот-спасатель поможет найти шахтеров под завалами». // Научно-популярный блог «Robotor». URL: <http://robotor.ru/2011/08/24/gemini-scout/> (Дата обращения 15.04.2018)
4. QUINCE: все подробности». // Научно-популярный сайт «Атомный эксперт». URL: <http://atomicexpert.com/content/quince> (Дата обращения 15.04.2018)
5. Курача Ольга «Спасая наши жизни. Роботы спасатели в помощь людям». // Научно-популярный сайт «Robotics». URL: http://robotics.com.ua/shows/series_robots_and_humans/1013-saved_our_lives_rescue_robots_to_help_people (Дата обращения 15.04.2018)

Мушлян Артур Епемович

направление Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(магистратура), гр. ИТСм-21(з)

Научный руководитель

Бельгибаев Руслан Рашидович,

доцент с ученой степенью кандидата наук

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПО ДИСЦИПЛИНЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Актуальность проекта обусловлена тем, что современная система образования все активнее начинает использовать информационные технологии и компьютерные телекоммуникации. Традиционные печатные издания зачастую заменяются электронными пособиями, а методические указания и рекомендации к лабораторно-практическим занятиям из бумажной формы переводятся в электронную.

Электронный учебно-методический комплекс представляет собой реализацию УМК в электронном виде. ЭУМК может использоваться как в сетевом, так и в кейсовом вариантах в зависимости от потребностей и возможностей студентов. Применение ЭУМК в процессе преподавания позволяет в значительной мере использовать огромные возможности, предоставляемые современными телекоммуникационными технологиями.

Цель работы – разработка электронного учебно-методического комплекса по дисциплине теоретические основы электротехники.

Разработка (ЭУМК) поможет в обеспечении непрерывности и полноты цикла процесса обучения, а также оптимизации содержания теоретических и практических материалов, построенных на принципах интерактивности, информационной открытости, дистанционности и формализованности процедур оценки знаний.

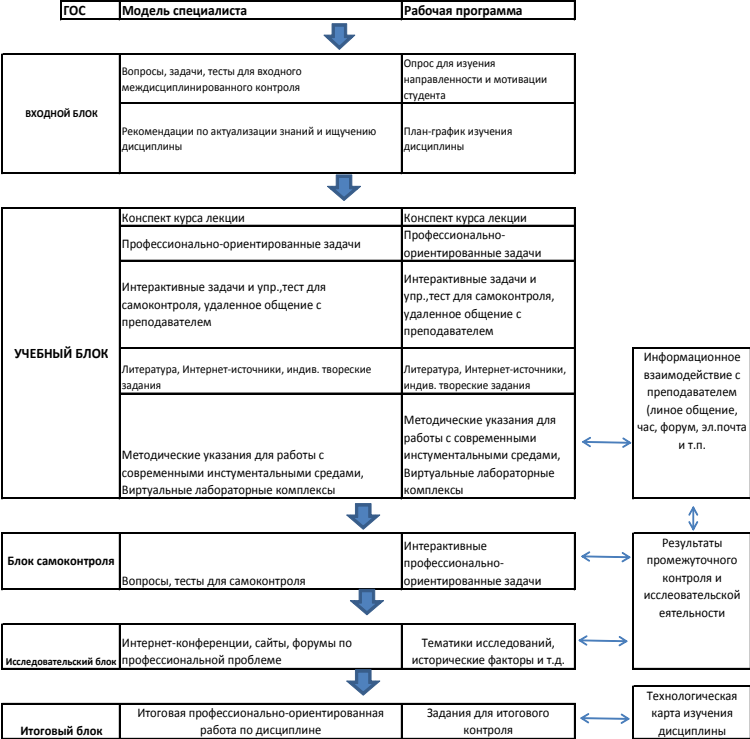
Создание ЭУМК позволит сформировать единую информационную систему всех учебно-методических материалов университета и авторских наработок преподавателей.

Наличие такой системы расширит возможности использования компьютеризованного обучения, под которым обычно понимается возможность доступа к учебным материалам через локальную сеть

вуза, Internet или использование компакт-дисков на студенческом ПК.

При этом процесс обучения перестает жестко зависеть от расположения обучаемого в пространстве и во времени. Другими словами, разработанные авторами электронные учебные ресурсы могут использоваться для поддержки учебного процесса с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ).

Таблица 1. Структура (ЭУМК) по дисциплине



В зависимости от масштаба охватываемой предметной области различают электронные учебно-методические комплексы по отдельной учебной дисциплине (ЭУМКД) и электронные учебно-методические комплексы по специальности (направлению) (ЭУМКС).

В настоящее время ЭУМК разрабатываются во многих учебных заведениях страны. Как правило, такие ЭУМК привязаны к конкретным типовым и даже рабочим программам дисциплин той или иной

специальности, конкретным программным платформам. При этом они различаются по структуре, интерфейсам, программным платформам и т.д.

ЭУМК, как правило, имеют индивидуальную структуру и интерфейс. Это приводит к дублированию разработок по одноименным или близким дисциплинам учебных планов различных специальностей.

Электронный УМК должен содержать все информационные компоненты, необходимые для изучения той или иной дисциплины или профессионального модуля.

ЭУМК может включать в себя следующие блоки, каждый из которых выполняет определенные задачи:

- входной блок: подготовка студента к изучению дисциплины;
- обучающий блок: обеспечение условий для изучения дисциплины;
- блок самоконтроля: развитие самостоятельности студента на основе средств самоконтроля и самокорректировки;
- исследовательский блок: развитие научно-исследовательских умений студента;
- итоговый блок: оценка результатов обучения.

Выводы. Таким образом, можно сделать вывод, что внедрение электронных учебно-методических комплексов в процесс обучения создает принципиально новые педагогические инструменты, предоставляя, тем самым, и новые возможности. При этом изменяются функции педагога, и значительно расширяется сектор самостоятельной учебной работы учащихся как неотъемлемой части учебного процесса.

В области традиционного обучения использование ЭУМК позволяет обучающимся:

- осваивать учебный материал в удобной и доступной для себя последовательности,
- но под управлением системы;
- обращаться к необходимым фрагментам учебной информации достаточно оперативно;
- самостоятельно контролировать успешность обучения с любой частотой в автоматизированном режиме;
- моделировать процессы и явления, проводить эксперименты в условиях виртуальной реальности (виртуальные лаборатории).

Для обучающего использование ЭУМК позволяет:

- предъявлять учебную информацию разнообразными средствами (тексты, рисунки,
- динамический видеоряд, звуковое сопровождение и т.д.);
- контролировать работу обучающихся, определять их ошибки,

направлять их на правильное понимание соответствующей порции учебного материала;

- оперативно корректировать ход обучения;
- индивидуализировать и дифференцировать обучение;
- мотивировать обучение, используя разнообразные методические приемы.

В области дистанционного обучения ЭУМК составляет основу учебно-методического обеспечения системы дистанционного обучения [4]. Комплекс обеспечивает наполнение базы данных и базы знания системы ДО, самостоятельную работу с ним обучающихся, формирование и выдачу персональных заданий, обработку отчетов обучающихся, проверку успешности обучения в режиме самоконтроля, текущего контроля знаний обучающихся, итогового контроля.

Модульная структура ЭУМК и обязательный рубежный контроль знаний при переходе от одного модуля к другому позволяет реализовать базовые принципы дистанционного обучения:

- активности обучающихся в познавательной деятельности;
- систематичности применения получаемых знаний для решения конкретных практических задач;
- модульности построения учебного материала;
- систематичности контроля успешности обучения.

ЭУМК может использоваться для обучения и в системе открытого образования [5]. В этом случае ЭУМК можно размещать на образовательных порталах вузов и на сайтах виртуальных представительств, ведущих подготовку по конкретным специальностям и учебным дисциплинам.

Список литературы:

1. Воробьев В.А. Электронный учебно-методический комплекс: разработка и использование в учебном процессе / Воробьев В.А., О.Сосновский, А.М. Филиппов // Выш. шк. 2015. – 876с.
2. Дронов В.П.//Учебно-методическое обеспечение: переход к новым формам, Дронов В.П. - М.:Просвещение, 2015. – 56 с.
3. Жук А.И. Современный электронный учебно-методический комплекс – основа информационно-образовательной среды вуза /А.И. Жук, Ю.И. Воротницкий, П.А. Мандрик // Информатизация образования – 2018: педагогические аспекты создания информационно-образовательной среды: материалы междунар. науч. конф., Минск, 2015. – 234 с.
4. Немцов, М.В. Электротехника и электроника: Учебник для студ. образоват. учреждений сред. проф. образования / М.В. Немцов, М.Л. Немцова. - М.: ИЦ Академия, 2017. - 480 с
5. Приборович, А.А. Электронная библиотека как информационная часть

электронного учебно-методического комплекса Текст. / А.А. Приборович, Т.А. Королевич // Дистанционное и виртуальное обучение. 2019. –12 с.

УДК 550.388.2/550.388.1

Носов Александр Петрович

направление инфокоммуникационные технологии и системы связи
(магистратура), гр. ИТСм-21

Научный руководитель

Зувев Алексей Валерьевич,

кандидат техн. наук, доцент, заместитель декана РТФ по НИР и НИРС
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

МЕТОДЫ СПУТНИКОВОЙ РАДИОТОМОГРАФИИ ИОНОСФЕРЫ

Цель работы – рассмотреть различные методы спутниковой радиотомографии ионосферы.

Томографический метод является довольно распространенным способом ионосферного исследования. В процессе восстанавливается эффективная частота соударений $\nu(r)$ и распределение плотности концентрации электронов $N(r)$. В сложном составе ионосферы имеются локальные неоднородности, которые имеют разные размеры и слоистую структуру. Радиотомография имеет статистические и детерминированные задачи. Чтобы решить детерминированную задачу, нужно восстановить структуру довольно больших неоднородностей либо целой группы неоднородностей.

Размеры расстояния до неоднородностей намного больше, чем размеры приемно-передающих систем, следовательно апертурные углы довольно малы при радиотомографии. Поэтому необходимо синтезировать апертуру по одной из координат. Синтезирование осуществляется при помощи движущегося передатчика, установленного на ИСЗ. Система приема находится на Земле, а спутник с передатчиком движется на высоте, примерно равной 1000 километров. В плоскости пролета искусственного спутника земли имеется несколько приемников, в случае лучевой радиотомографии. Между ними выдержано расстояние, равное нескольким сотням километров. Нужно некое количество приемников, которые расположены поперек траектории пролета ИСЗ, чтобы произвести дифракционную радиотомографию с километровыми масштабами (сравнимыми с размером зоны Френеля ~ 1

км при длине волны зонда $\lambda = 2\text{ м}$). С помощью этого можно создать двумерную неоднородную структуру. Для 3-х мерной структуры требуется несколько линеек приемников, расстояние между которыми будет не меньше сотни километров. Для статистической томографии может потребоваться набор линеек, одна линейка, либо один приемник. Это зависит от размерности реконструируемой структуры.

Задача дифракционной радиотомографии состоит в восстановлении структуры локализованных неоднородностей концентрации электронов и эффективной частоты столкновений по данным рассеянного поля Е монохроматической частоты $f = \omega/2\pi$ радиоволны зонда. Нужно решить уравнение Липпмана-Швингера, чтобы решить данную задачу по данным о поле радиоволны Е, относительно комплексной функции $q(r, \omega)$:

$$E(r) = E_0(r) + \int G(r-r')E(r')q(r', \omega)d^3r',$$

где E_0 – поле зондирующего источника в пустоте или на фоне гладкой регулярной ионосферы,

G – функция Грина задачи.

$q(r)$ содержит в себе информацию о распределениях $N(r)$ и $\nu(r)$, потому как для ионосферы:

$$q(r) = \frac{4\pi e N(r)}{1 + i\nu(r) \frac{1}{\omega}},$$

где r_e – классический радиус электрона.

Из-за перемещения зонда на спутнике апертура синтезируется в одном направлении, то есть достаточно использовать линейку приемников, поперечных к направлению движения спутника. Как упоминалось раньше, углы апертур данных зондирующих систем очень малы $\sigma \sim 10^{-2} - 10^{-3}$. Поэтому поперечная разрешающая способность $\theta_{\perp} \sim \lambda/\sigma$ составляет сотни метров, а продольная разрешающая способность $\theta_{\parallel} \sim \lambda/\sigma^2$ – десятки километров и более. Чтобы восстановить 3-х мерную структуру, нужно использовать несколько линеек приемников, которые расположены параллельно.

Более целесообразно будет произвести реконструкцию статистических характеристик, это значит решить задачу статистической радиотомографии. Но только в том случае, если

заполнено достаточно крупное число неоднородностей в протяженных областях ионосферы. Нужно решить интегральное уравнение, относительно проекции $A_q = \int B_q dz$, функции корреляции неоднородностей $B_q(r_1, r_2) = \langle q(r_1), q^*(r_2) \rangle$ по данным о второй функции когерентности $\Gamma_{2,0}$ рассеянного поля:

$$\Gamma_{2,0}(s) = 1 + \frac{i}{16\pi k} \int d^3 r' \frac{A_q(\rho)}{\xi} \Gamma_{2,0} \exp\left(\frac{ik}{4\xi}(s - \rho')^2\right),$$

где $k = 2\pi/\lambda$ – волновое число, r – z координата, направленная поперечно распространению волны, s и ξ содержат координаты источника и приемников.

Экспонента – френелевское параксиальное приближение функции Грина, это есть подынтегральный множитель в данной функции. С помощью данного уравнения можно найти расстояние до неоднородностей и, в случае статистически однородного слоя, с помощью одного приемника двумерные сечения спектра флуктуаций. Чтобы улучшить качество реконструкции двумерного сечения, нужно использовать несколько радиоприемников, которые находятся на расстоянии друг от друга в сотни километров, находясь в плоскости траектории спутника. В настоящее время имеющиеся радиозондирующие средства, которые позволяют исправить структуру спектра колебаний в диапазоне волновых чисел от 0,1 км-1 до 3-4 км-1. Данное значение аналогично неоднородностям от сотен метров до единиц километров. Можно пренебречь эффектами дифракции, при том, что размер неоднородностей значительно не превосходит размер зоны Френеля (~1 км для $\lambda = 2$ м) и сразу перейти к лучевой радиотомографии. Нужно найти линейные интегралы от электронной концентрации и эффективные частоты соударений по фазе ϕ и амплитуде (или уровню χ – логарифма отношения амплитуд), чтобы решить данную задачу:

$$\lambda \cdot r_e \cdot \int N ds = \phi,$$

$$\frac{\lambda \cdot r_e}{\omega} \int N \nu d\sigma = \chi,$$

где $\int ds$ – интегрирование по лучу передатчик-приемник.

По наборам лучей задача состоит в том, чтобы определить распределения N и ν .

Выводы. Почти единственным легкодоступным способом диагностики глобальных и крупномасштабных образований в ионосфере является лучевая радиотомография. Дифракционная и статистическая радиотомография позволяют изучать не только каждые локализованные неоднородности, но возмущенную ионосферу, а именно ее тонкую структуру. С помощью радиотомографии уже получено большое количество новой геофизической информации.

Список литературы:

1. Куницын В.Е., Терещенко Е.Д. Томография ионосферы. М., 1991.
2. Куницын В.Е., Терещенко Е.Д., Андреева Е.С. Радиотомография ионосферы.- М.:Наука, 2007.
3. Смирнов В.М. Решение обратной задачи радиопросвечивания ионосферы Земли градиентными методами. // Радиотехника и электроника. 2001, №1.
4. Calais E., Minster J.B. GPS detection of ionospheric perturbations following a Space Shuttle ascent// Geophys. Res. Let. – 1996. – V.23. – P.1897-1900.
5. Kunitsyn V.E., Tereshchenko E.D. //IEEE Antennas & Propagation Magazine.- 1992. - Vol.34. -P.22-32.
1. . 2012. № 5. С. 120-129.

УДК 681.5.01

Острове́рхова Екатерина Викторовна

г. Йошкар-Ола, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», направление «Конструирование и технология электронных средств» (магистратура), гр. ЭВСм-11

Научный руководитель:

Алиев Марат Туфикович канд. техн. наук, доц.

*Поволжский государственный технологический университет,
г. Йошкар-Ола*

**РАЗРАБОТКА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
БЕСЩЕТОЧНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА**

В последние годы приобрел популярность транспорт нового поколения на базе бесщеточного двигателя постоянного тока, такие как велосипеды, самокаты, скутеры и т.п., такой транспорт существенно уменьшает время передвижения человека по городу или другим населенным пунктам. Но их движение невозможно без постоянной подзарядки аккумуляторной батареи, соответственно одной из задач является увеличение времени движения от аккумуляторной батареи и уменьшение времени его заряда.

Цель работы – разработать вычислительную систему управления электродвигателем постоянного тока.

Принцип работы бесщеточного двигателя постоянного тока (мотор-колесо) идентичен независимо от наличия в его конструкции планетарного редуктора. В статоре формируется магнитное поле. Оно воздействует на магниты ротора и вызывает его вращение. Статор производится из электротехнической стали и по внешнему виду напоминает звезду. На ее многочисленных лучах находятся обмотки. Когда по ним проходит ток, лучи обретают магнитные качества и притягивают находящиеся на роторе магниты. Число обмоток на статоре способно достигать нескольких десятков. Благодаря этому, обеспечивается необходимая мощность и плавное вращение ротора. В конечном итоге все обмотки соединяются в 3 и чередуются по окружности одна за другой: 1-2-3-1-2-3 и т.д. Напротив них на роторе находятся магниты. Чтобы обеспечить ротору непрерывное вращение, на обмотки последовательно в необходимые мгновения подаются импульсы напряжения. В результате, при близости к необходимому магниту активизируются магнитные характеристики обмоток. Определяют этот момент расположенные в статоре 3 датчика Холла. Они фиксируют положение ротора по отношению к статору, ощущают магнитное поле и направляют сигнал на контроллер. Он в необходимое время направляет импульсы на обмотки, и они становятся электромагнитами. За счет притяжения магнитов ротора производится его вращение.

На рисунке видно, как устроен электродвигатель. Скорость его вращения регулируется посредством ручки газа и зависит от интенсивности подачи импульсов напряжения на обмотки. При торможении датчики в рычагах тормоза отключают подачу питания на мотор. Рационально устанавливать электрические мотор-колесо мощностями в пределах 250-5000 Вт. По рабочему напряжению электродвигатели выбираются на 12, 24, 36, 48, 72 В. Чем выше напряжение, тем ниже ток, протекающий по обмоткам двигателя и подключаемым проводам, следовательно, можно использовать проводники меньшего сечения.

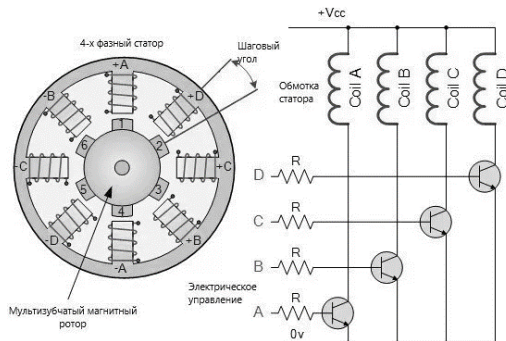


Рис.1 – принцип работы двигателя

Контроллер запускает электродвигатель и регулирует его работу. Это посредник между двигателем и рулевым управлением, обеспечивающий подачу электродвигателю и комплектующим. Контроллеры имеют напряжение 36В или 48В, прочную и надежную конструкцию. Корпуса изготавливаются из алюминиевого сплава, а места выхода проводов герметично обработаны.

Аккумуляторные батареи питают электродвигатель, являясь одной из наиболее важных частей. В основном, на него устанавливают литиевые аккумуляторы, так как они лучшие по характеристикам. Все литий-ионные аккумуляторные батареи имеют низкий саморазряд, обладают высокой удельной емкостью, являются необслуживаемыми и у них отсутствует эффект памяти. Максимальный срок эксплуатации достигается при циклировании на 85% емкости аккумулятора, т.е с точки зрения достижения максимального срока эксплуатации нельзя перезаряжать аккумулятор и полностью его разряжать. Десяток неполных циклов эквивалентны по расходу ресурса одному полному циклу заряд/разряд. Поэтому выбор аккумуляторной батареи большей емкости всегда предпочтительнее с точки зрения расходования ресурса и дистанции пробега на одной зарядке. Напряжение аккумуляторной батареи должно соответствовать параметрам контроллера и электродвигателя.

Вывод. Электродвигатель приводит в движение колеса, правильную работу которого и связь обеспечивает контролер. Это устройство передает все команды управления двигателю. Питание мотор берет от аккумуляторной батареи. Все эти устройства должны быть корректно подобраны по своим характеристикам: рабочему напряжению, силе тока, ресурсу, мощности.

Список литературы:

1. Терехов, В. М. Системы управления электроприводов: учеб. Для студентов вузов / В. М. Терехов, О. И. Осипов; под ред. В. М. Терехова. – 2-е изд., стер. – Москва: Academia, 2006. – 299 с.
2. Принцип работы электровелосипеда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.voltbikes.ru/blog/electro/princip-raboty-jelektrovelosipeda/>
3. Устройства управления электродвигателями. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/controller/>
4. Устройство электровелосипеда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://veloexpert33.ru/velosiped/ustrojstvo-elektrovelosipeda.html#i-8>
5. Литиевые аккумуляторные батареи для электровелосипедов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://velomotor.by/kakoy-akkumulyator-vybrat-dlya-elektroveosipeda>

УДК 623.094

Пасова Анастасия Дмитриевна

направление Радиотехника (магистратура), гр. РТм-11

Научный руководитель

Егошина Ирина Лазаревна

д-р техн. наук, профессор

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

**СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНОГО
БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

Цель работы – повышение эффективности обнаружения малогабаритного беспилотного летального аппарата.

Возрастающее с каждым годом значение БПЛА в современном мире способствует непрекращающимся работам по их усовершенствованию. Новые задачи, улучшение тактико-технических характеристик БПЛА, в том числе, уменьшение их размеров, усложняет задачу по их обнаружению. В связи с чем, обнаружение малоразмерных беспилотных летательных аппаратов (МБЛА) является приоритетной задачей при создании систем по противодействию БПЛА.

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.

Борьба с МБЛА представляет собой комплекс мер по их обнаружению, распознаванию, прицеливанию, захвату и поражению. В связи с малой заметностью МБЛА задача по обнаружению и распознаванию цели является наиболее сложной и важной.

К основным параметрам классификации МБЛА относятся:

- габаритные и весовые характеристики;
- оперативные характеристики;
- тип конструкции;
- тип двигательной установки, а также тип движителя;
- выполняемые функциональные задачи;
- степень автономности [1].

Совокупность этих признаков определила классификацию МБЛА:

- нано БЛА массой менее одного килограмма, продолжительностью полета менее одного часа и высотой полета до 300 м;
- микро БЛА – массой до 10 кг, временем полета около одного часа и высотой полета до 1 000 м;
- мини-БЛА – массой до 50 кг, временем полета до нескольких часов и высотой полета до 3 000–5 000 м [1].

Основными способами обнаружения МБЛА в электромагнитном спектре являются:

- использование тепловизора инфракрасного диапазона ЭМ волн;
- использование камер оптического диапазона ЭМ волн;
- использование радиолокационных станций;
- осуществление радиомониторинга.

Для выявления объектов с отличающейся от окружающей среды температурой используются инфракрасные тепловизионные камеры, что позволяет вести наблюдение с помощью за МБЛА даже в условиях ограниченной видимости и в темное время суток. Для получения наиболее информативных и стабильных результатов возможно точное совмещение тепловизионных снимков с видимым изображением. Для этого применяется тепловизор и фотокамера для одновременного ведения аэрофотосъемки в видимом диапазоне. Получаемые инфракрасные изображения в оттенках серого могут быть преобразованы в псевдоцветные, где темным оттенкам соответствуют низкие температуры, а светлым – высокие.

Для обнаружения МБЛА в оптическом диапазоне ЭМ волн существуют активные и пассивные методы. Активными методами считается метод анаглифов и метод определения координат МБЛА в пространстве. Пассивные методы включают в свой состав метод визуального наблюдения и метод комбинированного стереоэффекта [2].

Наиболее эффективным решением является комбинирование основных способов обнаружения: использование радиолокационных средств, оборудования радиомониторинга, ИК и оптических видеокамер. Данный вариант является дорогостоящим, но каждый из методов дополняет другой, и, таким образом, уменьшается количество ложных обнаружений и увеличивается общая эффективность системы. Алгоритм работы следующий: радар обнаруживает БПЛА, параллельно с этим комплекс принимает сигналы, и ищет среди них подозрительные, далее видеокамеры наводятся на предполагаемый объект, и принимается решение о передаче команды на подавление, перехват или уничтожения цели.

Выводы

Основными целями и задачами, стоящими перед предлагаемым комплексом, являются обнаружение МБЛА в пассивном и активном режимах работы и оптическом, звуковом и радиолокационном диапазонах волн, создание достоверного объемного изображения МБЛА на экране ЭВМ, которое указывает оператору направление движения МБЛА.

Использование предполагаемой системы обнаружения МБЛА может обеспечить выбор наиболее эффективных средств борьбы с ними, что снизит угрозу несанкционированного террористического применения МБЛА.

Список литературы:

1. Годунов А.И., Шишков С.В., Юрков Н.К. Комплекс обнаружения и борьбы с малогабаритными беспилотными летательными аппаратами. Сб трудов международного симпозиума «Надежность и качество – 2014». – Пенза: ИЗД во Пенз. ГУ, 2014. – Т. 1. – С. 90-95.
2. Годунов А.И., Шишков С.В., Бикеев Р.Р. Модель движения малогабаритного беспилотного летального аппарата в пространстве // Проблемы автоиатизации и управления в технических системах. – Пенза: ИЗД во ПГУ, 2015. – Т. 1. – С. 328-331.
3. Рэндал, У. Биард Малые беспилотные летательные аппараты. Теория и практика / Рэндал У. Биард, Тимоти У. МакЛэйн. - М.: Техносфера, 2015. - 312 с.

**Пахмутов Александр Сергеевич,
Громов Александр Геннадьевич**
Направление радиоэлектронные системы
и комплексы(специалитет), гр.РСК-51

Научный руководитель
Баев Алексей Александрович,
заведующий кафедрой РТиМБС, к.т.н., доцент,
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ГЕНЕРИРОВАНИЕ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНО-ОПРЕДЕЛЯЕМОГО РАДИО HackRFONE

Цель работы – сгенерировать следующие виды сигналов: сигнал без модуляции, сигнал с линейной частотной модуляцией, последовательность радиоимпульсов на основе программно-определяемого радио HackRFOne.

Под программно-определяемым радио понимается радиопередатчик и радиоприёмник, использующий технологию, позволяющую с помощью программного обеспечения устанавливать или изменять рабочие радиочастотные параметры, включая, в частности, диапазон частот, тип модуляции или выходную мощность, за исключением изменения рабочих параметров, используемых в ходе обычной предварительно определённой работы с предварительными установками радиоустройства, согласно той или иной спецификации или системы.

HackRF One – один из представителей SDRc открытым исходным кодом. Он имеет следующие характеристики:

- 1) частотный диапазон от 1 МГц до 6 ГГц;
- 2) полудуплексный приёмопередатчик;
- 3) частота дискретизации достигает до 20 МГц;
- 4) АЦП и ЦАП работают с разрядностью отсчётов 8 бит.

Структурная схема HackRF One представлена на рисунке 1. Схема состоит из микроконтроллера, который предназначен для управления всеми устройствами радиосистемы. Команды управления поступают на микроконтроллер по интерфейсу USBc компьютера и им обрабатываются.

В режиме передачи отсчёты сигнала из буфера передаются по шине USB на микроконтроллер в режиме изохронной передачи. С микроконтроллера отсчёты сигнала, который необходимо излучить в пространство, поступают на ПЛИС. С ПЛИС отсчёты поступают на микросхему MAX5864, которая представляет собой совмещённые на одном кристалле 10-битный ЦАП и 8-битное АЦП. Максимальная частота дискретизации MAX5864 20 МГц.

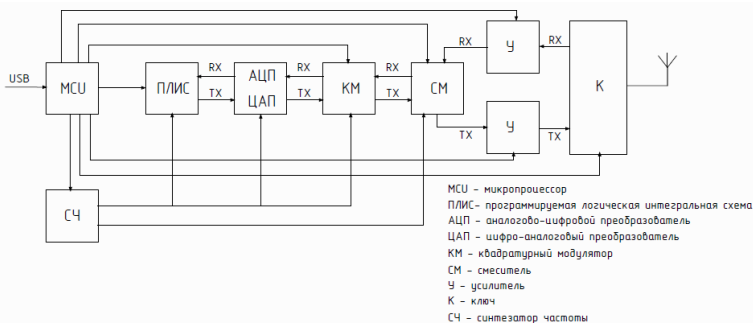


Рис. 1 – Структурная схема HackRFOne

В режиме передачи отсчёты сигнала из буфера передаются по шине USB на микроконтроллер в режиме изохронной передачи. С микроконтроллера отсчёты сигнала, который необходимо излучить в пространство, поступают на ПЛИС. С ПЛИС отсчёты поступают на микросхему MAX5864, которая представляет собой совмещённые на одном кристалле 10-битный ЦАП и 8-битное АЦП. Максимальная частота дискретизации MAX5864 20 МГц.

Управление с микроконтроллера осуществляется по интерфейсу SPI. Данная микросхема может работать в следующих режимах: ЦАП включен, АЦП выключен; АЦП включен, ЦАП выключен; ЦАП и АЦП включены. Следует указать, что после ЦАП возникают квадратурные и синфазные составляющие сигнала, которые в цифровом виде поступали последовательно.

С ЦАП квадратурная и синфазная составляющая зондирующего сигнала поступают на квадратурный модулятор, выполненный на микросхеме MAX2837. MAX2837 – это микросхема, которая содержит в себе квадратурный модулятор и квадратурный демодулятор. Несущая частота, на которой осуществляется модуляция - 2,4 ГГц (также может меняться программно в диапазоне 2,3 ГГц – 2,7 ГГц). При этом данная она не может одновременно работать на приём и на передачу, а может только либо демодулировать входной сигнал в режиме приёма, то есть

преобразовывать его в синфазную и квадратурную его составляющие, либо работать как модулятор.

Фильтр низких частот в модуляторе и демодуляторе может иметь полосу пропускания до 28 МГц. Полоса пропускания ФНЧ определяет возможную ширину спектра зондирующего сигнала. Управление MAX2837 осуществляется с микроконтроллера по интерфейсу 4 – WireSPI. MAX2837 включает в себя 32 программируемых 16-битных регистра. Значения в регистрах определяют полосу пропускания фильтра низких частот, коэффициент усиления усилителей в приёмном и передающем тракте.

Полученный сигнал на несущей частоте 2,4 ГГц, для получения другой несущей лежащей в диапазоне от 10 МГц – 6 ГГц используется смеситель, который находится в микросхеме RFFC5072.

RFFC5072 представляет собой синтезатор частоты с фазовой автоподстройкой частоты и смеситель выполненные на одном кристалле. Управление синтезатором и смесителем осуществляется с помощью микроконтроллера по интерфейсу 3 – WireSPI.

Полученный сигнал на требуемой несущей проходит через цепь ключей, которые предназначены для развязки передающего и приёмного тракта. Также данный сигнал усиливается усилителем MGA-81563 и передаётся в антенну.

На рисунках ниже представлены результаты формирования сигналов в HackRF. На рисунке 2 представлен сигнал без модуляции на несущей частоте 50 МГц. На рисунках 3, 4 представлены соответственно квадратурная и синфазная составляющие сигнала с линейной частотной модуляцией при базе равной 20, и длительности импульса 4 мкс. На рисунках 5, 6 представлены соответственно квадратурная и синфазная составляющие сигнала с линейной частотной модуляцией при базе равной 50, и длительности импульса 4 мкс.

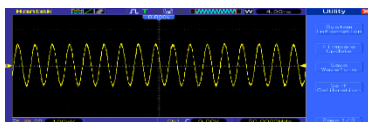


Рис. 2 – Сигнал без модуляции на несущей частоте 50 МГц

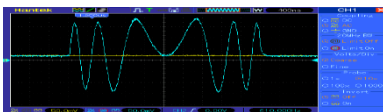


Рисунок 3 – Квадратурная составляющая ЛЧМ сигнала($B = 20$, $T = 4$ мкс)

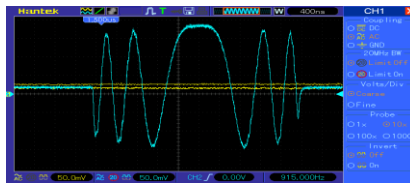


Рисунок 4 – Синфазная составляющая ЛЧМ сигнала($B = 20$, $T = 4$ мкс)

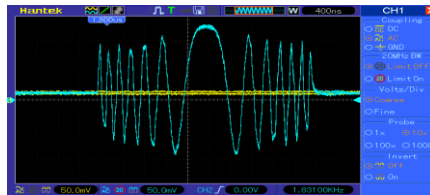


Рисунок 5 – Синфазная составляющая ЛЧМ сигнала($B = 50$, $T = 4$ мкс)

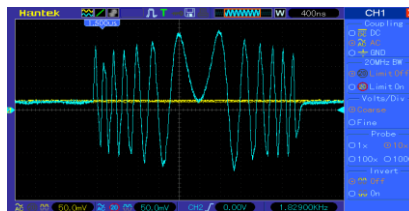


Рисунок 6 – Синфазная составляющая ЛЧМ сигнала($B = 50$, $T = 4$ мкс)

HackRfOne может работать в режиме передачи, либо в режиме приёма, но не одновременно в обоих режимах. Также время переключения с режима передачи на режим приёма составляет более 5 мс, что не допустимо для реализации PCA в силу того, что расстояние от Земли на котором должен лететь летательный аппарат должно составлять: 750 км. Реализовать PCA на HackRFOne возможно только с изменением прошивки микроконтроллера. На микроконтроллере можно реализовать цикл, который будет по заданным параметрам переключать HackRfOne из режима приёма в режим передачи за время много меньшее, чем реализация на C++.

Список литературы:

1) Проекты оборудования и программное обеспечение для HackRF
[Электронный ресурс] // Builtfordevelopers. URL:
<https://github.com/mossmann/hackrf> (Дата обращения 01.06.2020)

УДК 621.396.67

Попов Владимир Сергеевич

направление 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(магистратура), гр. ИТСМ-21

Научный руководитель:

Павлов Вячеслав Владимирович,

канд. техн. наук, кафедра Радиотехники и связи
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАТОРНЫХ АНТЕНН
С УВЕЛИЧЕННЫМ РЕФЛЕКТОРОМ НА ВОСЕМЬ ПРОЦЕНТОВ И
УМЕНЬШЕННЫМ ДИРЕКТОРОМ НА ДВЕНАДЦАТЬ
ПРОЦЕНТОВ В ДЛИНАХ ВОЛН ОТНОСИТЕЛЬНО РАЗМЕРОВ
АКТИВНОГО ВИБРАТОРА**

Цель работы: выявление конструкций трехэлементных вибраторных антенн с увеличенным рефлектором на восемь процентов и уменьшенным директором на двенадцать процентов в длинах волн относительно размеров активного вибратора, обеспечивающих наибольший рабочий диапазон частот, наибольшие средние коэффициент усиления, отношение излучения вперед/назад и наименьший средний уровень KCB в полосе рабочих частот для конструкций с расстоянием от активного вибратора до рефлектора 0,15 длины волны.

Решены задачи:

- автоматизации процессов расчета частотно зависимых параметров антенн в программе *MMANA GAL Pro*;
- обработки частотно зависимых массивов и расчета параметров антенн с помощью табличного процессора *MS Excel*;
- анализа полученных результатов.

Вибраторные антенны широко используются в различных системах радиосвязи. В процессе синтеза антенны требуется обеспечение требуемой полосы рабочих частот для обеспечения требуемых

параметров системы связи. В требуемой полосе рабочих частот определяются средние значения коэффициента усиления и отношение излучения вперед-назад, отвечающие как дальность действия или уменьшение мощности излучения с сохранением дальности действия и уменьшение влияния на приемную часть радиосистемы при работе в дуплексном режиме.

В работе исследовано большое количество вариантов конструкций антенн с помощью автоматизации этого процесса за счет программы *Tronan Macro Machine* при создании моделей антенн и получения частотно зависимых параметров заданных вариантов конструкций трехэлементных вибраторных антенн с помощью макроса, аналогичного созданному ранее [1]. Использована авторская методика руководителя при формировании базы данных параметров исследованных конструкций вибраторных антенн.

С помощью файла, созданного в табличном процессоре *MS Excel* рассчитаны параметры заданных вариантов конструкций трехэлементных вибраторных антенн и построены зависимости относительной полосы рабочих частот, средних значений коэффициента усиления, отношения излучения вперед/назад, KCB в полосе рабочих частот по уровню $KCB = 1,5$ и 2 при расстояниях от активного вибратора до директора в пределах $0,04 \cdot \lambda \dots 1,03 \cdot \lambda$ на рис. 1 - 3.

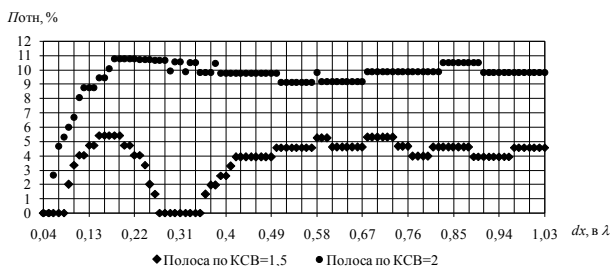


Рис. 1. Зависимости относительной полосы рабочих частот $П_{отн}$ от расстояния между активным вибратором и директором

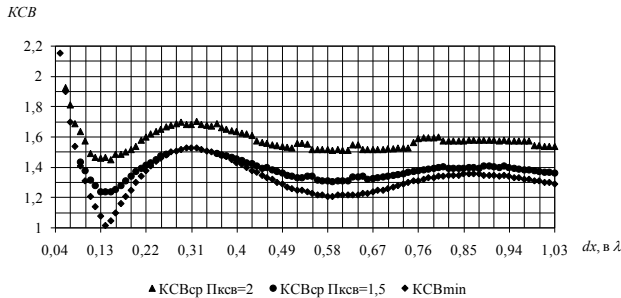


Рис. 2. Зависимости средних значений KCB в полосе рабочих частот и минимального значения KCB от расстояния между активным вибратором и директором

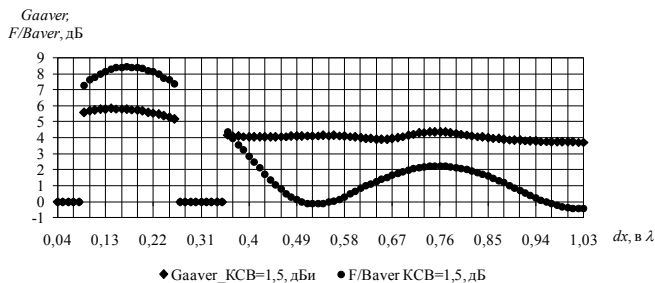


Рис. 3. Зависимости средних значений коэффициента усиления $Gaver$ и значений отношения излучения вперед/назад $F/Baver$ в полосе рабочих частот от расстояния между активным вибратором и директором по уровню $KCB = 1,5$

Выводы. Исследованные конструкции трехэлементных вибраторных антенн с увеличенным рефлектором на восемь процентов и уменьшенным директором на двенадцать процентов в длинах волн относительно размеров активного вибратора при диаметре проводников $0,004$ длины волны с изолированной траверсой при расстоянии от активного вибратора до рефлектора $0,15 \cdot \lambda$ и от активного вибратора до директора от $0,04 \cdot \lambda$ до $1,03 \cdot \lambda$ с шагом $0,01 \cdot \lambda$ обеспечивают следующие предельно достижимые параметры:

- по уровню $KCB = 1,5$: $P_{OTH} = 5,44 \%$ ($d_{AB-ДИР} = 0,15 \cdot \lambda$); $Ga_{AVER} = 5,83$ дБи ($d_{AB-ДИР} = 0,14 \cdot \lambda$) и $F/B_{AVER} = 8,43$ дБ ($d_{AB-ДИР} = 0,17 \cdot \lambda$); $KCB_{CP} = 1,24$ ($d_{AB-ДИР} = 0,15 \cdot \lambda$);

- по уровню $KCB = 2$: $P_{OTH} = 10,81 \%$ ($d_{AB-ДПР} = 0,15 \cdot \lambda$); $Ga_{AVER} = 5,83$ дБи ($d_{AB-ДПР} = 0,13 \cdot \lambda$) и $F/B_{AVER} = 8,52$ дБ ($d_{AB-ДПР} = 0,14 \cdot \lambda$); $KCB_{CP} = 1,45$ ($d_{AB-ДПР} = 0,15 \cdot \lambda$).

В случае необходимости обеспечения максимальных значений параметров антенны для равнозначных весовых коэффициентов значимости параметров рекомендуются конструкции обеспечивающие:

- по уровню $KCB = 1,5$ $P_{OTH} = 5,44 \%$, $Ga_{AVER} = 5,82$ дБи и $F/B_{AVER} = 8,38$ дБ, $KCB_{CP} = 1,24$ при расстоянии $d_{AB-ДПР} = 0,15 \cdot \lambda$;
- по уровню $KCB = 2$ $P_{OTH} = 10,81 \%$, $Ga_{AVER} = 5,78$ дБи и $F/B_{AVER} = 8,51$ дБ, $KCB_{CP} = 1,5$ при расстоянии $d_{AB-ДПР} = 0,18 \cdot \lambda$.

Список литературы:

1. *The radiation patterns of an antenna in MMANA for Tronan Macro Machine* / В. А. Иванов, Н. В. Рябова, В. В. Павлов // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011619372 от 07.12.2011 г. Роспатент. – Москва, 2011.

УДК 519.688

Порядин Дмитрий Евгеньевич

направление радиоэлектронные системы и комплексы (специалитет), гр.РСК-51

Исаев Никита Радомирович

направление радиоэлектронные системы и комплексы (специалитет), гр.РСК-51

Научный руководитель

Басев Алексей Александрович

заведующий кафедрой радиотехнических и медико-биологических систем,

к.т.н., доцент,

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

СРАВНЕНИЕ КВАТЕРНИОННЫХ СИГНАЛОВ ПРИ ПОМОЩИ ПЛИС

Введение. работа программно-технического комплекса с максимальной производительностью является одной из приоритетных задач при обработке изображений.

Большая часть используемых алгоритмов представляет собой последовательность простых математических операций, которые сами по себе не являются сложными, но количество итераций, необходимых для полноценной обработки изображения либо потока изображений,

способно создать значительную нагрузку на используемые аппаратные средства.

Актуальность темы: с течением времени средства обработки улучшаются, производительность используемых вычислительных средств растет, но в то же время и растут размеры и объём необходимых для обработки потоков, что приводит нас к замкнутому кругу. Использование мощных ЦП или специализированных блоков для обработки не всегда целесообразно и экономически выгодно.

Одним из решений данной проблемы является переход на ПЛИС (ПЛИС – он же FPGA – программируемая логическая интегральная схема).

ПЛИС – интегральная микросхема, используемая для создания конфигурируемых цифровых электронных схем. Логика работы ПЛИС задается посредством описания в специальных отладочных средах, что отличает ее от большинства других интегральных микросхем, используемых повсеместно в электронике. Другими словами, работая с ПЛИС мы можем спроектировать практически любую микросхему, получить файл прошивки и используя программатор загрузить прошивку непосредственно в ПЛИС.

В результате, разработчик получает в свое распоряжение физическую цифровую схему, которая выполняет описанный алгоритм на аппаратном уровне, за счет чего достигается максимальное быстродействие, особенно в сравнении с CPU.

Для описания блоков и элементов схемы используется специальный язык, который называется Verilog HDL (англ. Verilog Hardware Description Language), который синтаксисом очень похож на язык Си своим синтаксисом и управляющими конструкциями.

Важным является и то, что перезаписывать ПЛИС можно неограниченное количество раз, что бывает крайне полезно на этапе прототипирования, где чаще всего ПЛИС применяется в составе отладочной платы, что позволяет повторно использовать устройство в совершенно иных проектах.

Доминирующим фактором использования ПЛИС в системах обработки изображений и потоков изображений является возможность обрабатывать поступающую информацию с минимальной задержкой.

Именно поэтому ПЛИС была выбрана нами для дальнейшей работы. Прежде всего, необходимо понять, что такое кватернионные сигналы и из чего они состоят.

В общем виде кватернион записывается как:

$$q = q_0 + q_1 i + q_2 j + q_3 k$$

Далее нами была описана схема с использованием блоков собственного написания, а также готовых вычислительных модулей Pro core (сложно-функциональный блок, передаваемый в виде законченной схемотехнической конструкции), в основе алгоритма лежит АКФ

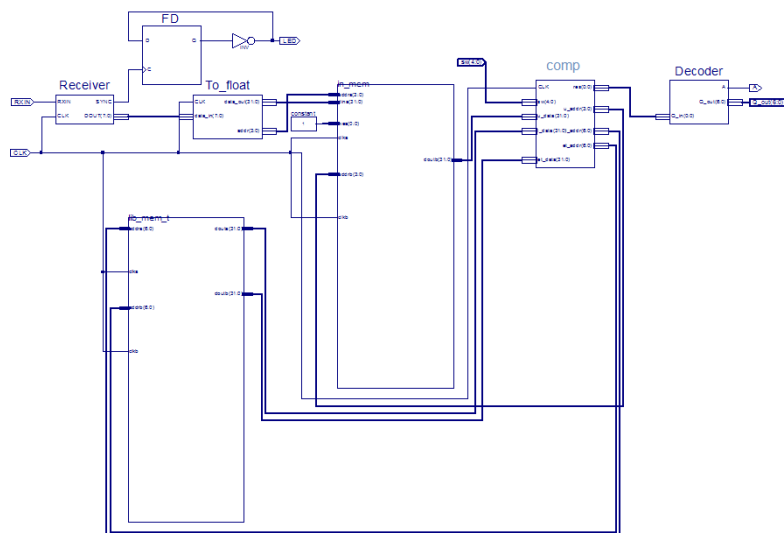
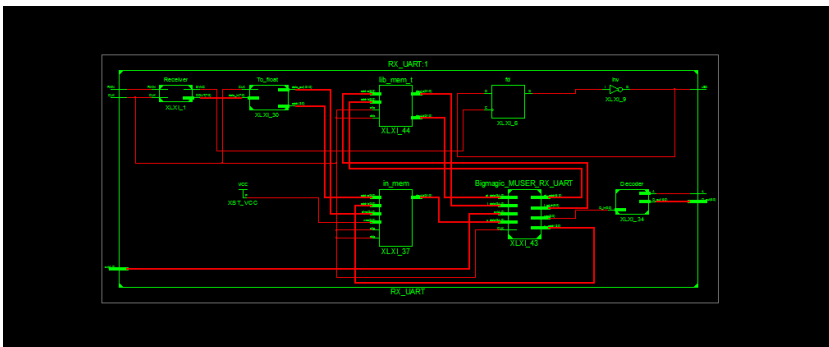


Рис.1. Описанная схема в среде разработки Xilinx ISE.

После синтеза схемы мы можем отобразить схематическое представление синтезированного файла. Данная схема предварительно оптимизирована внутренними алгоритмами среды разработки. Данная схема может помочь обнаружить проблемы проектирования на ранних и поздних этапах процесса проектирования



Рису. 2. Схематическое представление описанной схемы.

После фазы оптимизации и выбора технологии, в процессе синтеза мы можем использовать специальное средство просмотра для оценивания схематического представления проекта с точки зрения логических элементов (LUT, буферы ввода-вывода и прочие компоненты, используемые непосредственно в «кристалле»), которые внутренние алгоритмы оптимизирует под конкретную ПЛИС.

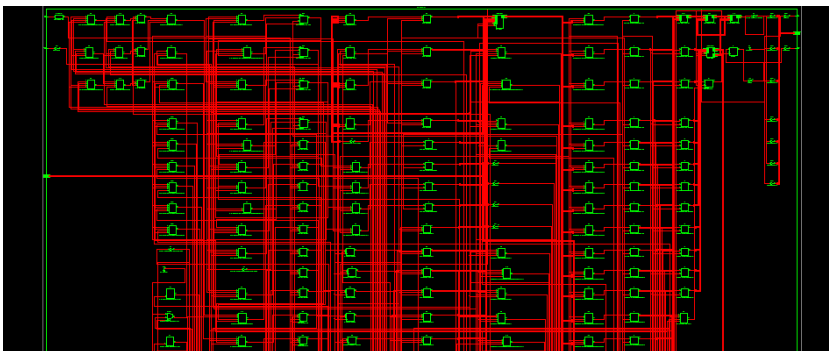


Рис. 3. Фрагмент технологического представления описанной схемы.

Выводы: таким образом, нами была рассмотрена проблема, ее актуальность и предполагаемое решение, а также успешно выполнен проект в рамках курсового проектирования. В последнее время технология ПЛИС развивается крайне активно, растут вычислительные мощности, уменьшается техпроцесс, растет эффективность использования и внедрения в т.ч. во встраиваемые системы некоммерческого назначения.

Список литературы:

1. Комплекснозначные и гиперкомплексные системы в задачах обработки многомерных сигналов / Под ред. Я.А. Фурмана. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 456 с. – ISBN 5-9221-0472-1
2. Центр поддержки xilinx [Электронный ресурс] URL: https://www.xilinx.com/support/documentation/sw_manuals/xilinx11 (Дата обращения 02.10.2020)
3. Как начать разрабатывать железо, используя ПЛИС — пошаговая инструкция [Электронный ресурс] URL: <https://m.habr.com/ru/post/250511/> (Дата обращения 03.10.2020)

УДК 621.355

Рамазанова Регина Ильдаровна

Направление Электроэнергетика и электротехника (бакалавриат), гр. ЭП-1-18

Научный руководитель

Логачева Алла Григорьевна

к-т техн. наук

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,
г. Казань*

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ НАКОПЛЕНИЯ
ЭНЕРГИИ НА БАЗЕ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ**

Цель работы – представить обзор существующего уровня энергоэффективности систем накопления энергии, включающих в состав аккумуляторные батареи, и выявить факторы, влияющие на их энергоэффективность.

Актуальность данной работы состоит в том, что накопители энергии рассматриваются как один из основных компонентов интеллектуальных энергетических систем будущего, обеспечивающих интеграцию генерацию на базе возобновляемых источников энергии, и позволяющих оптимизировать режимы работы энергосистем. Использование рекомендаций по выбору новых технологий позволит решить вопросы, связанные с рациональным энергопользованием.

Разработка и внедрение современной технологии энергоаккумулирования являются важными и актуальными направлениями развития ЕНЭС России. Наличие энергоемких и мощных накопителей в качестве промежуточных устройств между источниками генерации энергии и потребителем позволяет

освободиться от жесткого требования ежечасного соответствия генерации энергии ее потреблению.

В последние годы в мировом энергетическом секторе значительно возросло число проектов на базе электрохимических накопителей энергии, к которым относятся такие типы как литий-ионные, натрий-серные, никель-кадмиевые, кислотно-свинцовые, бромно-цинковые, воздушные и водородные накопители. Анализ проектов базы данных DOE GlobalEnergyDatabase [1] за период с 2011 по 2020 год по химическим накопителям показал, что наибольшее число внедрений получили литий-ионные накопители. На рисунке 1 представлено количество проектов с литий-ионными накопителями, введенных в эксплуатацию в мире с 2011 по 2020 годы.



Рис. 1 – Количество энергетических проектов на литий-ионных аккумуляторах, введенных в эксплуатацию в мире с 2011 по 2020 годы

При этом важной характеристикой накопителя является его КПД. КПД – главный показатель эффективности в энергетических комплексах. Рассматривая литий-ионный накопитель, можно сказать, что основными элементами, влияющими на его КПД, являются аккумуляторные ячейки и инвертор – устройство, осуществляющее преобразование тока в процессе зарядки и разрядки накопителя. У малоомощных литий-ионных аккумуляторов, применяемых в бытовой и компьютерной технике, суммарный КПД достигает 95-97% [2]. В установках большей мощности (электротранспорт, аккумуляторы для промышленных комплексов) КПД накопителей на литий-ионных батареях может находиться в пределах 23 – 94% [3].

Энергоэффективность аккумуляторных ячеек зависит от выбора соединения химических элементов, качества сборки, стабильности электролита, емкости, температуры эксплуатации, глубины разряда. В составе суммарного КПД системы «аккумуляторная ячейка-инвертор» именно КПД ячейки сильно зависит от режима работы накопителя

(глубина разряда, длительность циклов заряд-разряд), обусловленных характером решаемой задачи – регулирование частоты, сглаживание графика нагрузки, интеграция возобновляемой генерации в сеть и т.д. Таким образом, при внедрении накопителей на базе аккумуляторных батарей важно учитывать режим их эксплуатации.

В значение КПД инверторных аппаратов значительный вклад вносит вид применяемых силовых ключей. Сегодня инверторы производятся на основе двух разных полупроводниковых технологий: IGBT, MOSFET. Транзисторы MOSFET, по сравнению с IGBT, имеют большие вес и габариты и стоят дешевле. Зависимости потерь в проводящем состоянии MOSFET и IGBT определяют, что электрический ток, который приводит к максимальной допустимой температуре, сильнее возрастает при увеличении допустимой мощности $P_{\text{пров}}$. Для MOSFET $I_{\text{сдоп}}$ пропорционален $(P_{\text{пров}})^{0,5}$, а для IGBT $I_{\text{сдоп}}$ пропорционален $(P_{\text{пров}})^{0,7}$ [5]. Таким образом, режим работы также влияет на величину потерь в инверторе.

Выводы. Применение в электрических сетях гибридных накопителей энергии большой энергоемкости является перспективной технологией, которая может найти широкое применение в электроэнергетических системах и электрических сетях России, обеспечивая повышение энергоэффективности. КПД существующих систем колеблется в широких пределах от 23% до 97% и сильно зависит от режима работы накопителя. Поэтому для обеспечения оптимального КПД при выборе технологии аккумуляторных батарей и типа инвертора необходимо учитывать характер решаемой накопителем задачи и планируемый режим его работы.

Список литературы:

1. TheDOEGlobalEnergyStorageDatabase[Электронныйресурс]/ URL: //www.sandia.gov/ess-ssl/global-energy-storage-database/(датаобращения 26.10.2020).
2. Литий-ионные аккумуляторные батареи [Электронный ресурс]/ Режим доступа:https://www.apc.com/ru/ru/campaign/lithium-ion-ups.jsp (дата обращения 26.10.2020).
- 3.Michael Schimpea, MaikNaumann, Nam Truonga, Holger Hessea, ShriramSanthanagopalanb, Aron Saxonb, Andreas Jossen. Energy efficiency evaluation of a stationary lithium-ion battery container storage system via electro-thermal modeling and detailed component analysis. Preprint submitted to Applied Energy. October 17, 2017. – 170-174 p.
4. Инверторы – обзорконструкций. [Электронный ресурс]/ URL: http://www.invertor.ru/obzor.html (дата обращения 26.10.2020).

5. IGBT Characteristics. [Электронный ресурс] Application Note AN-983. IR, 2012.

УДК 620.193.6

Решетова Лидия Александровна

направление: Электроника и нанoeлектроника (магистратура) гр. ЭиНЭм-11

Иванова Лидия Сергеевна

направление: Электроника и нанoeлектроника (магистратура) гр. ЭиНЭм-21

Андрианов Денис Юрьевич

Военный инновационный технополис "Эра"

Научный руководитель

Сушенцов Николай Иванович,

канд. техн. наук, кафедра Конструирования и производства радиоаппаратуры
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ДИОКСИДА ТИТАНА В УСТРОЙСТВАХ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА

Аннотация. Рассматривается наноструктурное покрытие диоксида титана (TiO_2) в качестве фотокатализатора. Показано, что тонкие пленки TiO_2 , получаемые методом магнетронного распыления, имеют кристаллическую структуру типа анатаз. Приведены результаты исследования спектров излучения трех источников УФ-излучения, которые могут применяться для облучения TiO_2 .

Введение. В настоящее время в системах фильтрации воздуха широко используется фотокаталитическая очистка. Одним из наиболее распространенных фотокаталитических материалов является диоксид титана (TiO_2) благодаря своей высокой fotocувствительности и относительной небольшой ширине запрещенной зоны (3,2 эВ) [1]. TiO_2 в природе может иметь три различные модификации: анатаз, брукит, рутил. Наибольшей фотокаталитической способностью обладает анатаз. Также применяется смесь фаз рутил и анатаз, так как она способна разложить наибольшее число различных органических веществ.

Известно, что оксид титана при поглощении кванта света с энергией более 3,2 эВ (это свет с длиной волны менее 390 нм) генерирует свободные носители зарядов. Выходя на поверхность TiO_2 , они образуют сильные окислители, которые способны разлагать различные органические загрязнения путем их фотокаталитического окисления до

безопасных H_2O и CO_2 . Главным преимуществом в сравнении с другими способами дезинфекции является то, что при облучении TiO_2 ультрафиолетом не образуются вредные и опасные соединения.

В воздушных фильтрах могут использоваться различные источники УФ-излучения. Выбор источника обуславливается его характеристиками, в том числе спектром излучения, а также конструкционными особенностями фильтра, в который встраивается источник.

Цель работы – исследовать структуру пленки TiO_2 и спектры источников УФ-излучения для их применения в разрабатываемом устройстве очистки воздуха, содержащем фотокаталитический фильтр.

Материалы и методы. Часть разрабатываемого воздушного фильтра, где используется фотокаталитическая очистка, состоит из пластин кварцевого стекла с нанесенным TiO_2 и источника УФ-излучения. Для обеспечения эффективной работы фотокаталитического фильтра необходимо получить оптически прозрачные пленки диоксида титана с кристаллической структурой типа анатаз [2]. Данный тип кристаллического строения возможно получить только методом магнетронного распыления при соблюдении определенных технологических условий. Поэтому в исследовании пленки TiO_2 осаждались на подложки методом реактивного магнетронного распыления. В качестве подложек используются пластины из оптически прозрачного в УФ-диапазоне кварцевого стекла марки КУ-1.

В данном исследовании в качестве источников УФ-излучения использовались УФ-светодиод с заявленной длиной волны излучения 395-400 нм, люминесцентная УФ-лампа Camelion FT8 мощностью 18 Вт и УФ-лампа Nuobi UVC-E27 мощностью 8 Вт и заявленной длиной волны излучения 270-280 нм.

Снятие спектров проводилось с помощью оптического спектрометра Avantes AvaSpec ULS2048L. Его основные характеристики: диапазон измеряемых длин волн 200-1100 нм; время интеграции составляет от 1,11 миллисекунды до 10 секунд. Исследование кристаллической структуры было проведено на многофункциональном дифрактометре RigakuSmartLab (ООО "ЦТТ").

Результаты исследования. Были получены образцы с прозрачной тонкой пленкой диоксида титана. Параметры напыления: $T_{\text{Подложки}} \approx 120^\circ\text{C}$, давление рабочего газа (Ar/O_2 в соотношении 50/50%) $P = 0,5$ Па, мощность магнетронов $W = 4,5$ кВт (напыление с двух магнетронов), время напыления (с вращением подложки) $t = 30$ мин. Толщина пленки

была определена конвертным методом при помощи спектрофотометра и составила примерно 50 нм.

В результате рентгеноструктурного анализа полученной пленки TiO_2 было установлено, что фазовый состав пленки представлен преимущественно кристаллической структурой типа анатаз с незначительным содержанием структуры типа рутил (рис. 1).

Спектры излучения источников представлены спектрами пропускания кварцевого стекла без покрытия и с покрытием TiO_2 для различных УФ-источников. Спектры представлены на рисунках 2-4.

Спектры источников сильно отличаются из-за различий в их принципе работы. Более глубокое ультрафиолетовое излучение с длиной волны менее 350 нм наблюдается у лампы Nuobi. Однако недостатком является то, что при ее работе выделяется озон. Спектр излучения светодиода начинается от 390-395 нм, что недостаточно

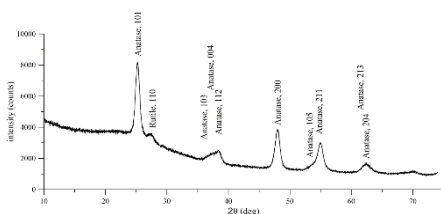


Рис. 1. Дифрактограмма образца пленки TiO_2 , с отмеченными на ней

для эффективной реакции фотокатализа. Однако его преимущество заключается в небольших размерах, что позволяет легко встраивать его в устройство.

По полученным спектрам также можно сделать вывод, что пленка TiO_2 толщиной 50 нм не полностью прозрачная и поглощает часть излучения на всем диапазоне длин волн. Но она практически полностью поглощает излучение с длиной волны до 340 нм, что соответствует теоретическим данным (рис. 4). Поглощение этих длин волн говорит о генерации электронно-дырочных пар в процессе облучения и возможности возникновения фотокаталитической реакции. Вблизи границы 390 нм поглощение не ярко выражено.

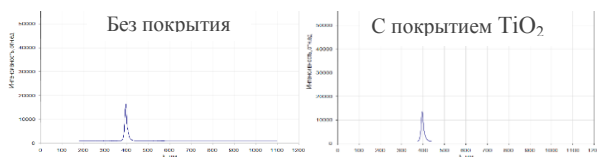


Рис. 2. Спектры пропускания кварцевого стекла для УФ-светодиода

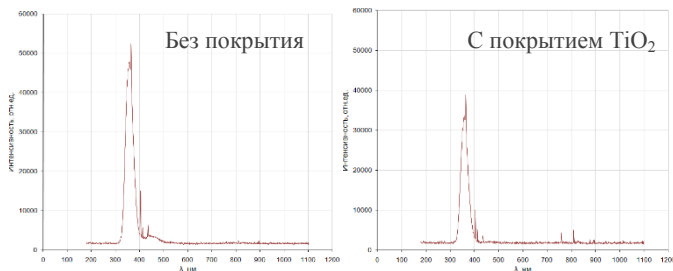


Рис. 3. Спектры пропускания кварцевого стекла для лампы FT8

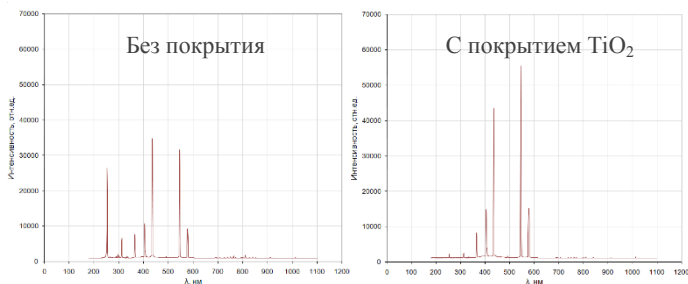


Рис. 4. Спектры пропускания кварцевого стекла для УФ-лампы Nuobi

Вывод. Были получены образцы покрытия TiO_2 . При этом технологические параметры нанесения пленок TiO_2 методом магнетронного распыления обеспечивают кристаллическое строение пленок типа анатаз. Сравнение спектров пропускания кварцевого стекла для различных источников показало, что наиболее эффективны источники, имеющие излучение длиной волны менее 340-360 нм. Однако такие источники требуют усложнения конструкции фильтра из-за выделения озона (УФ-лампы Nuobi) или больших габаритов (лампы FT8). Поэтому для разработки усовершенствованного воздушного фильтра будет проводиться подбор и исследование УФ-светодиодов с необходимым спектром излучения.

Список литературы:

1. Алексеев, И.С. Исследование бактерицидных свойств нанопокровтий на основе диоксида титана / И.С. Алексеев, Н.И. Миклис, С.С. Клименков // Вестник Витебского Государственного технологического университета. – 2012. – № 2 (23). – с.91-94.
2. Степанов, А.Ю. Исследование морфологии и фазового состава тонких пленок диоксида титана / А.Ю. Степанов, А.А. Владимиров, А.Н. Попова, Л.В. Сотникова // Письма о материалах. – 2015. – Т.5. №4. – с.389-393.

Румянцева Дарья Евгеньевна

направление Электроника и нанoeлектроника, гр. ЭиНЭм -11

Научный руководитель

Мороз Андрей Викторович,

канд. техн. наук, доцент кафедры конструирования и производства
радиоаппаратуры

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЧИСТОТЫ ПОВЕРХНОСТИ ПОДЛОЖЕК ПО УГЛУ СМАЧИВАЕМОСТИ

Вот уже на протяжении многих лет такой параметр как «шероховатость» имеет большое значение при производстве подложек и интегральных микросхем. Правильный выбор параметров шероховатости поверхности и методов обработки оказывает серьёзное влияние на качество конструкции и позволяет установить наиболее экономичные методы изготовления деталей.

Для определения чистоты существует множество методик определения, которые позволяют провести качественную оценку поверхности. Для качественной оценки можно рассмотреть методы по углу смачиваемости [1] и фигурам запотевания [2]. Для количественной же метод атомно-силовой микроскопии [3]. Однако, описанные методы требуют специализированного оборудования и высококлассных специалистов. Отсюда следует, что необходимо проанализировать имеющиеся и разработать подходящую систему измерения шероховатости.

Представляемая методика направлена на простое определение количественного контроля чистоты поверхности подложек, без трудозатрат, специализированного оборудования и высококлассных специалистов. Так, данная работа, заключающаяся в разработке количественной методики контроля чистоты поверхности подложки по углу смачиваемости является актуальной.

Целью работы является анализ имеющихся методик измерения шероховатости и разработка системы измерения шероховатости по углу смачиваемости.

Для решения поставленной цели необходимо решить задачи:

- разработка методики нанесения капли на поверхность и ее фотофиксации;

- вывести формулу для замера шероховатости по параметрам смачиваемости;
- оценить относительную систематическую погрешность;
- провести эксперименты, подтверждающие работоспособность предложенной методики.

Методика основана на методе оценки чистоты поверхности по углу смачиваемости. Она заключается в нанесении капли дистиллированной воды на заранее подготовленные и очищенные подложки [4]. Далее происходит фиксация и замер при помощи фотоаппарата таких параметров как: угол смачиваемости, радиус и высота капли (рис.1).



Рис.1. Нанесение капли и замер её параметров

Фиксация происходит в двух направлениях: перпендикулярном и параллельном разделу границы капли и подложке (рис.2). Если измеряемый угол является острым, то данная поверхность чистая. Для сравнения полученных результатов поверхности так же измеряются при помощи атомно-силового микроскопа Ntegra Prima. Наносимые капли должны быть примерно равными по объему, это контролируется измерениями микровесов.



Рис. 2. Изображения капли.

Эксперименты проводились с такими материалами, как: ситалл, стекло, полированный кремний и полированная нержавеющая сталь.

За основу расчета угла смачиваемости легла формула, разработанная Киселевым М.Г. [5] и др. Из нее была выведена формула количественной оценки коэффициента шероховатости (k), который является отношением шероховатости загрязненной подложки ($R_{a3П}$) к шероховатости атомно-гладкой подложки ($R_{aAGП}$):

$$k = \frac{R_{a3П}}{R_{aAGП}} \quad (1)$$

Согласно работе [5], коэффициент шероховатости связан с высотой капли на поверхности (h) и углом смачиваемости (α) и диаметром капли l формулой (2)

$$\sin \alpha = \frac{lhk^2}{\left(\frac{l}{2}\right)^2 k^4 + h^2} \quad (2)$$

Из формулы (2), решив биквадратное уравнение и зная шероховатость атомно-гладкой подложки и параметры капли можно найти шероховатость загрязненной подложки.

Анализ погрешностей измерения капли дают оценку относительной погрешности методики – 3,4 %.

В результате проведенных экспериментов, можно заметить, что в зависимости от степени загрязненности подложки: для шлифованного кремния шероховатость колеблется от $3,6 \pm 0,1$ нм до $4,2 \pm 0,1$ нм; для нержавеющей стали – от $714 \pm 29,1$ нм до $858 \pm 26,2$ нм; для ситалла от $7,9 \pm 0,3$ нм до $8,6 \pm 0,3$ нм; для стекла от $6,9 \pm 0,3$ нм до $8,2 \pm 0,2$ нм. Анализ полученных данных показывает применимость предложенной методики.

Список литературы:

1. По краевому углу смачиваемости. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nplus1.ru/news/2018/07/11/contact-angles> Дата обращения - 08.04.2020
2. По фигурам запотевания. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://findpatent.ru/patent/177/1771532.html> Дата обращения - 08.04.2020
3. Атомно-силовая микроскопия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ckpgene.ru/left/atomno-silovaya_mikroskopiya/ Дата обращения - 07.04.2020.
4. Маркова, Т.В., Шероховатость поверхности: Метод. указания. /Маркова, Т.В., Крыжановская// СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006, 32с.

5. . Киселев, М.Г. Определение краевого угла смачивания на плоских поверхностях / М.Г.Киселев, В.В. Савич, , Т.П. Павич, // Наука и техника. - 2006. - № 1. - С. 38-41.

УДК 62-971

Семикин Алексей Дмитриевич

Направление Электроника и нанoeлектроника (магистр), гр. ЭиНЭм-21

Научный руководитель

Мороз Андрей Викторович

доц, канд. техн. наук кафедры проектирования и производства радиоаппаратуры
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г Йошкар-Ола*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПРОЧНОСТЬ ПРОВОЛОЧНЫХ СОЕДИНЕНИИ, ПОЛУЧЕННОЙ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МИКРОСВАРКИ

Метод соединения микросхем должен удовлетворять следующим требованиям: прочность соединения близка к прочности соединяемых элементов микросхем; минимальное омическое сопротивление соединения; минимально возможные основные параметры процесса соединения (температура нагрева, удельное давление и длительность выдержки), с тем чтобы не повреждались элементы схемы; выполнение соединения материалов разнообразных сочетаний и типоразмеров; после соединения не должно оставаться материалов, вызывающих коррозию; осуществление контроля качества соединений простыми и надежными методами [1].

Ультразвуковая микросварка и комбинированные способы сварки успешно используются при изготовлении гибридных схем, транзисторов и интегральных схем. Основными параметрами процесса при ультразвуковой микросварке являются амплитуда колебаний рабочего торца-инструмента, которая зависит от электрической мощности преобразователя и конструктивного исполнения колебательной системы; усилие сжатия свариваемых элементов; длительность включения ультразвуковых колебаний [2]. Также на параметры микросварки золотой проволокой значительное влияние оказывают постоянная температура рабочей области чистота поверхности, где будет производится монтаж проволочных соединений. Форма сварного соединения и его надежность в сильной степени

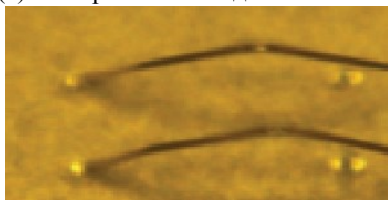
зависит от выбора капилляра, так как площадь сварного соединения уменьшается с уменьшением контактных площадок [3].

При использовании ультразвуковой сварки различают несколько видов соединений: «шарик-клин-шарик», «шарик-клин» и «клин-клин». Соединение вида «шарик-клин-шарик» обладает значительно большей прочностью.

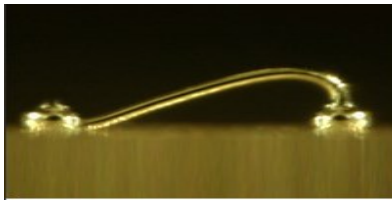
Данный вид микросварки применяют для присоединения кристалла к корпусу, получению межсоединений между кристаллами, выполнения монтажа гибкими проводниками.

Цель работы – исследование влияния температуры на прочность проволочных соединений диаметром 20 и 30 мкм, выполненных из проволоки марки Зл99,99, полученных методом «шарик-клин-шарик» с помощью ультразвуковой микросварки.

В ходе проделанной работы исследованы зависимости прочности проволочных перемычек от температуры при других постоянных параметрах ультразвуковой микросварки: длительность ультразвука, сила прижима, мощность ультразвука. Проволочный монтаж современных приборов требует универсальности и гибкости используемого оборудования [3]. В данной работе использовалась автоматическая установка ультразвуковой микросварки Delvotec G5. Диаметр капилляра выбирался исходя из диаметра проволоки: для проволоки диаметром 20 мкм использовался капилляр 25 мкм, для проволоки 30 мкм использовался капилляр 35 мкм. Для наблюдения повторяемости процесса сварные соединения выполнялись на горизонтальной золотой поверхности с покрытием Зл3-4 мкм. Получены параметры при которых обеспечивалась наибольшая прочность соединения и повторяемость процесса. Контроль качества сварных соединений проводился в две стадии. Сначала визуальный осмотр сварных соединений на соответствие геометрических параметров общим требованиям, затем следовало механическое испытание на отрыв. На рисунке 1 показаны общие виды тестируемых (а) и оторванных соединений (б).



а)



б)

Рис.1. Общий вид тестируемых (а) и оторванных (б) соединений

В таблице 1 представлены параметры ультразвуковой микросварки, которые оставались постоянными.

Таблица 1. Постоянные параметры микросварки

Диаметр проволоки Зл99,99, мкм	Диаметр капилляра	Сила прижима, отн. ед./сН	Длительность ультразвука, мс	Мощность ультразвука, отн. ед.
20	25	35	65	75
30	35	60	75	90

В таблице 2 представлены результаты измерения зависимости прочности проволоки от температуры.

Таблица 2 – **Зависимость прочности проволоки от температуры**

Температура, °С	Прочность проволоки 20 мкм, мН	Прочность проволоки 30 мкм, мН
0	0	0
25	40	75
50	55	64
75	65	64
100	74	85
125	84	125
150	68	165
175	57	160
200	50	144

По данным таблицы 2 были построены графики зависимостей прочности проволоки от температуры и представлены на рисунке 2 для проволоки диаметром 20 мкм (а), для проволоки диаметром 30 мкм (б).

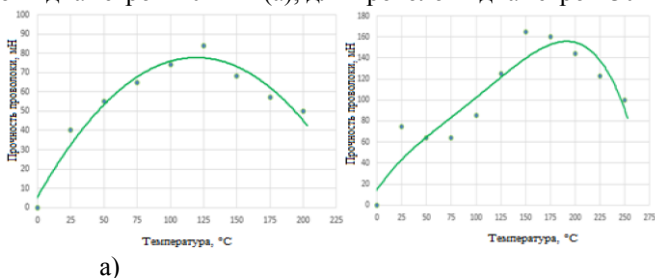


Рис.2. Зависимость прочности проволоки от температуры для проволоки диаметром 20 мкм (а), для проволоки диаметром 30 мкм (б).

Выводы. Получена зависимость прочности проволоки от температуры для проволочных перемычек, выполненных из золотой проволоки диаметром 20 и 30 мкм, полученных с помощью ультразвуковой сварки. Максимальная прочность наблюдается на интервале температур от 110-130°C для проволоки диаметром 20 мкм и от 150-175°C для проволоки 30 мкм. Данная зависимость объясняется тем, что при увеличении температуры увеличивается текучесть проволоки, что позволяет более эффективной передачи УЗ в зону сварки, но при чрезмерном нагреве из-за значительного увеличения текучести проволоки уменьшается эффективность передачи УЗ в зону сварки. При увеличении диаметра график смещается в зону больших температур, это объясняется тем, что для проволоки большим диаметром требуется больше энергии для придания свойства текучести. Полученные данные позволяют провести отработку технологического процесса сварки проводников с учетом их материала и толщины, что способствует дальнейшим исследованиям.

Список литературы:

1. Хорин, И. А. Технологии электронной компонентной базы : учеб. Пособие / И. А. Хорин. – Саратов : IPR Медиа, 2018. – 278 с.
2. Конюшков Г.В. Специальные методы сварки плавлением в электронике : учеб. пособие / Г. В. Конюшков, В. Г. Конюшков, В. Ш. Авагян. – М. : Дашкови К, 2017. – 144 с.
3. Ланин, В.Л. Особенности формирования межсоединений в СВЧ микроблоках / / В.Л. Ланин, А.В. Гусинский, М.С. Свирид, И.Б. Петухов. - Севастопольский государственный университет. - 2017. – С. 882 – 886.

УДК 623.746.-519

Стародубцев Николай Александрович

направление Радиоэлектронные системы и комплексы (специалитет), гр. РСК-61

Научный руководитель

Егошина Ирина Лазаревна,

д-р техн. наук, профессор кафедры радиотехнических и медико-биологических систем
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

ОБРАБОТКА ОБЛАКА ТОЧЕК МЕСТНОСТИ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ LABVIEW

Облако точек — это набор измеренных точек на поверхностях объектов, создаваемые с помощью лазерных сканеров. Наиболее быстрый, полный и достоверный способ сбора пространственно-

геометрической информации о местности и особенно в труднодоступных территориях – это технология воздушного лазерного сканирования.

В настоящее время для сканирования местности активно используют беспилотные летательные аппараты. Высокоточные и производительные воздушные лазерные сканеры весят около 20-60 килограмм с потребляемой мощностью порядка 200-500 Вт, следовательно, такие сканеры невозможно использовать на БПЛА легкого класса. Для уменьшения веса сканера вся аппаратура обработки информации находится на земле, а лазерный сканер только формирует набор облака точек и отправляет на базовую станцию.

Обработка облака точек является сложным процессом, и она требует большую вычислительную и потребляемую мощность. Основной задачей обработки облака точек трехмерной модели местности является получение рельефа, например, для военной топографии. Сейчас для такой обработки используют сложные программные обеспечения, такие как AutoCAD Civil 3D, Credo 3D Scan и другие.

Выполнение некоторых операций над облаками точек позволяет среда программирования LabVIEW. Данная платформа несложна в освоении и имеет инструменты для работы с 3D массивами. С помощью алгоритма триангуляции облака точек в LabVIEW можно получить цифровую модель поверхности местности. Для получения только рельефа местности в LabVIEW можно реализовать фильтрацию строений и растительности по матрице высот. При фильтрации происходит вычисление базисных координат точек с заданным коэффициентом прореживания матрицы высот. При этом происходит удаление, исправление и обнаружение точек, попавших на дома, деревья, машины, ямы и т.п., а также происходит фильтрация случайных выбросов. В результате обработки массив облака точек будет описывать только рельеф местности. Пример рельефа местности, полученный в LabVIEW после фильтрации строений и растительности и алгоритма триангуляции показан на рисунке 1.

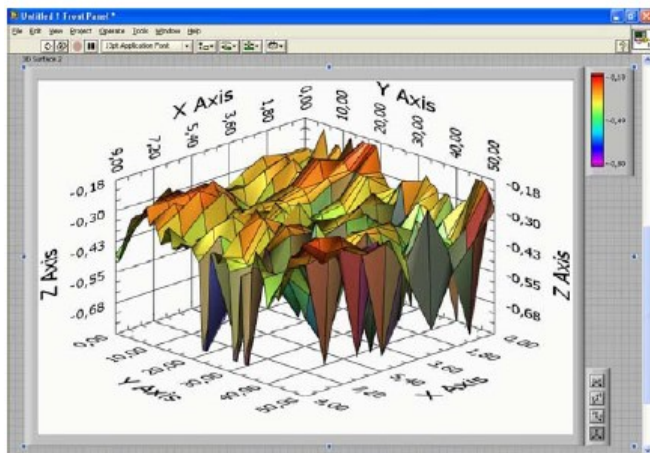


Рис.1 – Цифровая модель рельефа в LabVIEW

Программу, созданную в LabVIEW, возможно переписать, а в некоторых случаях конвертировать в популярные языки программирования, которые можно скомпилировать, например, в программируемую логическую интегральную схему (ПЛИС). ПЛИС может самостоятельно проводить некоторую часть обработки облака точек без участия человека. Благодаря малому весу и низкой потребляемой мощности ПЛИС можно внедрить прямо в лазерный сканер БПЛА, и на землю будет передаваться, например, сразу готовая модель рельефа местности.

Список литературы:

1. Скворцов А.В., Мирза Н.С. Алгоритмы построения и анализа триангуляции. – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2006. – 168 с.
2. Тревис Дж. LabVIEW для всех / Джеффри Тревис: Пер. с англ. Клушин Н.А. – М.: ДМК Пресс; ПриборКомплект, 2005. – 544 с: ил.

Стрельников Алексей Артурович

направление Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(магистратура), гр. ИТСм-11

Научный руководитель

Рябова Наталья Владимировна,

д.ф.-м.н, профессор кафедры радиотехники и связи,
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ И НЕДОСТАТКОВ У
ВЫСОКОБЮДЖЕТНЫХ SDR ПРИЁМНИКОВ**

Цель задачи – описание наиболее профессионально пригодных приёмопередатчиков для работы в прикладных пакетах программ для SDR радиоприёмников, к числу которых относится мощный инструмент моделирования GNU Radio companion.

HackRF, USRP - это все высококлассные устройства, стоимость которых варьируется от \$300 (HackRF) до \$1100-\$10000 USD (USRP 2100/USRP 2950). Они отличаются от RTL-SDR тем, что каждый из них специально разработан для программно-определяемого радио и отвечают требованиям, специфичным для SDR, таким как большая полоса пропускания и обширные возможности передачи.

HackRF разработан Майклом Османном, У Майкла сложилась история разработчика отличного оборудования с открытым исходным кодом для всех желающих. Это наименее дорогое полное обеспечение программно-определяемого радио на рынке. Проводилась работа над изменениями в плате приёмопередатчика для производственного выпуска HackRF на Kickstarter. Кампания HackRF Kickstarter была успешно профинансирована, и модули теперь производятся различными производителями на Западе и в Китае.

USRP предоставляет программно-определяемую ВЧ архитектуру для быстрого проектирования, создания прототипа и развертывания беспроводных систем с настраиваемой обработкой сигналов. Эти устройства могут использоваться для приложений, например, с несколькими входами, несколькими выходами (MIMO), тестовые стенды LTE / WiFi, SIGINT и радарные системы.

USRP (Universal Software Radio Peripheral) – это линейка дорогих универсальных решений для разработки SDR (Software defined radio) систем.

- NI USRP - продукт компании National Instruments, начинается с серии USRP-2900
- USRP Ettus - продукт компании Ettus Research, начинается с серии B200 и B210

Ettus сделали много различных продуктов и модификаций, в том числе и в сфере SDR приёмопередатчиков. Их B210/B200 кардинально отличается от всех их старых продуктов, потому что это одноплатное решение, а не комбинация материнских и дочерних плат, которые используются в National Instruments. B210 также является первой платой Ettus, которая будет полностью способна к 2x2 MIMO, аналогом может являться NIUSRP-2901.

Таблица 1. Сравнение основных характеристик профессиональных DSR.

	HackRF	USRP-2900	USRP-2901
Radio Spectrum	1MHz - 6 GHz	70 MHz to 6 GHz	70 MHz to 6 GHz
Bandwidth	20 MHz	56 MHz	56 MHz
Duplex	Half	Full	2x2 MIMO
Sample Size (ADC/DAC)	8 bit	12 bits	12 bits
Sample Rate (ADC/DAC)	20 Msps	15 MS/s - Burst61.44MS/s	15 MS/s - Burst61.44MS/s
Interface (Speed)	USB 2 HS (480 megabit)	USB 3 (5 gigabit)	USB 3 (5 gigabit)
Open Source	everything	HDL + Code Schematics	HDL + Code Schematics
Cost	\$300	\$1200	\$1700

HackRF и USRP могут настраиваться на огромное количество радиочастотного спектра. Однако оба устройства могут настраиваться до 6 ГГц, позволяя работать даже с верхними границами wi-fi. Версии HackRF, продающиеся современными вендорами и Китаем могут работать на частоте в 1 МГц, за дополнительную плату можно подключить дочернюю плату Ham It Up. Это устройство позволит HackRF работать в диапазоне до 300 кГц.

Следует отметить, что HackRF не способен к полнодуплексной связи в отличие от других плат. Это означает, что для переключения с приема на передачу и наоборот принимается микроконтроллером, но в случае сложных сигналов может занять гораздо больше времени.

NI USRP в своей линейке, как и USRP на базе B210/B200, являются полнодуплексными и не испытывают проблем с двусторонней связью.

В USRP-2901 и B210 имеет два приемника и два передатчика. Это делается для конфигурации ММО 2x2 Цель этого - пространственное разнообразие и многолучевая природа беспроводных сигналов, чтобы передавать больше данных. Наличие пары приемных антенн, взаимодействующих с парой передающих антенн на одной и той же частоте, фактически позволит передавать больше данных. Эта технология реализована в 4G LTE и 802.11 n.

Связь с хостом. Метод связи важен для реализации программно-определяемого радиоприемника, поскольку он определяет, сколько данных может быть передано хосту и может ли они быть переданы надежно. HackRF полагается на высокую скорость USB 2.0, ограничивая пиковую скорость передачи данных в 35 Мбайт/с. Однако, мы имеем больше устройств, чем просто SDR, подключенных к USB-портам, а шина общая для всех устройств в сети. Если вы думаете, что собираетесь хранить свои вычисления SDR на жестком диске USB, вы не правы. Вычисления начнут теряться по мере передачи большего количества данных.

USRP B210/B200, USRP-2900 используют USB 3.0, который способен перемещать 400 Мбайт/с после учета накладных расходов. Этого должно быть более чем достаточно для SDR. Однако если какое-то другое устройство засоряет шину данных USB, это все равно может привести к потере отсчетов, если буферы будут переполнены, однако это будет менее вероятным.

Одна из потенциальных проблем с USB 3.0-это помехи, которые он может вызвать. Intel предупреждает о потенциальных помехах в диапазоне 2,4 ГГц с устройствами USB 3.0 (рисунок 1).

Размер выборки АЦП и ЦАП играет важную роль в том, насколько точной будет ваша выборка. Добавление одного бита эффективно удваивает точность. Таким образом, когда HackRF использует 8-битный ЦАП, а USRP 2900 использует 12-битный ЦАП.

Еще одна проблема с АЦП и ЦАП заключается в том, как быстро они могут брать отсчеты. Чем больше число отсчетов, тем большую пропускную способность они могут обрабатывать. Цифровые сигналы с высокой пропускной способностью, такие как WiFi a/b/g, нуждаются как минимум в 20 Msps АЦП / ЦАП.

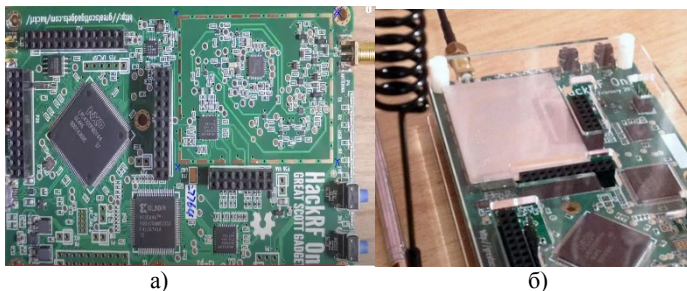


Рис. 1. Применение экранов для подавления внешних помех. А- неэкранированная плата с напаянным пунктиром-макетом. Б- плата с установленным на заводе экраном.

Выводы. HackRF-это отличная платформа для доступа к огромной части радиочастотного спектра по отличной цене. В дополнение к этому платформа обладает открытым исходным кодом. Недостатками этой платы является то, что она не имеет ПЛИС и подключается через USB2. Он также имеет относительно небольшой размер выборки с точки зрения АЦП/ЦАП.

USRP B210/B200 может настраиваться на огромную часть спектра и может обеспечить огромное количество пропускной способности для хоста. Он имеет огромную ПЛИС и быстрое соединение USB3. B210 и 2901 поддерживает 2x2 MIMO.

Список литературы:

1. Официальный сайт HackRF - open source hardware for software-defined radio [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://greatscottgadgets.com/hackrf/>, свободный – (20.10.2020).
2. Опорный видеокурс для начала работы с HackRF [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rtl-sdr.com/hak5-getting-started-hackrf/>, свободный – (20.10.2020).
3. Taylor Killian. SDR Showdown: HackRF vs. bladeRF vs. USRP [Электронный ресурс] /Taylor Killian// Свободный для посещения блог структуры <https://draft.blogger.com> – 2014– Режим доступа: <http://www.taylorkillian.com/2013/08/sdr-showdown-hackrf-vs-bladerf-vs-usrp.html> (20.10.2020)

Сырейщиков Никита Алексеевич

направление Управление в технических системах (магистратура), гр. УИТСм-21

Научный руководитель

Курасов Павел Александрович,

канд. тех. наук доцент кафедры проектирования и производства ЭВС
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОЧНОСТИ ВОСПРИЯТИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ ОБЪЕКТОВ ЧЕЛОВЕКОМ В УСЛОВИЯХ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Актуальность темы – Данную разработку программно-технического обеспечения можно считать актуальной, так как с каждым годом все более ощущается потребность виртуальной реальности в разных профессиях при профотборе специалистов, находящихся в окружении мобильных объектов, например, на транспорте, в авиации и при работе на сборочных линиях. Разрабатываемое программно-техническое обеспечение позволяет развивать у человека восприятие геометрических размеров объектов в виртуальной среде, которое можно применить в физиологической, транспортной, авиационно-космической, спортивной и других областях науки и практики. [1]

Ключевые слова: человек-оператор, зрительная память, математическая модель, эксперимент.

Главная задача исследования — это разработка эффективных методов и средств для точного восприятия геометрических размеров объектов человеком в условиях виртуальной реальности. Удобная модель наглядного представления начального этапа восприятия и обработки информации, постулируемая на сегодня в когнитивной психологии, показана на рис. 1. Сразу подчеркнем, что это лишь модель простой наглядности, а не описания устройства и функционирования мозга и анализаторов человека. Выделение сенсорными системами информации из внешнего физического мира происходит по принципу экономии. Поскольку количество сенсорной информации, непрерывно возбуждающей нашу нейронную сеть, астрономически велико, то для дальнейшей обработки информации когнитивными системами “высшего уровня” отбирается только часть сенсорной информации — структуры 5 и 7 на рис. 1. Для этого выбора необходимо время хранения

информации в системе отбора. Длительность хранения (структура 6 на рис. 1), например, зрительных образов, называемых иконическими, примерно равна 250 мс, длительность хранения слуховых образов, называемых эхоическими, больше — от 250 мс до 4 сек. Время хранения в кратковременной памяти (структура 8 на рис. 1) достигает 10–30 сек. [2]



Рис. 1. Движение информации

Восприятие внешних воздействий (стимулов) состоит из двух этапов. Первый этап - собственно восприятие, т. е. актуальное сенсорное впечатление. Второй этап - воспроизведение, т. е. способность изложить то, что было запечатлено до его стирания. Таким образом, иконическое и эхоическое хранение позволяют отбирать существенную информацию для дальнейшей переработки, ограничивая пропускную способность нашей системы обработки информации. Первичный процесс приема информации описывают термином “ощущение”, связывая его с реакцией анализаторов органов чувств (глаза, уха и т. п.) в результате воздействия на них элементарных видов стимуляции (структуры 2 и 3 на рис. 1). Под “восприятием” понимают следующий уровень переработки информации, в котором участвуют высшие когнитивные механизмы, интерпретирующие сенсорную информацию. Интерпретация наблюдаемых данных зависит от многих сложных когнитивных факторов, в том числе, от предшествующих знаний о мире, от целей наблюдения и т.п. Поэтому восприятие и интерпретация могут не совпадать с объективной реальностью предмета наблюдения. Нужно отметить, что на процесс восприятия и обработки информации оказывают влияние как внешние, так и внутренние шумы: структуры 1 и 4 на рис. 1. На основании представления памяти как информационного процесса разработана математическая модель памяти. [3]

Разработка методики выполнения измерений, проведение экспериментальных исследований. При разработке методики проведения исследования необходимо выделять этап регистрации испытуемого, этап проведения измерений и этап обработки полученных результатов тестирования. Разработка программно-технического обеспечения исследования точности восприятия геометрических размеров объектов человеком в условиях виртуальной реальности будет проходить следующим образом: будет составлена группа для эксперимента (10-15 человек), каждый в порядке очереди будет сначала оценивать размеры без очков VR, затем в очках (среда Unit). При разработке тестовых заданий необходимо использовать специальное программное обеспечение, позволяющее быстро и качественно алгоритмически реализовывать отображение тестовых объектов, проводить статистический анализ полученных результатов. Использование персонального компьютера позволяет обеспечить удобный пользовательский интерфейс для разрабатываемых приложений, проводить статистическую обработку результатов измерений с использованием известных пакетов прикладного программного обеспечения. Так же будут использоваться очки (шлемы) виртуальной реальности - это устройства, в которых непосредственно перед глазами человека расположен дисплей. Однако их применяют не только для просмотра кинофильмов, виртуальных аттракционов и для гейминга, а также и для использования виртуальной реальности в обучении и производстве. Это устройство показывает человеку красивую картинку, создает звуковые эффекты и следит за поворотом головы пользователя, отзываясь на малейшие движения его тела. Алгоритм работы устройства предусматривает регистрацию операторов, проходящих обучение, в базе данных, ведение протокола испытаний и хранение результатов исследований. На этапе регистрации курсанта в базе данных (БД) сохраняется ФИО, возраст, пол испытуемого, наименование учебного заведения, номер студенческого билета. Для выгрузки из базы данных всей информации реализована выгрузка на внешний носитель.

Список литературы:

1. Иванова А.В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения // CPPM. 2018. №3 (108). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-virtualnoy-i-dopolnennoy-realnosti-vozmozhnosti-i-prepyatstviya-primeneniya> (дата обращения: 03.10.2020).
2. Селиванов Владимир Владимирович, Селиванова Людмила Николаевна Виртуальная реальность как метод и средство обучения // ОТО.

2014. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnaya-realnost-kak-metod-i-sredstvo-obucheniya> (дата обращения: 03.10.2020).

3. Зудин В. Л., Потапов Л. Н., Исаев А. Н. Анализ методик определения геометрических размеров изображения при проекции // Вестник ФГОУ ВО МГАУ. 2008. №6-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-metodik-opredeleniya-geometricheskih-razмеров-izobrazheniya-pri-proektsii> (дата обращения: 03.10.2020).

УДК 621.391

И. Т. Таратин, Т.Э. Спиридонова

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ 3Д КАРТ ЗАМКНУТЫХ ПРОСТРАНСТВ В МЕСТАХ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ

Рассматривается аппаратно-программный комплекс для создания 3Д моделей потенциально опасных объектов и объектов с массовым скоплением людей. Их основное назначение – информационное обеспечение органов МЧС России в целях разработки федеральных планов действий по предупреждению и ликвидации ЧС и осуществления экстренного (оперативного) реагирования на чрезвычайные ситуации.

Ключевые слова: *трехмерные карты, инструменты геообработки и геокодирования.*

Taratin I. A., Spiridonova T.E.

HARDWARE AND SOFTWARE FOR CONSTRUCTION OF CARDS 3D CLOSED SPACE IN HAZARDOUS LOCATIONS

We consider a hardware and software package for creating 3D models of potentially dangerous objects and objects with mass gatherings. Their main purpose - information support of the Russian Emergencies Ministry to develop a federal action plan for prevention and liquidation of emergency situations and implementation of emergency (operational) emergency response.

***Key words:** three-dimensional maps, geocoding, and geoprocessing tools.*

Введение. В 2006 году Правительство России утвердило «Концепцию создания и развития инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации».

С учетом развития и совершенствования государственной системы противодействия терроризму, предотвращения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, вызванных террористическими актами, причинами техногенного, природного и иного характера, перехода сил реагирования на возникающие чрезвычайные обстоятельства с использованием современных технологий (электронно-вычислительной техники и систем) в целях качественной подготовки специальных операций по предотвращению и пресечению ЧС, вызванных указанными обстоятельствами, в соответствии с рекомендациями МЧС России от 25.02.2009, на каждый объект (здание, сооружение) разрабатывается в электронном виде трехмерная модель объекта с представлением в формате 3D в качестве приложения на электронном носителе.

Цель работы: Разработка аппаратно-программного комплекса для построения 3д карт замкнутых пространств в местах повышенной опасности.

Решаемые задачи: будут разработаны новые алгоритмы геокодирования для повышения точности 3д моделирования, написание программы с привязкой к программе САПРа.

Техника решения (описание проекта). В комплекс входят квадрокоптер с установленными на него радиолокационным датчиком, устройством управления на базе Raspberry Pi. Возможна установка камеры и другого оборудования и программа для построения 3д моделей, имеющих геопространственную привязку на местности, обменный формат DXF (Autodesk AutoCAD) или формат Autodesk AutoCAD DWG. Также, учитывая места работы робота стоит учесть, что при сборке всего аппарата стоит использовать лёгкий ударопрочный материал из углеводородного соединения, к примеру полистирол.

Выводы. Интеграция 3D моделей потенциально-опасных объектов, объектов массового скопления людей, как, впрочем, и многих других, на основе геоинформационной системы АПК позволяет за сравнительно короткое время обеспечить полноценный сбор, обработку и обмен трехмерными пространственными данными в составе целой сети ситуационных центров и организовать совместную работу различных

групп пользователей в случае возникновения, локализации и ликвидации ЧС. Все необходимые для этого функции и инструменты доступны и могут быть задействованы уже сегодня.

Список литературы:

1. Рекомендации по созданию трехмерных геоизображений (моделей) территорий и объектов жизнеобеспечения, потенциально опасных, критически важных для национальной безопасности, утвержденные заместителем министра Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий 25 февраля 2009 г. № 2-4-60-3-28.

2. Гизатуллин А.Р. Трехмерное моделирование инженерных коммуникаций в ГИС [Текст] / А.Р. Гизатуллин, А.В. Соколова // Межвузовский научный сборник: Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информационных систем. - Уфа: УГАТУ, 2013. - С. 176-185.

3. Ефремова О.А. Применение современных ГИС-технологий для моделирования и прогнозирования аварийных разливов нефти (статья на англ. языке) [Текст] / О.А. Ефремова, Р.З. Хамитов, С.А. Митакович, С.В. Павлов, Г.М. Сайфутдинова // Материалы 5-й Международной научно-практической конференции «Компьютерные науки и информационные технологии». - Уфа, 2003. - Т. 2.

УДК 621.391

И.Т. Таратин

Научный руководитель:

Евдокимов А.О.

к.т.н., доцент кафедры РТиМБС

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

РАЗРАБОТКА АППАРАТА ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЁГКИХ

Цель выполнения проекта: Разработка аппарата ИВЛ в условиях пандемии.

Современные аппараты ИВЛ являются очень дорогостоящими и сложными как в изготовлении, так и в обслуживании. Наш проект будет упрощённой версией и доступным в использовании не только медицинским учреждениям, но и частным лицам.

В условиях пандемии очень востребованы аппараты ИВЛ для пациентов, у которых форма болезни протекает в очень тяжёлом состоянии. В данном проекте представлен упрощённая версия аппарата ИВЛ, но по характеристикам не уступающая обычным аппаратам ИВЛ.

Аппарат искусственной вентиляции лёгких является весьма необходимым аппаратом в период коронавирусной инфекции. Их сложное производство и дороговизна не позволяет в сжатых сроках производить и поставить больницам. Данный вариант является более компактен, более прост в использовании и обслуживании, более бюджетный вариант. Такой вариант будет более оптимальным и доступным обществу, что может улучшить обстановку в больницах.

Большинство аппаратов искусственной вентиляции лёгких производятся на основе промышленных вентиляторов, в следствие чего объём аппарата увеличивается заметно, и обслуживание его усложняется. Наш проект будет разработан на базе компрессора и мешка Амбу, которые используют в реанимации. Стоимость такого аппарата не будет превышать 15-20 тысяч рублей. Такой аппарат искусственной вентиляции лёгких позволит увеличить массовое производство таких приборов и доступность не только в больницах, но и в частных руках.

Аппарат искусственной вентиляции лёгких будет упрощён в использовании, компактен в размерах, по сравнению с основными видами аппаратов ИВЛ. Обслуживание и ремонт не будет требовать особых знаний, все элементы доступны в магазинах или определённых сайтах радиоэлектроники и аптеках.

Существуют аналоги аппаратов искусственной вентиляции лёгких, но являются все косвенными аналогами. Отличие заключается в том, что они напрямую соединены от компрессора кислородной маске, или же не имеют возможности контролировать поток воздуха, плюс элементная база выбрана не самым лучшим образом, в результате чего схемы усложняются в ремонте и обслуживании.

Список литературы:

1. Кассиль В. Л., Выжигина М. А., Лескин Г. С., Искусственная и вспомогательная вентиляция легких — М., 2004
2. Сатишур О. Е. Механическая вентиляция легких – М., 2006
3. Гриппи М. Патофизиология легких (перевод с английского) «Бином» М. 1997

УДК 621.3

Тришина Евгения Валерьевна

направление Электроника и наноэлектроника (магистратура), гр. ЭиНЭм-21

Научный руководитель:

Сушенцов Николай Иванович

к.т.н., доц., зав. каф. конструирования и производства радиоаппаратуры
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»
г. Йошкар-Ола*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ КИСЛОРОДА В
ВАКУУМНОЙ КАМЕРЕ НА ОПТИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНОК ОКСИДА ЦИНКА**

В работе приведены результаты исследований оптических и электрических свойств тонких пленок оксида цинка в зависимости от концентрации кислорода в вакуумной камере при магнетронном распылении. Выявлены зависимости спектров пропускания образцов от длины волны излучения. При помощи четырехзондового метода измерены показатели удельного поверхностного сопротивления.

Актуальность. С развитием технологий и техники все больше вырастает спрос на электроэнергию. Одним из наиболее перспективных направлений является солнечная энергетика. Для обеспечения токосъема в тонкопленочных солнечных элементах применяют прозрачные проводящие оксиды (ППО). Наибольшее распространение среди ППО получил оксид индия, но он обладает высокой стоимостью из-за сложности получения. Кроме того, содержание индия в земной коре составляет примерно 2,5-10% [1]. Альтернативным вариантом может стать применение тонких пленок оксида цинка, которые имеют высокую степень пропускания солнечного излучения, обладают хорошей проводимостью, а также являются хорошо совместимыми с условиями формирования фотоэлектрической структуры [2].

Цель работы: исследовать влияние концентрации кислорода в вакуумной камере на оптические и электрические свойства тонких пленок ZnO.

Методика эксперимента. Для проведения исследований методом реактивного магнетронного распыления было изготовлено 4 образца тонких пленок оксида цинка с различным соотношением рабочего (аргон) и реактивного (кислород) газов в камере. Технологические параметры напыления представлены в таблице 1.

Таблица 1

Технологический параметр	№ образца			
	№1	№2	№3	№4
Материал мишени	Zn			
Рабочий газ	90% Ar	80% Ar	70% Ar	60% Ar
Реактивный газ	10% O ₂	20% O ₂	30% O ₂	40% O ₂
Давление	1 Па			
Температура нагрева подложек	100 °С			
Ток разряда, А	1,0			
Рабочее напряжение	360 В			
Время напыления, мин.	5			
Материал подложек	Стекло марки М-3			
Размер подложек, мм	60x48			

Оптические свойства были исследованы при помощи спектрофотометра СФ-2000. Получены зависимости спектров пропускания тонких пленок оксида цинка от длины волны излучения, показаны на рисунке 1.

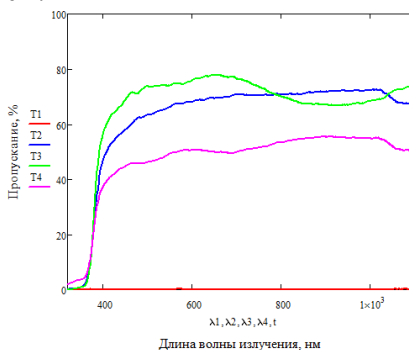


Рис. 3 - Зависимость оптического пропускания тонких пленок оксида цинка от длины волны излучения

В диапазоне длин волн от 190 до 300 нм излучение практически полностью поглощается тонкими пленками оксида цинка [3]. При соотношении газов в камере 90% Ag и 10% O₂ тонкая пленка оксида цинка практически не пропускает излучение. На спектрах пропускания отсутствуют интерференционные максимумы и минимумы, что говорит о слишком маленькой толщине тонких пленок. Наибольший процент пропускания у исследуемых образцов наблюдается при соотношении газов в камере 70% Ag и 30% O₂, и он равен примерно 80%.

Удельное электрическое сопротивление тонких пленок оксида цинка измерялось в системе четырехточечного измерения Jandel RMS-EL-Z при значении тока, равным 1 мА. Результаты измерений представлены в таблице 2.

Таблица 2. № образца	Среднее удельное поверхностное сопротивление, Ом/□
1	264,74
2	323,12
3	463,40

Значение удельного поверхностного сопротивления тонких пленок оксида цинка уменьшается с увеличением концентрации кислорода в рабочей камере, что можно объяснить уменьшением образований Zn в структуре тонкой пленки, который является донорной примесью при напылении нелегированных пленок.

Выводы. В ходе проведения исследований методом реактивного магнетронного распыления были получены тонкие пленки ZnO с различной концентрацией кислорода в вакуумной камере. Получены зависимости спектров пропускания тонких пленок от длины волны излучения. Наибольший процент пропускания наблюдается при концентрации кислорода, равной 70%, и он равен 80%. Измерены значения удельного поверхностного сопротивления образцов. Сопротивление линейно увеличивается при увеличении концентрации кислорода. Исходя из полученных результатов исследований оптических и электрических свойств, можно сделать вывод о том, что соотношение газов в камере 80% Ag и 20% O₂ является оптимальным для получения прозрачных проводящих пленок оксида цинка.

Список литературы:

1. Wei-Hao Chen, Chia-Yueh Chou, Bao-Jhen Li. Conductive and Transparent Properties of ZnO/Cu/ZnO Sandwich Structure // Journal of electronic materials. – 2020. - The Minerals, Metals & Materials Society. – P. 1-7.
2. Тришина, Е.В. Исследование тонких пленок оксида меди и оксида цинка для применения в солнечной энергетике / Е.В. Тришина, Д.Е. Шашин // Девятая Российская студенческая научно-техническая конференция «Вакуумная техника и технология»: материалы конференции (8-11 апреля 2019 г.). – Казань: Изд-во КНИТУ, 2019. – С. 88-90.
3. Тришина, Е.В. Исследование влияния времени напыления на оптические свойства тонких пленок ZnO / Е.В. Тришина // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: материалы IV Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 20-23 ноября 2018 г.): в 8 ч. Часть 3: Новые технологии инфокоммуникаций, радиотехники и электроники для прорывных отраслей промышленности. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018. – С. 18-21.

УДК 654.195.6

Трофимов Сергей Вячеславович

г. Йошкар-Ола, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
направление 11.04.02 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(магистратура), гр. ИТСм-213

Научный руководитель:

Елсуков Алексей Александрович

Доцент, кандидат технических наук

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г.
Йошкар-Ола

**ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ БЕСПРОВОДНОГО
АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА ДЛЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ УСЛУГ
ШВП В ЖИЛОМ КОМПЛЕКСЕ**

Целью настоящей работы является обзор современных систем беспроводного доступа для решения задачи по предоставлению услуг ШВП абонентам в жилом комплексе. Задача стоящая перед современными телекоммуникационными сетями доступа – так называемая проблема «последней мили», предоставление как можно

большей полосы пропускания индивидуальным и корпоративным абонентам при минимальных затратах. В последние годы наблюдается бурное развитие услуг сетей широкополосного доступа. Выбор технологии во многом определяет величину капитальных и операционных затрат оператора на развитие сети, а также, ее последующую эксплуатацию [1].

Актуальность темы: В сетях связи широкополосный доступ займет исключительно важное место, представляя собой одну из фундаментальных составляющих концепции *NGN*. К нему приковано особое внимание операторов связи и разработчиков нового оборудования. Деятельность по предоставлению услуг широкополосного доступа с большой долей вероятности станет новой крупной нишей телекоммуникационного рынка и уже одно это вызывает повышенный интерес к ним как со стороны различного рода инвесторов, так и государственных деятелей, политиков, регуляторов рынка [2].

При рассмотрении проблем широкополосного доступа активно дискутируется вопрос о роли проводных, беспроводных и космических средств связи. По данным маркетинговых исследований, широкополосные беспроводные сети на базе технологий сотовой связи третьего и четвертого поколений, а также технологий *Wi-Fi* и *WiMAX*, обладают сегодня исключительными преимуществами по оперативности развертывания, охвату территории, мобильности, предоставляя во многих случаях не только наиболее эффективное, но иногда и единственно возможное экономически оправданное решение [2].

Существующие системы проводной цифровой связи уже не могут в полной мере удовлетворять растущим потребностям высокоскоростного широкополосного доступа. Важнейшими их недостатками являются длительные сроки прокладки, сложности расширения, высокие затраты, проблема "последней мили". Все эти вопросы решаются в беспроводных технологиях [1].

Для многих синонимом беспроводной связи стало маркетинговое название семейства стандартов *Wi-Fi* (*IEEE 802.11*). Фактически же стандартов для построения широкополосных беспроводных сетей существует больше. Основная их классификация подразумевает разбиение технологий на группы (семейства) в зависимости от масштабов сетей, в которых эти технологии применяются. Так, к принятым стандартам, ориентированным на персональные радиосети (*WPAN*), относится *Bluetooth* (*IEEE 802.15*), обладающий скромной

пропускной способностью и радиусом действия, а также *Wireless USB*, представляющий собой надстройку над технологией сверхширокополосной связи [3]. Группа стандартов *Wi-Fi (IEEE 802.11a/b/g)* предназначена для создания локальных широкополосных беспроводных сетей (*WLAN*), а также для организации публичных хот-спотов. Благодаря скорости передачи данных от 11 до 54 Мбит/с (в зависимости от версии стандарта), а также простоте развертывания хот-спотов, *Wi-Fi* стал оптимальным решением при организации коллективного доступа на ограниченной площади - например, в пределах одного здания. Хотя по меркам крупных населенных пунктов радиус действия беспроводной зоны доступа одной базовой станции 802.11 чрезвычайно мал. Организация единой широкополосной беспроводной сети масштаба города (*WMAN*) *Wi-Fi* не по плечу: в 2001 году для работы на больших расстояниях был разработан и предложен другой стандарт, названный *WiMAX - Worldwide Interoperability for Microwave Access* (международное взаимодействие для микроволнового доступа). В отличие от *Wi-Fi* группа стандартов *WiMAX (IEEE 802.16)* использует более широкий диапазон частот и каналов, в результате скорость передачи данных может достигать 134 Мбит/с. Кроме того, *WiMAX* характеризуется дальностью - расстояние между устройствами может составлять 50 км - причем нет необходимости располагать их в зоне прямой видимости [6].

Каждый из перечисленных видов доступа обладает своими особенностями - они должны быть учтены и предусмотрены при разработке стандартов связи. До недавнего времени *WiMAX* был стационарен: версия, предложенная в 2004 году, оптимизирована для использования в режимах фиксированного и сеансового доступа. Однако с принятием всех необходимых поправок и утверждением 802.16e-2005 проблему поддержки мобильных режимов доступа также удалось решить, в результате *WiMAX* обрел универсальность [5].

Наиболее близкими технологиями являются *WiMAX* и *Wi-Fi*. Эти технологии имеют различные области применения. Одна предназначена для организации небольших беспроводных сетей внутри помещений и построения беспроводных мостов. Другая, технология *WiMAX*, предназначена для организации широкополосной связи вне помещений и для организации крупномасштабных сетей. *WiMAX* разрабатывался как городская вычислительная сеть (*MAN*).

Таблица 1.1 – Характеристики технологий беспроводных систем доступа

WPAN		
IEEE 802.15.3 (Bluetooth v 1.3)	от 11 до 55 Мбит/с	до 100 м
IEEE 802.15.3a (UWB)	100 Мб/с – 1,3 Гб/с	5 – 10 м
WLAN		
IEEE 802.11a (Wi-Fi)	до 54 Мб/с	до 100 м
IEEE 802.11b	до 11 Мб/с	до 100 м
IEEE 802.11g	до 108 Мб/с	до 100 м
IEEE 802.11n	до 300 Мб/с	до 100 м
DECT	70 Кб/с	30-70 м
WMAN		
IEEE 802.16.2004 (fixed WiMAX)	30-40 Мб/с (до 75 Мб/с)	до 50 км
IEEE 802.16e (Mobile WiMAX)	до 40 Мб/с	

Выводы. Исходя из вышесказанного, оптимальной технологией для предоставления услуг ШВП является технология WiMAX. Теоретически технология стандарта 802.16 должна обеспечивать покрытие сигналом площади радиусом до 50 км без прямой видимости. Пропускная способность WiMAX по стандарту составляет порядка 70 Мбит/с. [4].

Сравнивая эти технологии, и их применяемость для целей нашей работы становится понятно, что технологии сетей WPAN нам не подходят. Так как имеют маленькую пропускную способность и маленький радиус действия.

Сети WLAN является технологией, в основном предназначенной для организации небольших беспроводных сетей внутри помещений и построения беспроводных мостов. Технология WiMAX, в свою очередь, предназначена для организации широкополосной связи вне помещений и для организации крупномасштабных сетей.

Беспроводные глобальные сети WWAN. Если сеть *WiMAX* основывается полностью на *IP*-протоколах *IEEE*, то сеть *LTE* более сложна, включает больше протоколов, в том числе проприетарные протоколы *3G* [5].

Список литературы:

1. Телекоммуникационные системы и сети [Текст]: Учебник / Г. П. Катунин, Г. В. Мамчев, В. Н. Попантонопуло. – Н.: ЦЭРИС, 2000. – Т.2. – 623 с.
2. Додд, А. З. Мир телекоммуникаций: Обзор технологий и отрасли [Текст]: / А. З. Додд: Пер. с англ. – М.: ЗАО Олимп-Бизнес, 2002. – 393 с.
3. Берлин, А. Н. Цифровые сотовые системы связи [Текст]. / А.Н. Берлин. - М.: Эко-Трендз, 2007. – 224 с.

4. Системы радиосвязи [Текст]: Учебник для вузов. / Под ред. Н. И. Калашникова. – М.: Радио и связь, 1988. – 352 с.
5. Писарев Ю. Выбор системы фиксированного беспроводного доступа: попытка системного подхода // «Информационные телекоммуникационные сети» (Казахстан). 2003. № 4. – С.6–18.
6. Львович Я.Е. Разработка системы автоматизированного проектирования беспроводных систем связи / Я.Е. Львович, И.Я. Львович, А.П. Преображенский, С.О. Головинов // Телекоммуникации. – 2010. – № 11. – С. 2–6.

УДК 621.396.969.34

Фетищенко Даниил Евгеньевич

Направление Радиотехника (магистратура), гр. РТм-11

Научный руководитель **Егошина Ирина Лазаревна**

доктор технических наук, профессор кафедры радиотехнических и медико-биологических систем

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НА ОСНОВЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Одной из важнейших задач при проектировании беспилотного летательного аппарата (БПЛА) является выбор метода локализации местоположения аппарата на местности. Одним из таких методов является ориентация БПЛА по ключевым точкам.

Целью данной работы является разработка алгоритма локализации местоположения беспилотного летательного аппарата (БЛА), основанного на анализе ключевых признаков изображения и их дальнейшей обработки.

В качестве начальных данных задаётся тестовое изображение, полученное с борта БПЛА, также существует графическая база данных, в которой каждый из снимков привязан к конкретным координатам. Основная задача состоит в том, чтобы сравнить изображение с борта БПЛА и имеющееся в базе изображение с целью получения текущих координат БПЛА. Поскольку целиком изображение с борта БПЛА может прийти с множественными искажениями, такими как групповые помехи, поворот или сдвиг, изменение яркости, разрешения или

масштаба, то алгоритм сравнения изображений должен работать с выделением особых точек, независимых от искажений.

В качестве основного метода сравнения выбирается алгоритм SIFT (scale-invariant feature transform) - масштабно-инвариантная трансформация признаков, который включает алгоритм обнаружения и алгоритм описания. Для нахождения ключевых точек в методе SIFT используется построение пирамиды гауссианов и разностей гауссианов между изображениями смежных уровней. Особые точки выбираются среди экстремумов разностных изображений. Положение экстремума по пространственным координатам и масштабу определяется с субдискретной точностью посредством квадратичной интерполяции. Каждый экстремум подвергается проверкам. Во-первых, выполняется сравнение величины отклика в рассматриваемой точке с порогом, что позволяет снизить чувствительность детектора к искажениям детектора и действию шумов. Во-вторых, не учитываются экстремумы, лежащие на границах объектов. Такие экстремумы могут смещаться вдоль границы, следовательно, также являются нестабильными.

Для вычисления дескриптора особой точки с ней связывают определенное направление. Для этого в окрестности рассматриваемой точки на соответствующем масштабе пирамиды строится специальная гистограмма. Отыскивается направление, соответствующее максимуму гистограммы. Точное положение максимума определяется при помощи квадратичной интерполяции по ближайшим столбцам. Эту величину принимают за направление, связанное с данной особой точкой. Далее формируется квадратное окно, центр которого располагается в рассматриваемой особой точке, а ориентация совпадает с сопоставленным ей направлением. Окно равномерно разбивается на регионы, в каждом из которых вычисляется гистограмма, аналогичная той, что использовалась для определения направления в особой точке, но с меньшей разрядностью.

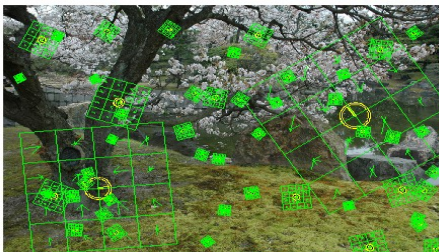


Рис. 1 – Пример изображения с выделением особых точек

Для формирования дескриптора задаются правилом обхода регионов и последовательно выписывают отсчеты соответствующих гистограмм. Таким образом, привязка дескриптора к определенному уровню гауссовой пирамиды обеспечивает инвариантность к изменению масштаба, а использование направления, связанного с особой точкой, – к повороту изображения.

В целом, алгоритм работы системы SIFT сводится к следующим этапам:

- Вычисление дескриптора изображения-запроса;
- Расчет оценки степени сходства двух дескрипторов посредством нормированного скалярного произведения. Выбор данной —метрики обусловлен возможностью достаточно быстрого ее вычисления –в режиме реального времени.
- Находятся соответствующие точки (интереса) на изображении-запросе и изображении-результате распознавания, становится возможным оценить текущие географические координаты БЛА, так как все изображения рабочей БД геопривязаны.

Вывод: в ходе работы проведен анализ современного состояния и тенденций развития методов и алгоритмов анализа и оценки для решения схожих задач для определения координат БПЛА на основе подстилающей поверхности. Проанализированы известные алгоритмы, позволяющие распознавать и выбирать из базы данных изображений наиболее похожие на предъявленное, наиболее эффективным из которых является метод SIFT. Был проведен анализ метода и определена последовательность этапа для функционирования алгоритма.

Список литературы:

1. Б.В. Казбеков, Н.А. Максимов, И.С. Пуртов, Д.П. Синча. Локализация местоположения БЛА на основе распознавания изображений подстилающей поверхности // Научно-технический вестник Поволжья. № 5 2011г. – С. 157
2. Б.А. Алпатов, В.С. Муравьев, В.В. Стротов, А.Б. Фельдман. Исследование эффективности применения алгоритмов анализа изображений в задаче навигации беспилотных летательных аппаратов // Цифровая Обработка Сигналов. №3 2012г. – С. 82

Хангельдиев Бегенч Бердимыратович
направление Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(магистратура), гр. ИТСм - 21

Научный руководитель
Зув Алексей Валерьевич,
к-т техн. наук, доцент, заместитель декана радиотехнического факультета по
НИР и НИРС
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАГНИТНЫХ БУРЬ НА ИОНОСФЕРУ ПО ДАННЫМ РЕФЕРЕНЦНЫХ СТАНЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗА 2019 ГОД

Цель работы – оценить влияние магнитных бурь разной силы и длительности на полное электронное содержание ионосферы.

Ионосфера - это оболочка из электронов и электрически заряженных атомов и молекул, которая окружает Землю и простирается от высоты примерно 50 км до более 1000 км. Таким образом, ионосфера является уникальной средой для эффективного выделения и изучения возмущений различной природы. В самом деле, появление в ионосфере неоднородностей приводит к изменению условий распространения радиоволн, используемых для исследовательских, связанных и навигационных приложений. Ионосфера существует в первую очередь за счет ультрафиолетового излучения Солнца. Ионосферные неоднородности, возникающие в околокосмическом пространстве, становятся причиной сбоев при определении координат в точке приема сигнала навигационных спутников. Этим и обуславливается **актуальность работы** выбранной темы.

С развитием ракетной техники и с наступлением космической эры — эры искусственных спутников Земли (ИСЗ) и других космических аппаратов, появилась возможность непосредственного измерения параметров околоземной космической плазмы, нижней частью которой и является ионосфера.

Эти исследования существенно расширили познания об околоземном космическом пространстве. Установлено наличие плазменной оболочки Земли, называемой магнитосферой, так как она обязана своим существованием магнитному полю Земли, и подтверждено существование солнечного ветра — постоянно

существующего потока заряженных частиц, испускаемых Солнцем. Этот поток как бы «обдувает» Землю, и под влиянием геомагнитного поля заряженные частицы солнечного ветра отклоняются в сторону полюсов, обтекая и частично подпитывая магнитосферу [4].

Измерения электронной концентрации, проводимые с борта специально запускаемых ракет и по трассам полетов ИСЗ, подтвердили и уточнили полученные ранее радио методами с земной поверхности данные о структуре ионосферы, распределении содержания электронов с высотой над различными районами Земли и позволили получить значения электронной концентрации выше главного максимума — слоя F. А это невозможно было сделать ранее применявшимися методами зондирования с наблюдениями отраженных коротковолновых радиоимпульсов [1].

Запуски ИСЗ, предназначенных специально для изучения ионосферы, позволили в последние годы получить богатейшую информацию о состоянии и поведении ионосферы по всему земному шару.

Обнаружено, что в некоторых районах земного шара существуют достаточно устойчивые области с пониженной электронной концентрацией, регулярные «ионосферные ветры», в ионосфере возникают своеобразные волновые процессы, переносящие местные возмущения ионосферы на тысячи километров от места их возбуждения, и многое другое [3].

На первом этапе анализа вариаций ПЭС были определены базовые референционные станции, на основе данных которых были проведены исследования. Для описания и анализа вариаций файлов dat для городов были получены суточные вариации при спокойных днях, магнитных бурях и солнечных вспышках для сезонов зима, весна, лето и осень 2019 года. Для этого были отобраны данные за 2019 год. Характеристика дней выборки производилась при помощи Лаборатории рентгеновской астрономии Солнца, ФИАН. После проведенного исследования были построены трехмерные графики, по которым определен сезон, когда ионосфера была наиболее активна.

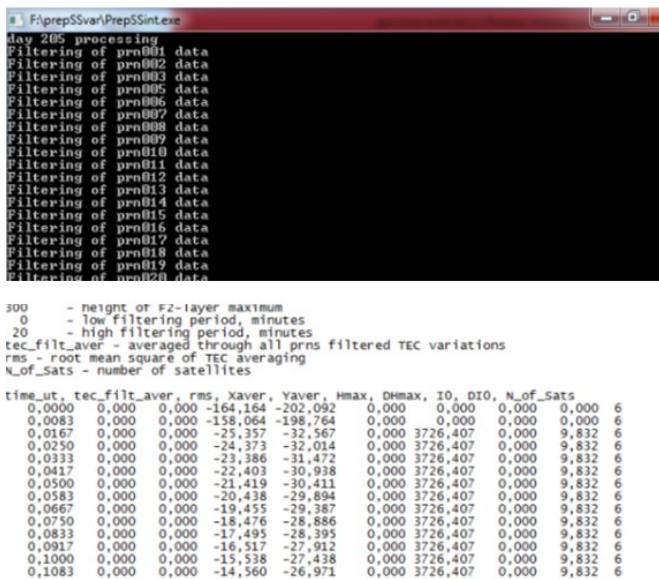


Рис. 1. Диалоговое окно prepSSvar и обработанные данные

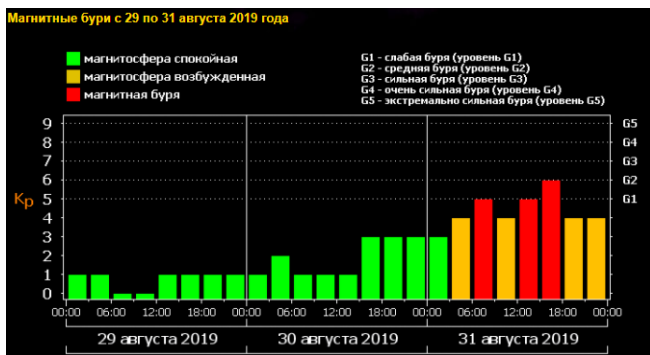


Рис. 2. Пример отображения данных магнитных бурь

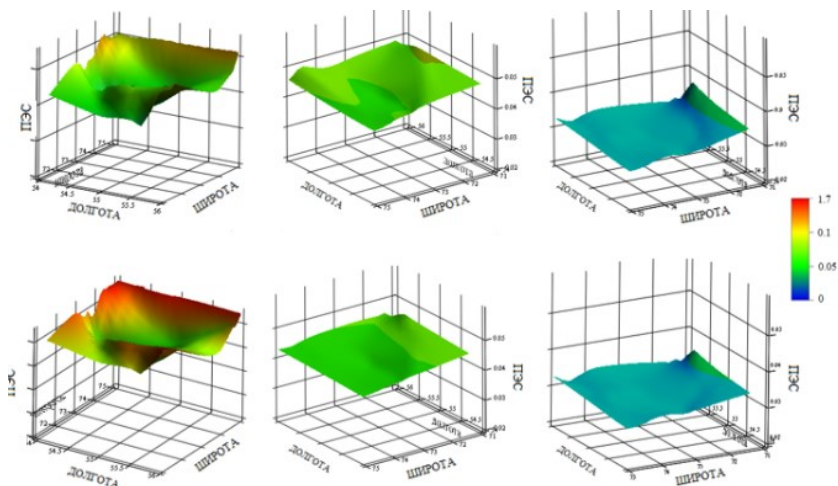


Рис. 3. Результат исследований в графическом виде

Выводы. Проанализировав широтные зависимости максимальных значений ПЭС ионосферы от солнечных вспышек и магнитных бурь в сутки за 2019 год, было замечено, что наибольшее влияние магнитных бурь на ионосферу происходит в осенний период на широте 54° в городах I группы (Омск, Уфа, Саранск). Наименьшее влияние происходило в зимний период на широте 51° в городах II группы (Оренбург, Саратов, Воронеж).

Список литературы:

1. Афраймович Э.Л., Перевалова Н.П. GPS - мониторинг верхней атмосферы Земли. Иркутск, СО РАМН, 2006. – 480 с.
2. Бабак В. П. Спутниковая радионавигация. / В. П. Бабак, В. В. Конин, В. П. Харченко – К.: Техника, 2004. – 328 с.
3. Ионосфера и ее изучение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.qrz.ru/solar/articles/ionosfera.shtml> - Дата обращения 30.09.2020.
4. Калугин, Е. Н. Помехоустойчивость перспективных сигналов спутниковых радионавигационных систем. / Е. Н. Калугин - Современная электроника. - 2007. - № 9 - с. 38-41.

Чекушкин Алексей Витальевич

направление Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(магистратура), гр. ИТСм-21

Научный руководитель

Рябова Наталья Владимировна,

д-р физик-математических наук, профессор кафедры радиотехники и связи
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г.Иошкар-Ола*

ПРИМЕНЕНИЕ ГЛОНАСС В РЕШЕНИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ЗАДАЧ.

Цель работы – обзор и оценка применения отечественных и зарубежных навигационных систем в решении телекоммуникационных задач.

В настоящее время в мире всё активнее используются Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) ГЛОНАСС и GPS. Эти системы применяются в самых различных областях человеческой деятельности, начиная от приложений для решения важных научных задач до сферы развлечения и потребительских услуг. Этой теме посвящено огромное количество литературы как зарубежных, так и российских авторов, в которой подробно рассмотрены структура, принципы функционирования и области применения классических ГНСС. Но не стоит забывать о том, что до появления этих систем радионавигация прошла долгий путь своего развития и о перспективах и проблемах, которые видятся в ближайшем будущем. Наряду с глобальными спутниковыми системами, в последнее время стали развиваться региональные спутниковые системы, охватывающие навигационным полем некоторые локальные регионы Земли. Примером таких систем являются японская квазизенитная система QZSS и индийская IRNSS.

В большинстве случаев термин GPS или ГЛОНАСС ассоциируется у нас с навигацией в пространстве. В путешествиях, командировках, да и в своём городе благодаря спутниковому навигатору можно без труда найти путь к конкретному месту с точностью до нескольких метров. Но приёмниками GPS/ ГЛОНАСС оборудованы также и сотовые станции.

Так как для качественного обслуживания абонентов вся сотовая сеть должна быть засинхронизирована, то есть элементы должны работать в такт друг с другом.

На практике это означает, что часы на всех сотовых станциях и центральных элементах должны быть синхронны, иными словами, показывать одинаковое всемирное точное время. А так как передача данных в современных сотовых сетях осуществляется на очень высоких скоростях, то и синхронность должна быть обеспечена до миллисекунд.

Все элементы сотовой сети должны работать синхронно по времени.

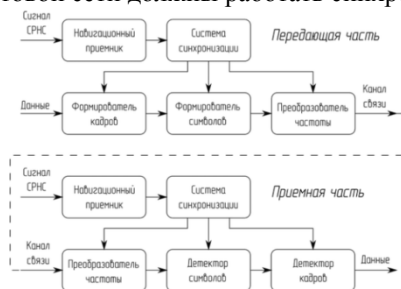


Рис. 1. – Структурная схема синхронизированной системы связи

В эпоху 2G, когда транспортные сети, связывающие станции друг с другом, строились на временном разделении проблем в синхронизации не было. Сама кадровая структура потока позволяет обеспечить достаточно точную синхронизацию. Но этот метод передачи не эффективен и уходит в прошлое. Сейчас подавляющее большинство объектов связано по IP-протоколу где уже нет четкой кадровой структуры. Эффективность как раз и достигается за счёт возможности передавать в любое время. Это нужно для минимизации задержек и максимального использования всего ресурса.

Навигационные приемники передающей и приемной части системы связи служат для определения координат местоположения устройств и синхронизации шкал времени. Определение координат местоположения устройств позволяет вычислить расстояние между передатчиком и приемником системы связи, рассчитать и учесть задержку на распространение сигнала (другим способом определения этой задержки является способ автоматической калибровки, когда передатчик излучает в определенные моменты времени сигнал-маркер, а приемник производит оценку задержки этого сигнала по всемирной шкале времени).

Кроме того, при связи с движущимися объектами, приемник СРНС выдает данные о векторе скорости объекта, что позволяет учесть в системе синхронизации эффект Доплера. Но и в случае с IP-сетями можно обеспечить достаточную синхронизацию для работы сетей

сотовой связи, в том числе и 4G. Ответ в специальном протоколе синхронизации времени IEEE1588. Принцип его работы основан на отправке специальных широковещательных синхронизационных пакетов от главного сервера, которые распространяются между всеми элементами сотовой сети. По этим пакетам подстраиваются часы на каждой из станций.

Но есть некоторые задачи, требующие сверхточной синхронизации, например, когда один и тот же частотный спектр используется сетями разных поколений одновременно. В этом случае и используют GPS\ГЛОНАСС-приёмники, которые кроме функции определения местоположения выполняют также функцию синхронизации. Таким образом, сигналы GPS\ГЛОНАСС нужны сотовым станциям для синхронизации. В этом случае спутник используется в качестве единого задающего источника, по которому уже подстраиваются все станции.

Использованием GPS-синхронизации достигается наивысшая степень точности. Кроме того, этот способ лишён недостатков, связанных с нарушением работы элементов наземной инфраструктуры, например, промежуточных маршрутизаторов или линий связи.

Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) изначально были запланированы для использования в военных целях. В дальнейшем эти системы стали применяться для гражданских целей и используются в настоящее время для навигации по всему миру.

В настоящее время в системах связи 3G,4G и цифрового телевидения используется пакетная передача данных, а наиболее распространенной технологией является мультиплексирование (уплотнение) с ортогональным частотным разделением (OFDM Orthogonal Frequency Division Multiplexing). OFDM. В связи с ростом количества абонентов современные системы беспроводной связи должны обеспечивать прием информации в сложной помеховой обстановке. При этом высокое качество работы цифровых систем связи должно обеспечиваться при высоких скоростях передачи информации и высоких скоростях движения абонентов. В таких условиях особое место занимают вопросы частотной и временной синхронизации, а также задачи моделирования сетей мобильной связи без построения опытных зон.

Выводы. Спутниковая навигация имеет самое широкое практическое применение. В частности, она используется в навигаторах, где привязана к электронным картам. Такая привязка позволяет не только определять координаты местонахождения абонента, но и планировать маршрут передвижения в соответствии со способом перемещения и другими исходными требованиями. Многие модели

мобильных телефонов оснащены спутниковыми навигаторами. Сочетание мобильной связи с системой глобального позиционирования привело к созданию новой вспомогательной технологии — А-ГНСС (Assisted ГНСС), которая предполагает использование сетей мобильной связи для улучшения качества работы базовой системы позиционирования.

Список литературы:

1. Андрей Кашкаров. Система спутниковой навигации ГЛОНАСС. М.: «ДМК-Пресс», 2018. [Электронный ресурс] режим доступа <https://www.labirint.ru/books/617383/> Дата обращения 18.09. 2020
2. Суворов Е.Ф. Летопись зарождения, развития и первых шагов реализации идеи отечественной спутниковой системы. М.: «Кучково поле» 2014. [Электронный ресурс] режим доступа <https://www.labirint.ru/books/441707/> Дата обращения 18.09. 2020
3. Власов И.Б. Глобальные навигационные спутниковые системы. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. [Электронный ресурс] https://www.studmed.ru/vlasov-i-b-globalnye-navigacionnye-sputnikovye-sistemy_57f4187c301.html Дата обращения 18.09. 2020

УДК 621/398

Чекушкин Алексей Витальевич

направление Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(магистратура), гр. ИТСм-21

Научный руководитель

Чернышев Александр Юрьевич,

кандидат технических наук, доцент кафедры радиотехники и связи
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

АППАРАТУРА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ДЛЯ КОМПЛЕКСА С БПЛА.

Цель работы - реализация аппаратуры передачи данных (АПД), с повышенными специальными требованиями.

Как правило, специфика применения комплексов с БПЛА диктует следующие требования к АПД :

- высокие (десятки Мбит/сек) скорости передачи информации в прямом канале;
- минимальные задержки в канале (работа в режиме реального времени);

- возможность работы в сложной электромагнитной обстановке (помехозащищенность);
- возможность обеспечивать максимально-скрытную радиосвязь (разведзащищенность);
- ограничения на потребляемую мощность АПД БПЛА, от которой непосредственно зависит время автономной работы БПЛА;
- возможность использования на БПЛА смарт-антенн для увеличения скрытности и энергоэффективности радиоканала;

Для комплексов с БПЛА, в которых в качестве полезной нагрузки используется аппаратура радиоразведки (РР) **актуально** отдельно отметить требование электромагнитной совместимости (ЭМС) АПД с аппаратурой РР. Требование ЭМС может выполняться частотным разнесением АПД и аппаратуры РР, либо их поочередной работой [1].

Анализ перечисленных специфических требований к АПД показывает, что практическая реализация такой аппаратуры невозможна на базе известных стандартов связи (Bluetooth, Wi-Fi, WiMAX, DVB-T и др), использующих открытые протоколы.

Серьезными препятствиями к использованию открытых протоколов связи, являются:

- низкая информационная безопасность канала связи (криптостойкость);
- низкая имитостойкость (устойчивость к имитационной помехе, имеющей одинаковую с полезным сигналом структуру, что затрудняет ее обнаружение);
- отсутствие скрытных и помехозащищенных режимов работы.

Все вышеперечисленное говорит о том, что АПД для комплексов с БПЛА должна быть специализированной. Практический опыт разработки АПД и анализ тенденций развития мировой индустрии в этой области показывает, что при построении АПД для комплексов с БПЛА перспективной является технология ортогонального частотного уплотнения (Orthogonal Frequency Division Multiplexing – OFDM) в сочетании с различными методами адаптации канала радиосвязи к изменяющимся условиям эксплуатации (помеховая обстановка, условия распространения).

Причина этого заключается в ряде особенностей, которые делают технологию OFDM привлекательной для построения специализированной АПД различного назначения, в том числе и комплексов с БПЛА, а именно:

- высокая спектральная эффективность, обусловленная почти прямоугольной формой огибающей спектра при большом количестве поднесущих;
- простая аппаратная реализация: базовые операции реализуются методами цифровой обработки;
- устойчивость к межсимвольной интерференции и интерференции между поднесущими;
- возможность применения различных схем модуляции для каждой поднесущей [3].

Как правило на практике технология OFDM реализуется на ЭКБ импортного производства. Недостатками реализации технологии OFDM на импортной ЭКБ являются:

- риск снятия ЭКБ с производства;
- риск запрета поставок ЭКБ в РФ;
- необходимость проведения сертификационных испытаний и спецпроверок каждой партии ЭКБ;
- ограниченность ТТХ.

Современные тенденции развития рынка микроэлектроники и телекоммуникаций диктуют разработку и применение так называемых «систем на кристалле» (System-on-Chip – SoC). Под устройствами класса «система на кристалле» (СнК) в общем случае понимаются устройства, на едином кристалле которых интегрированы один или несколько процессоров, функциональных устройств, некоторый объем памяти, ряд периферийных устройств и интерфейсов [3].

Используемая в АПД для БПЛА отечественная система на кристалле «Каскад1» совмещает в себе производительный сетевой процессор стандартной архитектуры x86, аппаратную реализацию высокоскоростного OFDM-модема, криптомодуль по ГОСТ 28147-89, а также ряд вспомогательных IP-блоков. СнК изготавливается по технологическим нормам 65 нм, что позволяет производить ее в России. Основные характеристики СнК приведены в таблице 1, а ее структурная схема на рисунке 1.

Из данных, приведенных в таблице 1 и на рисунке 1 видно, что функциональные возможности СнК соответствуют характеристикам, предъявляемым к современным системам цифровой радиосвязи. Выбор архитектуры процессорного ядра x86 обоснован ее большой распространенностью применения, что позволяет использовать СнК как самостоятельный контроллер общего назначения, причем с характеристиками производительности сравнимыми с современными контроллерами на базе ARM архитектуры.

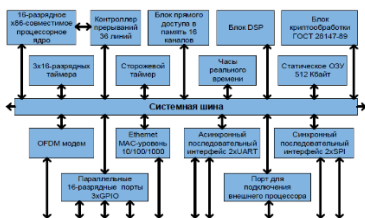


Рис. 1. Структурная схема СНК «Каскад1»

Таблица 1. Основные характеристики СНК «Каскад1»

Параметр	Значение
Сетевой процессор	
Архитектура ядра	x86
Среднее число тактов на команду	1
ОЗУ	Внутреннее 512 Кбайт
Максимальная тактовая частота ядра процессора	500 МГц
Максимальная скорость шифрования по алгоритму ГОСТ 28147-89	400 Мбит/с
Максимальная скорость передачи по интерфейсу Ethernet	1000 Мбит/с
Сериальные интерфейсы	UART, SPI, GPIO
Контроллер прямого доступа к памяти	16 каналов
Программное обеспечение	Монитор, TASM, MASM, Borland C, Open Watcom 1.9
OFDM модем	
Максимальная полоса сигнала	56 МГц
Минимальная полоса сигнала (определяется допустимой задержкой в канале не более 100 мс)	15 кГц
Вязь OFDM	256
Манипуляция поднесущих	BPSK, QPSK, QAM16, QAM64 (адаптивно)
Помехоустойчивое кодирование	Reed-Solomon + Viterbi
Переमेжевание	Двуэксцентричное
Работа в движении	До 100 км/ч
Объем	
Технологические нормы	65 нм
Энергопотребление при максимальной вычислительной нагрузке	770 мВт
Криптомодуль	ГОСТ 28147-89
Корпус	BGA-256 пластиковый корпус, металлокерамический корпус

OFDM-модем в составе СНК представляет собой основу цифровой части аппаратуры радиосвязи, в которой реализованы модуляция/демодуляция OFDM с 256 поднесущими, манипуляция поднесущих методами BPSK, QPSK, QAM16 и QAM64, помехоустойчивое кодирование/декодирование (алгоритмы Reed-Solomon и Viterbi) и перемежение/деперемежение.

Наличие в составе СНК криптомодуля стандарта ГОСТ 28147-89 позволяет выполнить требование по шифрованию данных в канале связи, с минимальной задержкой на обработку, что является чрезвычайно важным параметром, особенно для БЛА радиоразведки.

Выводы. Таким образом, использование отечественной СНК «Каскад1», реализующей функции сетевого процессора, OFDM-модема

и криптомодуля позволяет унифицировать АПД для БЛА и АПД для пункта управления; обеспечить высокие эксплуатационные характеристики и снизить зависимость от поставок иностранной ЭКБ, что соответствует базовым положениям программы импортозамещения ключевых компонент электронной элементной базы при разработке ВВСТ [2].

Список литературы:

1. Акимов, В. Н. Радиомодемы диапазонов VHF/UHF в задачах охраны и мониторинга объектов / В. Н. Акимов, А. И. Бабин, А. О. Шорин // Спецтехника и связь. — 2009. — № 1. — сс. 50 – 58.
2. А.В.Архипкин , Система на кристалле "Каскад-1" для создания аппаратуры радиосвязи специального и гражданского назначения //, Труды конференции «Телекоммуникационные и вычислительные системы» в рамках Международного форума информатизации МФИ-2016, Москва, 2016, сс .106-108.
3. Сартаков, А. О выборе радиомодема для производственно-технологических сетей сбора данных и дистанционного управления / А. Сартаков // Беспроводные технологии — 2005. — № 1. — С. 48 – 50.

УДК 519.876.5

Черевичко Иван Петрович

направление радиоэлектронные системы
и комплексы(специалитет), гр.РСК-51

Научный руководитель

Баев Алексей Александрович,

заведующий кафедрой РТиМБС, к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ RGB СВЕТОДИОДА С ШИМ

Цель работы – реализация программы регулирования RGB светодиода с использованием ШИМ на языке программирования C для дальнейшего анализа на микроконтроллере.

ШИМ — это принцип управления, который плавно регулирует результат работы того, что умеет только включаться и выключаться.

Например, светодиодная лента. Мы хотим иметь возможность регулировать яркость свечения ленты, но принцип работы светодиодов таков, что они либо светят на номинальную яркость, либо не светят

вообще. Лента, при подаче напряжения, мгновенно загорается, а если напряжение пропадет, то мгновенно гаснет. Мы можем подать напряжение на ленту на короткое время, потом убрать, потом снова подать, потом снова убрать. И делать это необходимо очень быстро: подаём на 20 миллисекунд, затем убираем на 20 миллисекунд, затем снова подаём на 20 миллисекунд. В таком случае глаз человека не будет замечать мерцание ленты, а будет видеть только, что лента светит ровно вдвое тусклее, чем постоянно включенная. Таким образом, мы получаем возможность регулировать яркость ленты, меняя промежутки времени, когда на неё подаётся питание.

В качестве программы для симуляции нашего устройства воспользуемся программной средой «Proteus», так как в ней наиболее точно удастся указать реализацию работы RGB светодиода. Данная среда проста в реализации, позволяет наиболее точно следить за работой радиоэлементов и также по схеме, собранной в ней, можно точно реализовать данную модель в жизни, без особых на то проблем.

Алгоритм работы состоит из следующих этапов:

- 1) Подаём питание на схему, диод D4 указан для того чтобы точно знать, что на схему подается питание.
- 2) Сделаем некое «переливание» цветов в следующем порядке: красный цвет переходит в зеленый, зеленый в синий, синий в красный и так в вечном цикле.
- 3) Кнопку будем использовать для управления, поступающего и проходящего через наш RGB светодиод ток, тем самым мы регулируем яркость наших светодиодов.

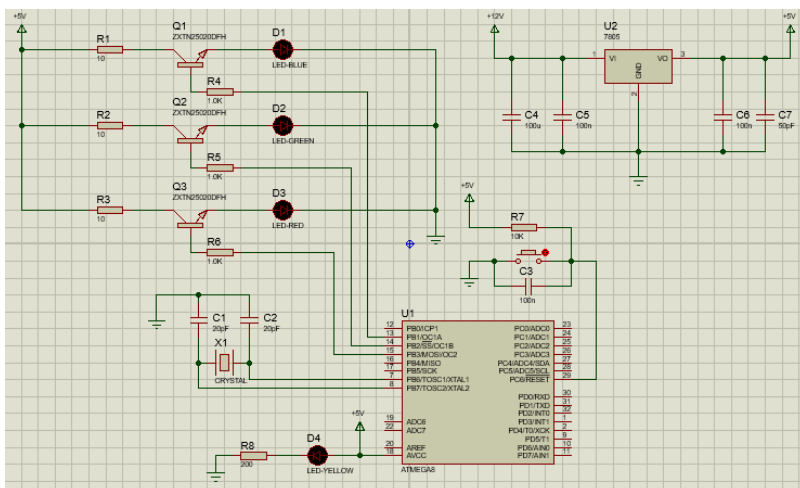


Рис. 1 – схема устройства, построенная в «Proteus»

Дальше мы подадим питание и рассмотрим переход от цвета к цвету или проще говоря «переливание» цветов. Цикл будет происходить вечно, но мы рассмотрим насколько точно он делает переход.

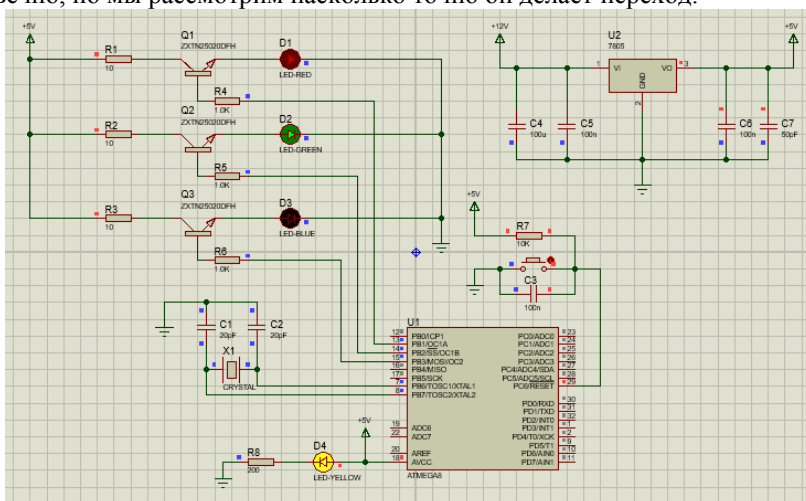


Рис. 2 – переход красного в зеленый

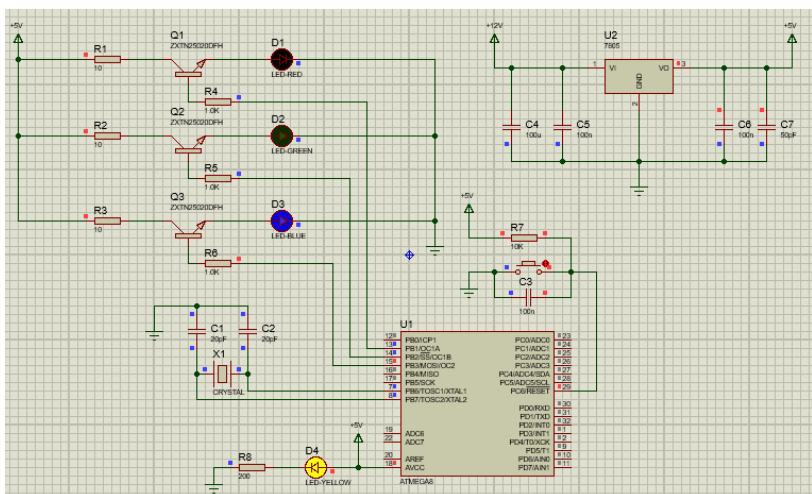


Рис. 3 – переход зеленого в синий

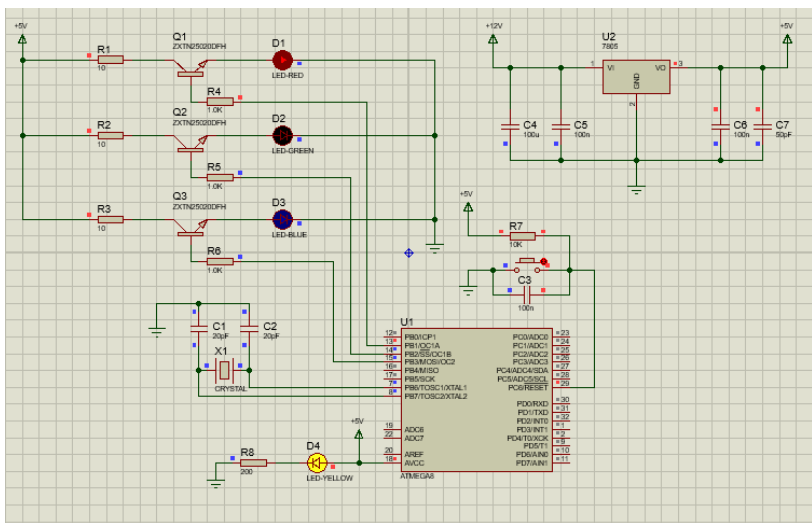


Рис.4 – переход синего в красный

Выводы. Разработанная схема позволяет создать устройство, которое, в свою очередь, представляет из себя RGB светодиод с аппаратным ШИМ, оно также позволяет регулировать поступающий ток, тем самым меняя яркость на кристалле светодиода.

Список литературы:

1. Что такое ШИМ – максимально просто [Электронный ресурс] URL: <https://home-matic.ru/2019/11/что-такое-шим-максимально-просто/> (Дата обращения 20.06.2020)
2. Широотно Импульсная Модуляция (ШИМ, PWM) – DRIVE2 [Электронный ресурс] URL: <https://www.drive2.ru/b/2558797/> (Дата обращения 20.06.2020)
3. Гайд по адресной светодиодной ленте [Электронный ресурс] URL: https://alexgyver.ru/ws2812_guide/ (Дата обращения 19.06.2020)

УДК 007.51

Черепанов Андрей Александрович

г. Йошкар-Ола, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный
технологический университет»,
направление Управление в технических системах (бакалавриат),
гр. УиТС-31

Научный руководитель:

Курасов Павел Александрович

к.т.н., доц. каф. ПиП ЭВС

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

**АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ГЕНЕРАЦИИ СИГНАЛОВ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Аннотация. В статье описана разработка усовершенствованного аппаратно–программного комплекса симуляции задач управления технологическим оборудованием. Перечислены основные возможности и преимущества лабораторного стенда.

Ключевые слова: лабораторный стенд, программируемый логический контроллер.

Актуальность исследования. В результате роста научно-технического прогресса от студентов, выпускников и рабочих требуется постоянное развитие теоретических знаний и практических навыков. Данный проект позволит усовершенствовать существующие стенды и симулировать работу технических процессов для обучения. Такие стенды позволят быстрее и легче получать теоретические знания о процессах и практические навыки по управлению. [1]

Цель работы: разработка аппаратно-программного комплекса для симуляции задач управления технологическим оборудованием, который

позволит улучшить качество обучения специалистов по автоматизации производства и расширит функциональные возможности существующих учебных стендов с программируемыми логическими контроллерами.

Предлагаемый аппаратно-программный комплекс способен симулировать работу управления технологическим оборудованием и может быть использован при обучении работе с программируемыми логическими контроллерами (ПЛК). Пользователь выбирает один из типов моделируемой системы, при этом на выходах устройства будут сгенерированы сигналы, аналогичные сигналам датчиков технологического оборудования (температура, давление и т.п.). ПЛК сможет принять их и, согласно заложенной системе управления, сгенерировать управляющие сигналы. Данные сигналы поступят на входы аппаратно-программного комплекса и изменят внутреннее состояние моделируемой системы. Таким образом повышается достоверность моделирования работы технологического оборудования и повышается качество обучения программированию ПЛК. [2]

Разрабатываемый аппаратно-программный комплекс симуляции задач управления технологическим оборудованием будет выполнен в виде пластикового корпуса. На одной из граней изделия будет расположен жидкокристаллический цветной экран для вывода информации и монитор с поддержкой сенсорного ввода информации. На экране пользователю будут отображаться мнемосхемы выбранного технологического оборудования и их основные параметры, а через монитор пользователь сможет управлять системой. Также на корпусе будут размещены винтовые клеммы для подключения входов и выходов используемого в эксперименте программируемого логического контроллера. Внутри корпуса будет располагаться плата с управляющим микроконтроллером, одноплатный компьютер Raspberry Pi, а также платы согласования уровней сигналов системы. Для реализации данного подхода предполагается создания следующего устройства, структурная схема которого предоставлена на рисунке 1.

Одноплатный компьютер Raspberry Pi улучшит АПК. С его помощью можно разгрузить микроконтроллер, оставив на нем функции по управлению, а весь вычислительный процесс будет выполнять микрокомпьютер. Таким образом, можно использовать более сложные системы технологического процесса.



Рисунок 1. Структурная схема аппаратно-программного комплекса симуляции задач управления технологическим оборудованием

Главным качественным отличием проекта является возможность реализации непрерывной генерации выходных сигналов. При этом прием выходных сигналов с АПК будет влиять на выходные сигналы с ПЛК согласно разработанной математической модели технологического оборудования.

Также важным отличительным параметром является низкая цена разработки (около 35 тыс. р.) в отличие от цен стендов по обучению работе с программируемыми логическими контроллерами: на базе программируемого логического контроллера Omron от 260 тыс. руб., на базе программируемого логического контроллера Siemens от 580 тыс. руб. При этом разрабатываемый аппаратно-программного комплекса симуляции задач управления технологическим оборудованием позволит пользователю выбирать из нескольких вариантов моделируемых систем.

Вывод. В результате проделанной работы изучен подход к усовершенствованному АПК для организации учебного оборудования по изучению ПЛК за счет непрерывной генерации взаимозависимых входных и выходных сигналов моделируемой системы технологического процесса, что позволит повысить качество обучения.

Список литературы:

1. Митин, В. А. Разработка лабораторного стенда для изучения работы с модулями ввода-вывода промышленного контроллера на базе ПЛК-110 / В. А. Митин. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2018. — № 21 (207). — С. 64-65. — URL: <https://moluch.ru/archive/207/50710/>
2. Торопов А.В. Виртуальный лабораторный стенд для исследования статических характеристик двигателя постоянного тока /А.В. Торопов, А.С. Романенко //Сборник научных трудов Sworld. – Выпуск 1, Том.6. – Иваново: МАРКОВА АД, 2014 –с.56-60.

УДК 539/376

Швецова Анастасия Андреевна

Направление Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(магистратура), гр. ИТСм-21

Научный руководитель

Чернышев Александр Юрьевич,

канд. техн. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

СХЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ

Цель работы – провести исследование схем построения преобразователей частоты в части смесителей как основных функциональных элементов.

Существует большое количество структурных схем радиоприемников и радиопередатчиков. Супергетеродинные радиоприемники бывают: с однократным преобразователем частоты; с двукратным преобразователем частоты; с многократным преобразователем частоты; с амплитудной модуляцией *АМ*; с частотной модуляцией *ЧМ*; с однополосной модуляцией *ОМ*; с амплитудно-фазовой модуляцией *АФМ* / квадратурно-амплитудной модуляцией *КАМ*/детекторно-фазовой модуляцией *ДФМ*.

Исследуя структурную схему однократного преобразования частоты радиоприемника рис.1, в общем случае, здесь три блока, подвергающие перестройки частоты, это входная цепь *ВЦ* и усилитель сигнала высокой частоты *УВЧ* гетеродина, далее преобразователь частоты *ПЧ*, усилитель сигнала промежуточной частоты *УПЧ*, детектор *Д*. Дополнительно могут быть системы автоматического регулирования усиления *АРУ*,

которые характерны для амплитудной модуляции и однополосной модуляции, квадратурно-амплитудной модуляции и амплитудно-фазовой модуляции. Система АРУ необходима там, где используются сигналы с переменным уровнем огибающей, чтобы не было никаких искажений и потери информации.

В структурной схеме возможно также применение автоматической подстройки частоты. Система автоматической подстройки частоты в конечном итоге воздействует на гетеродин, а гетеродин – это часть преобразователя. После детектора сигнал попадает в выходное устройство, в зависимости от того, какая информация принимается. В последующем сигнал идет на выход оконечного устройства.

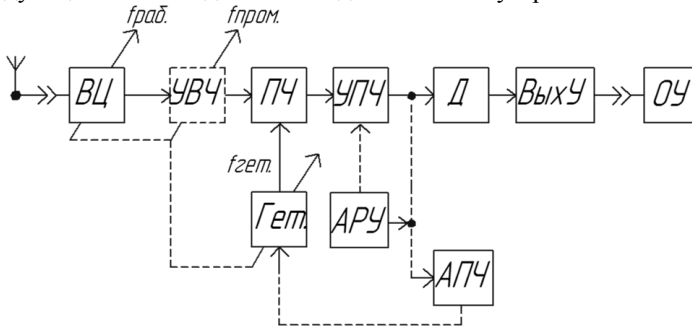


Рис 1. Структурная схема однократного преобразования частоты радиоприёмника

Сигнал принимается на рабочей частоте $f_{\text{раб.}}$, в качестве опорной выступает частота гетеродина $f_{\text{гет.}}$, а выходим в конечном итоге на промежуточную частоту $f_{\text{пром.}}$. Выход на промежуточную частоту может осуществляться по трём правилам:

Промежуточная частота получается как результат сложения рабочей частоты и частоты гетеродина (1.1). Главное здесь, что промежуточная частота больше рабочей и гетеродина ($f_{\text{пром.}} > f_{\text{раб.}}; f_{\text{пром.}} > f_{\text{гет.}}$).

$$f_{\text{пром.}} = f_{\text{раб.}} + f_{\text{гет.}} \quad (1.1)$$

Из рабочей частоты вычитается частота гетеродина (1.2). В этой ситуации рабочая частота наибольшая ($f_{\text{раб.}} > f_{\text{пром.}}; f_{\text{раб.}} > f_{\text{гет.}}$).

$$f_{\text{пром.}} = f_{\text{раб.}} - f_{\text{гет.}} \quad (1.2)$$

Наиболее универсальный способ, при котором промежуточная частота получается как результат вычитания рабочей частоты из частоты гетеродина (1.3), где частота гетеродина больше рабочей и промежуточной ($f_{\text{гет.}} > f_{\text{раб.}}; f_{\text{гет.}} > f_{\text{пром.}}$).

$$f_{\text{пром.}} = f_{\text{гет.}} - f_{\text{раб.}} \quad (1.3)$$

Рассмотрим спектральную диаграмму для первого случая рис.2. Истинная частота принимает определённое значение и может меняться. Нам необходимо выйти на промежуточную частоту, которая является фиксированной $f_{пром.} = \text{const}$. Самое главное, необходимо обеспечить такие условия, чтобы эти полосы не перекрывались.

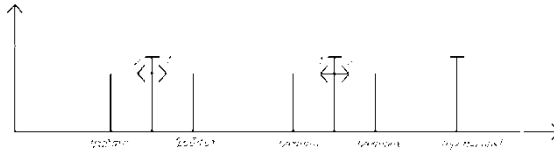


Рис 2. Спектральная диаграмма первого случая

$$f_{гет.min} = f_{пром.} - f_{раб.max}, \quad (1.4)$$

$$f_{гет.max} = f_{пром.} - f_{раб.min}, \quad (1.5)$$

Рассмотрим спектральную диаграмму для второго случая рис.3, когда промежуточная частота $f_{пром.}$ получается как самая наименьшая, а работаем мы на высоких рабочих частотах $f_{раб.min}$ и $f_{раб.max}$.

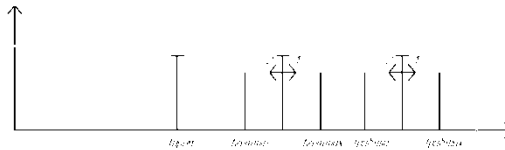


Рис 3. Спектральная диаграмма второго случая

$$f_{гет.min} = f_{раб.max} - f_{пром.}, \quad (1.5)$$

$$f_{гет.max} = f_{раб.min} - f_{пром.}, \quad (1.6)$$

Рассмотрим спектральную диаграмму для третьего случая рис.4



$$f_{гет.min} = f_{раб.min} + f_{пром.}, \quad (1.6)$$

$$f_{гет.max} = f_{раб.max} - f_{пром.}, \quad (1.7)$$

Выводы. С точки зрения перестройки по частоте рис.1 входной цепи и усилители сигнала высокой частоты – частоту необходимо увеличивать, а в гетеродине уменьшать. Следуя из синхронной

настройки, это выглядит не совсем удобно. И рассмотренных правил выхода на промежуточную частоту, с точки зрения приёмников и передатчиков, наиболее целесообразным является применение последней системы как наиболее универсальной. В независимости от того однократное преобразование или двукратное, в независимости от вида модуляции.

Список литературы:

1. Алексеев, Ю. П. Бытовая приёмно-усилительная радиоаппаратура (Модели 1982 – 1985 гг.). Справочник / Ю. П. Алексеев. – М.: Радио и связь, 1987. – 448 с.
2. Атаманчук, С. В. Устройства генерирования и формирования сигналов: лабораторный практикум / С. В. Атаманчук, М. И. Бастракова, А. Ю. Чернышев. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2008. – 120 с.
3. Баскаков, С. И. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник для вузов по спец. «Радиотехника» / С. И. Баскаков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1988. – 488 с.
4. Белов, Л. А. Устройства формирования СВЧ-сигналов и их компоненты: учеб. пособие / Л. А. Белов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 320 с.
5. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи / Л. А. Бессонов. – М.: Высш. шк., 1996. – 638 с.

УДК 621.389

Эмятаев Тимур Игоревич

направление электроники и наноэлектроника (магистратура),
гр. ЭиНм-21

Научный руководитель: **Изиков Владимир Тихонович**

канд. техн. наук, доцент

кафедры конструирования и производства радиоаппаратуры

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОГО УЧЁТА НАДОЕННОГО МОЛОКА ПО ВЕСУ

Введение: основной тенденцией совершенствования производства молока является создание новых автоматизированных адаптивных, энерго- и ресурсосберегающих технологий, которые невозможно представить без автоматизированного мониторинга. «Лукоз саба» –

крупнейшая козья ферма в России, которая является репродуктором коз зааненской породы с поголовьем 6000 коз. Как репродуктор, ферма получает дотацию от государства на каждую козу. Одним из обязательных условий получения статуса репродуктора является ведение карточки козы, где должна содержаться информация об объёме надоенного молока. Необходимо раз в месяц проводить контрольную дойку каждой козы для заполнения карточек. При поголовье 6000 коз необходимо ежедневно проводить контрольную дойку 200 коз. Для достижения этой цели необходимо создать программно-аппаратный комплекс автоматического учёта надоенного молока, где данные от каждого устройства индивидуального учёта должны автоматически заноситься в базу.

Актуальность исследования: автоматические системы управления фермой позволяют формировать тематические отчеты, которые позволяют выстраивать стандартные и собственные рапорты по требуемым критериям. Использование такой системы обеспечивает большое количество оперативной информации по разным критериям. С ее помощью можно увеличивать эффективность осеменения. Еще одним плюсом является снижение трудовых затрат. Установка подобной системы – это большой шаг для полной автоматизации и новых усовершенствований. Практическая ценность работы состоит в создании дополнительных возможностей системы автоматизированного управления молочной фермой, а именно возможности выявления на ранней стадии непосредственно по результатам доения заболеваний, отклонений в кормлении, уходе и содержании животного без предварительного отбора и подготовки проб молока, а также в использовании в исследовательских целях.

Цель работы: заключается в разработке недорого устройства для индивидуального учёта надоенного молока по весу. Представленные на рынке устройства для измерения объема надоенного молока, работают по принципу проточного счетчика и имеют ряд недостатков. Одними из основных недостатков являются: высокая цена устройства, а так же высокая погрешность измерения, так как в проточной системе молоко может пениться. Устройство будет работать на основе контроллера Arduino, к которому будет подключен датчик нагрузки. Он представляет собой полупроводник, который преобразует приложенные силу или давление в электрическое напряжение. Величина этого напряжения прямо пропорциональна приложенной к датчику силе. Электрические сигналы, генерируемые датчиком нагрузки, весьма слабы – всего несколько милливольт. Поэтому перед их обработкой в плате Arduino

они нуждаются в усилении – и для этой цели подходит модуль усиления датчика нагрузки HX711. Этот модуль содержит чип HX711, представляющий собой высокоточный 24-разрядный аналогово-цифровой преобразователь (АЦП). HX711 имеет два аналоговых входных канала, коэффициент усиления для которых можно программировать. Таким образом, модуль HX711 усиливает слабые электрические сигналы от датчика нагрузки и затем эти усиленные и оцифрованные сигналы подает на плату Arduino для их дальнейшей обработки. Так же на экспериментальном устройстве, нам понадобится LCD дисплей для отображения веса. Схема подключения устройства представлена на Рис 1.

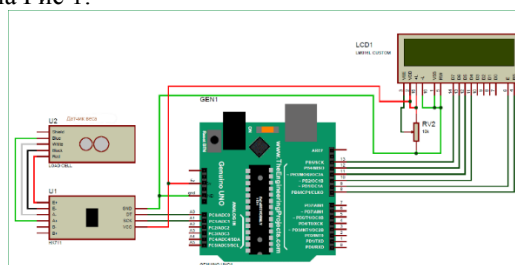


Рис 1. – Схема подключения устройства

Выводы Разработанное устройство позволит внедрить недорогое и более высокоточное оборудование для автоматизированных систем управления фермами. Так же позволит повысить производительность фермы путем диагностики заболеваний козы исходя из объема надоенного молока.

Список литературы:

1. Иго Т. Arduino, датчики и сети для связи устройств: Пер. с англ. - 2-е изд. – СПб.:БХВ – Петербург, 2016.
2. Михайленко И.М. Автоматизированная система контроля за удоями и состоянием животных на молочных фермах // Достижения науки и техники АПК. 2010 - №3, С 67-68

Яковлев Сергей Владимирович

направление «Компьютерные и информационные науки» (Аспирантура),
гр. А-05.13.18-2-20

Научный руководитель: **Галанина Наталия Андреевна**

д-р техн. наук, профессор кафедры математического и аппаратного
обеспечения информационных систем

*ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»,
г. Чебоксары*

УЧЕТ ВРЕМЕНИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Актуальность работы. Одной из главных проблем проектирования систем Интернета вещей является установка точного времени на всех «умных» устройствах в сети [1]. Данная проблема напрямую затрагивает вопросы корректного функционирования и безопасности системы, а также информационной безопасности.

Цель работы. Представить результаты исследования возможных случаев использования учета времени при проектировании систем промышленного Интернета вещей. Рассмотреть возможные проблемы расхождения во времени. Выявить схему синхронизации точного времени с учетом использования на практике.

Основная часть. Учет точного времени в системе необходимо использовать в следующих случаях:

- для регистрации событий (аварии, предупреждения, инциденты информационной безопасности);
- для функциональных требований заказчика к проекту (регистрация времени отключения электроэнергии на предприятии);
- для корректной тарификации в системах коммерческого учета.

Внедрение единого времени во всех компонентах системы необходимо в следующих ситуациях:

- необходимо проектирование системы учета;
- необходима синхронизация действий узлов системы;
- требуется расследование инцидентов в ходе работы системы.

Рассмотрим ситуацию возможности расследования инцидентов и аварий на предприятии, такую, как необходимость наличия единого времени на всех компонентах системы. На предприятии в случае остановки насоса подачи холодной воды причиной его отключения

может служить подача высокого напряжения, высокое давление в трубе, высокая температура или протечка. В связи с тем, что при проверке журналов событий обнаружена проблема в расхождении времени на устройствах, выявить причину отключения насоса не представляется возможным. Подобные ситуации расхождения времени являются обязательным компонентом для учета при проектировании.

Выявим возможные источники расхождения времени:

- особенности работы оборудования;
- условия эксплуатации оборудования;
- неудачный выбор алгоритма синхронизации часов;
- иные проблемы синхронизации.

Рассмотрим некоторые из проблем синхронизации времени:

- гетерогенные сети – добавляют задержки доставки пакетов;
- возможности устройств – некоторые устройства могут не поддерживать fullstack UDP;
- особенности каналов передачи данных GSM;
- QoS – проблема возникает при использовании инфраструктуры «третьей» стороны для передачи данных (часто операторы дают UDP трафику наименьший приоритет в сравнении с TCP, что добавляет задержки);
- инкапсуляция трафика;
- фрагментация трафика;
- низкая скорость передачи данных;
- длинный маршрут до источника времени.

В связи с изложенным, можно выявить «идеальную» схему синхронизации точного времени, в которой устройства будут получать пакеты с минимальной задержкой:

- синхронизация времени с узлами в той же физической сети;
- исключение фрагментации сетевых пакетов;
- получение минимального джиттера сети;
- получение минимальной задержки пакетов в сети.

На сегодня использование данной «идеальной» схемы в полной мере не представляется возможным в связи с тем, что в сфере Интернета вещей, как промышленного, так и бытового, выставляются требования к высокой степени автономности конечных устройств и датчиков. На практике держать устройство постоянно подключенным к сети нет возможности, за исключением случаев, когда это прописано в требованиях к проекту [2]. Поэтому необходимо вести учет времени

непосредственно на устройстве и это можно сделать несколькими способами:

- тактирование от ядра процессора – этот способ самый доступный, однако имеет существенный недостаток: если на устройстве произойдет программный сбой или пропадет питание, то точное время собьется;

- внешняя микросхема RTC – является оптимальным выбором, так как нет необходимости привязываться к процессору;

- GPS приемник – позволяет получать время со спутников GPS/ГЛОНАСС, позволяет получить реальное время в «Поле», однако подобные микросхемы имеют высокую цену и значительно сокращают автономность устройства, кроме того, их невозможно использовать в помещениях.

Время на конечных устройствах (в зависимости от эксплуатационных характеристик) может отставать, в связи с этим, во время синхронизации устройства с сетью необходимо его корректировать. Алгоритм коррекции выглядит следующим образом:

- получение точного времени;
- подстройка источника времени в устройстве;
- контроль подстройки;
- статистика расхождения;
- мониторинг заряда батареи питания встроенных часов;
- логирование процедуры коррекции.

Выводы. На сегодняшний день синхронизировать точное время с эталоном является возможным в следующих случаях:

- при необходимом учете и синхронизации времени на всех уровнях системы промышленного Интернета вещей;
- при регулировании времени с достаточной периодичностью;
- при выборе источника времени, уменьшающего влияние внешних факторов на доставку точного времени при обеспечении короткого маршрута до источника;
- в случае избегания сетей с большим джиттером.

Список литературы:

1. Зараменских Е.П. Интернет вещей. Исследования и область применения / Е.П. Зараменских, И.Е. Артемьев. - СПб: ИНФРА-М, 2018. - 188 с.
2. Галанина Н.А. Анализ непозиционных цифровых фильтров по квазипозиционной модели / Н.А. Галанина // Вестник Чувашского университета. - 2000. - № 3-4. - С. 116-121.

3. Boyes H. The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework / H. Boyes, B. Hallaq, J. Cunningham, T. Watson // Computers in Industry. - 2018. - №101. - С. 1-12.

УДК 62

Янаева Любовь Александровна

г. Йошкар-Ола, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный
технологический университет»,
направление Управление в технических системах (бакалавриат),
гр. УиТС-31

Научный руководитель:

Курасов Павел Александрович

к.т.н., доц. каф. ПиП ЭВС ФГБОУ ВО

*«Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

РАЗРАБОТКА АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА СИМУЛЯЦИИ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Аннотация. В статье описана разработка аппаратно-программного комплекса симуляции задач управления технологическим оборудованием, а также представлена структурная схема разрабатываемого комплекса. Перечислены основные возможности и преимущества лабораторного стенда.

Ключевые слова: лабораторный стенд, программируемый логический контроллер.

Актуальность исследования.

Быстрый рост научно-технического прогресса требует от студентов и выпускников технических вузов постоянного развития своего уровня теоретических знаний, а также практических навыков. Этого можно достичь путем совершенствования самого процесса обучения, включая модернизацию учебных лабораторных стендов и комплексов. Благодаря им во время обучения проще разобраться в технической базе средств автоматизации, получить не только теоретические, но и практические навыки работы. Именно приближенность лабораторных стендов и комплексов к реальному техническому процессу позволит более качественно обучать специалистов [1].

Цель работы: разработка аппаратно-программного комплекса симуляции задач управления технологическим оборудованием, который позволит улучшить качество обучения специалистов по автоматизации производства и расширит функциональные возможности существующих учебных стендов с программируемыми логическими контроллерами.

Предлагаемый аппаратно-программный комплекс симуляции задач управления технологическим оборудованием может быть использован при обучении работе с программируемыми логическими контроллерами (ПЛК). Пользователь выбирает один из типов моделируемой системы, при этом на выходах устройства будут сгенерированы сигналы, аналогичные сигналам датчиков данного типа технологического оборудования. Внешний ПЛК сможет принять их и, согласно алгоритму управления, сгенерировать управляющие сигналы. Данные сигналы поступят на входы аппаратно-программного комплекса и изменят внутреннее состояние моделируемого объекта. Таким образом повышается достоверность моделирования работы технологического оборудования и повышается качество обучения программированию ПЛК [2].

Разрабатываемый аппаратно-программный комплекс симуляции задач управления технологическим оборудованием будет выполнен в виде пластикового короба. На одной из граней изделия будет расположен жидкокристаллический цветной экран с поддержкой сенсорного ввода информации. На нем пользователю будут отображаться мнемосхемы выбранного технологического оборудования и их основные параметры. Также на корпусе будут размещены винтовые клеммы для подключения входов и выходов используемого в эксперименте программируемого логического контроллера. Внутри корпуса будет располагаться плата с управляющим микроконтроллером, а также платы согласования уровней сигналов системы. Для реализации данного подхода предполагается создания следующего устройства, структурная схема которого предоставлена на рисунке 1.



Рис. 1. Структурная схема аппаратно-программного комплекса симуляции задач управления технологическим оборудованием

Главным качественным отличием проекта является возможность реализации непрерывной генерации выходных сигналов. При этом прием выходных сигналов АПК будет влиять на выходные сигналы ПЛК согласно разработанной математической модели технологического оборудования.

Также важным отличительным параметром является низкая цена разработки (около 30 тыс. р.) в отличие от цен стендов по обучению работе с программируемыми логическими контроллерами: на базе программируемого логического контроллера Omron от 260 тыс. руб., на базе программируемого логического контроллера Siemens от 580 тыс. руб. При этом разрабатываемый аппаратно-программного комплекса симуляции задач управления технологическим оборудованием позволит пользователю выбирать из нескольких вариантов моделируемых технологических схем.

Вывод. В ходе данной работы изучен подход к усовершенствованию организации учебного оборудования по изучению программирования программируемых логических контроллеров за счет непрерывной генерации взаимозависимых входных и выходных сигналов моделируемого технологического оборудования, что позволит повысить качество реализуемых в процессе обучения законов регулирования, например, настройку ПИ и ПИД регуляторов.

Список литературы:

1. Митин, В. А. Разработка лабораторного стенда для изучения работы с модулями ввода-вывода промышленного контроллера на базе ПЛК-110 / В. А.

Митин. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2018. — № 21 (207). — С. 64-65. — URL: <https://moluch.ru/archive/207/50710/>

2. Торопов А.В. Виртуальный лабораторный стенд для исследования статических характеристик двигателя постоянного тока /А.В. Торопов, А.С. Романенко //Сборник научных трудов Sworld. – Выпуск 1, Том.6. – Иваново: МАРКОВА АД, 2014 –с.56-60.

УДК 53.098

Яранцева Екатерина Александровна

направление Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(бакалавриат), гр. ИТС-31

Научный руководитель:

Зуев Алексей Валерьевич

к.т.н, доцент каф. радиотехники и связи

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВАРИАЦИЙ ПЭС НАД РЕФЕРЕНЦНЫМИ СТАНЦИЯМИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ РОССИИ ПО ДАННЫМ 2019 ГОДА

Данная работа включает в себе исследование и сравнительный анализ вариаций ПЭС над референчными станциями центральной части России. В рамках работы были исследованы 5 станций, местоположения которых принадлежат городам Тверь, Тула, Владимир, Ярославль, Кострома. Задача исследования – рассмотреть состояния магнитосферы с помощью изучения динамики изменения вариаций ПЭС при спокойной внешней среде и в случае появления магнитных бурь. Исходя из поставленной задачи, были построены и проанализированы графики зависимости вариаций ПЭС от времени для определенных станций центральной части России.

Для исследования неоднородностей в магнитосфере использовались данные GPS – спутниковой радионавигационной системы [1]. Результаты GPS-измерений полного электронного содержания (количество электронов в столбе единичного сечения), позволяют нам сделать анализ активности магнитосферы, что и представлено в данной работе.

Для выполнения работы были взяты данные с сайта компании Гексагон, где размещается информация, получаемая с референчных станций. Наличие или отсутствие магнитных бурь проверялось по

данным сайта «Лаборатория рентгеновской астрономии солнца, ФИАН». Ввиду различного местоположения населенных пунктов по долготам и широтам был проведен анализ для спокойных дней и магнитных бурь, происходящих в течение 2019 года.

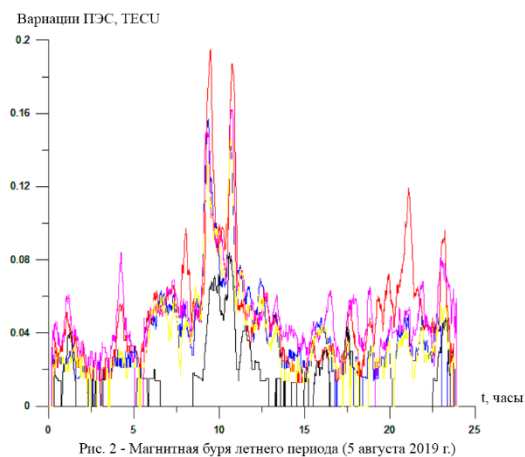
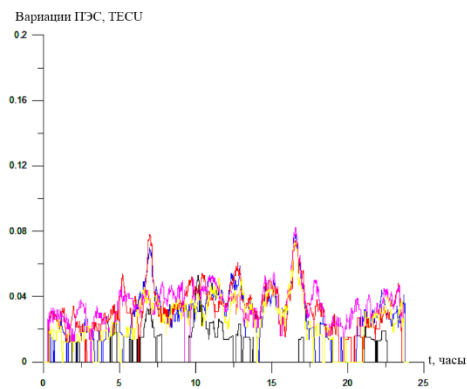
В таблице 1 представлены станции и их местоположения, исходя из которых велись измерения солнечной активности с помощью GPS.

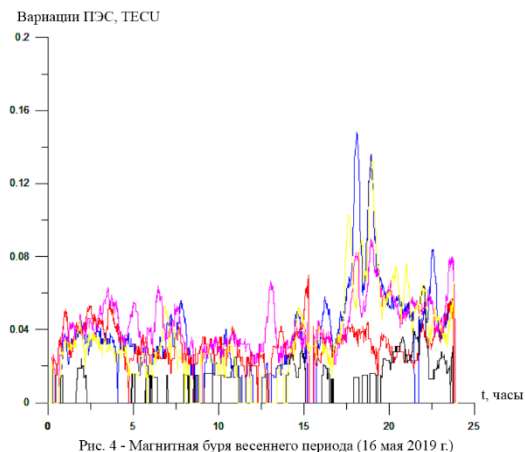
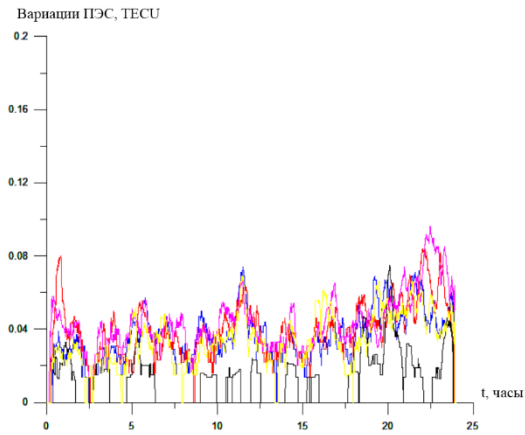
Таблица 1

Станция	Город	X(м)	Y(м)	Z(м)
<i>TVER</i>	Тверь	2830206.0409	2048592.6990	5318390.7677
<i>TULA</i>	Тула	2963850.7192	2283806.1118	5148298.2916
<i>VLDR</i>	Владимир	2715120.6294	2308815.7580	5271954.6680
<i>YARO</i>	Ярославль	2627944.6615	2193152.0932	5364012.6595
<i>KOST</i>	Кострома	2575716.0457	2236104.3744	5371533.1705

В результате были построены графики, на которых представлена зависимость вариаций ПЭС от времени для определенных станций, обозначенных индивидуальным цветом (синий – *TVER*, красный – *TULA*, розовый – *VLDR*, черный – *YARO*, желтый – *KOST*).

Исходя из полученных графиков, можно сделать сравнение между спокойными днями (рис. 1 и рис. 3) и днями, сопровождающимися магнитными бурями (рис. 2 и рис. 4). В пример можно привести графики спокойных и активных дней весеннего и летнего сезонов, чтобы провести четкий анализ. Из графиков на рис. 2 видно, что магнитосфера более восприимчива к внешним воздействиям в период летнего сезона. В период весеннего сезона (рис. 4) также наблюдаются магнитные бури, но с меньшим значением в сравнении с магнитными бурями летнего периода.





Основные результаты работы. Проанализировав графики вариаций ПЭС в возбужденных условиях, а именно в дни магнитных бурь, видно, что:

- 1) наименьшую активность ионосфера проявляет в весенний период, а наибольшую – в летний;
- 2) ионосфера над станцией *TULA* наиболее восприимчива к внешним изменениям, а ионосфера над станцией *YARO* наименее восприимчива.

Таким образом посезонный анализ вариаций ПЭС, проделанный на основе полученных графиков, содержащих спокойные дни и дни магнитных бурь, показал, что наименее активной ионосфера была в весенний период, а наиболее активной – в летний.

Список литературы:

1. Афраймович, Э. Л. GPS-мониторинг верхней атмосферы Земли / Э. Л. Афраймович, Н.П. Перевалов. Рос.акад.наук. Сиб.отд-ние.Ин-т солнечно-земной физики - Иркутск : ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2006 . – 480 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Алаева Н.А. Сравнительный анализ моделей тропосферной задержки в задаче определения местоположения высокой точности в спутниковых навигационных системах ГЛОНАСС/GPS.....	4
Александрова В.А. Фазоуказатель на ИС.....	7
Александрова В.А. Регулирование мощности низковольтной нагрузки.....	9
Алешин А.С. Система противодействия дронам	11
Аппакова Е.А. Определение атмосферных параметров по спутниковым измерениям...	14
Ахтулов И.И. Разработка программно-технического обеспечения исследования точности восприятия скорости движения объектов человеком в условиях виртуальной реальности.....	18
Брыгина Т.О. Организация цифрового пространства в национальном музее республики марий эл на основе системы с RFID-метками.....	21
Волков К.А. Генератор продольного переменного магнитного поля для коррекции наполняемости тонкопленочных ловушек экситонов и трионов.....	25
Герасимец Р.А., Тихонова Я.В. Выбор метода визуализации для моделирования симулятора беспилотника.....	29
Денников В.М. Общие понятия о фазокодах манипулированном сигнале.....	33

Егоров П.А.

Разработка модели и программно-технического обеспечения оценки устойчивости управленческих когнитивных паттернов, вырабатываемых в виртуальных средах.....37

Еруткина Н.Э.

Радиолокационный мониторинг морской поверхности.....40

Жалолов Б.А.

Устройства формирования механических воздействий для электронных средств.....43

Заколупина У.Н.

Исследование когнитивного радио и когнитивных сетей в использовании радиочастотного спектра.....47

Иванова Л.С.

В разработка и исследование датчика влажности воздуха со сниженными гистерезисными явлениями.....51

Исаев Н.Р., Порядин Д.Е.

Контурный анализ при помощи ПК и микроконтроллера.....55

Кахраманов И.Б. угли

Разработка программно-технического обеспечения исследования скорости реакции человека при управлении автомобилем в условиях виртуальной реальности.....58

Козырев А.Г.

Исследование технологии получения тонких пленок оксида индия-олова методом реактивного магнетронного распыления.....60

Колесникова А.С.

Исследование вариаций ПЭС в городах северо-западного федерального округа по данным 2019 года.....64

Комелин М.Н.

Симулятор БПЛА с функцией формирования облака точек.....67

Кошаева Е.П.

Взаимонаведение оптических передатчика и приемника. алгоритм наведения.....71

Ландышев Ф.А.

Анализ подходов к разработке фрактальных антенн для решения задач беспроводной связи.....75

Левченко А.А.

Система связи с OFDM сигналом.....79

Лоскутова В.О.

Особенности электромагнитных помех в диапазоне радиочастот.....82

Макаров А.Е.

Метод повышения точности позиционирования подвижных объектов с помощью сигналов от глобальных навигационных спутниковых систем.....84

Максимов М.А.

Беспроводные сенсорные сети на основе хаотических радиоимпульсов.....87

Малинина Е.И.

Анализ классификации радиотехнических помех.....90

Мальцева С.А.

Методология оценки параметров ультрафиолетового излучения с помощью индикаторов в виде тонких пленок оксида цинка.....94

Медведев В.В.

Нейросетевой метод автоматического обнаружения спектральных компонентов сигнала на ионограмме97

Мертвищев А.С.

Автономная удалённая метеостанция.....100

Мирзахметов Т.Р.

Разработка автоматизированной системы управления линией химического иммерсионного золочения.....104

Мирзоев Н.Н.

Анализ, разработка и опыт сборки автоматизированной системы управления "УМНЫЙ ДОМ".....108

Мустаева А.Е.

Разработка системы управления движением мобильного робота.....111

Мушлян А.Е.

Теоретические основы разработки электронного учебно-методического комплекса по дисциплине теоретические основы электротехники.....115

Носов А.П.

Методы спутниковой радиотомографии ионосферы.....119

Островеерхова Е.В.

Разработка вычислительной системы управления бесщеточным двигателем постоянного тока.....122

Пасова А.Д.

Система обнаружения малогабаритного беспилотного летательного аппарата.....125

Пахматов А.С., Громов А.Г.

Генерирование радиолокационных сигналов на основе программно-определяемого радио HACKRFONE.....128

Попов В.С.

Исследование параметров вибраторных антенн с увеличенным рефлектором на восемь процентов и уменьшенным директором на двенадцать процентов в длинах волн относительно размеров активного вибратора.....132

Порядин Д.Е., Исаев Н.Р.

Сравнение кватернионных сигналов при помощи ПЛИС.....135

Рамазанова Р.И.

Обеспечение энергоэффективности систем накопления энергии на базе аккумуляторных батарей.....139

Решетова Л.А., Иванова Л.С., Андрианов Д.Ю.

Применение поликристаллического диоксида титана в устройствах очистки воздуха.....142

Румянцева Д.Е.

Количественная оценка чистоты поверхности подложек по углу смачиваемости.....146

Семикин А.Д.

Исследование влияния температуры на прочность проволочных соединений, полученной с помощью ультразвуковой микросварки.....149

Стародубцев Н.А.

Обработка облака точек местности в программной среде LABVIEW.....152

Стрельников А.А.

Определение основных преимуществ и недостатков у высокобюджетных SDR приёмников.....155

Сырейщиков Н.А.

Разработка программно-технического обеспечения исследования точности восприятия геометрических размеров объектов человеком в условиях виртуальной реальности.....159

Таратин И.Т., Спиридонова Т.Э.

Аппаратно-программный комплекс для построения 3д карт замкнутых пространств в местах повышенной опасности162

Таратин И.Т.

Разработка аппарата искусственной вентиляции лёгких.....164

Тришина Е.В.

Исследование влияния концентрации кислорода в вакуумной камере на оптические и электрические свойства тонких пленок оксида цинка.....166

Трофимов С.В.

Обзор современных систем беспроводного абонентского доступа для предоставления услуг швп в жилом комплексе.....169

Фетищенко Д.Е.

Определение координат беспилотного летательного аппарата на основе изображений подстилающей поверхности.....173

Хангельдиев Б.Б.

Исследование влияния магнитных бурь на ионосферу по данным референцных станций российской федерации за 2019 год.....176

Чекушкин А.В.

Применение ГЛОНАСС в решении телекоммуникационных задач.....180

Чекушкин А.В.

Аппаратура передачи данных для комплекса с БПЛА.....183

Черевичко И.П.

Исследование работы RGB светодиода с ШИМ.....187

Черепанов А.А.

Аппаратно-программный комплекс генерации сигналов технологического оборудования.....191

Швецова А.А.

Схемы построения и принцип работы преобразователей частоты.....194

Эмтаев Т.И.

Разработка устройства индивидуального учёта надоенного молока по весу.....197

Яковлев С.В.

Учет времени при проектировании систем промышленного интернета вещей.....200

Янаева Л.А.

Разработка аппаратно-программного комплекса симуляции задач управления технологическим оборудованием.....203

Яранцева Е.А.

Сравнительный анализ вариаций пэс над референчными станциями центральной части РОССИИ по данным 2019 года.....206

Научное издание

ИНЖЕНЕРНЫЕ КАДРЫ – БУДУЩЕЕ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Материалы VI Всероссийской
студенческой конференции

Йошкар-Ола, 10-13 ноября 2020 г.

Часть 3

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ, РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ДЛЯ ПРОРЫВНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Излагается в авторской редакции
Техническая подготовка материалов *А.В. Зувев*

Подписано в печать 15.12.2020. Формат 60×84 ¹/₁₆.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 12,67. Тираж 100 экз. Заказ № 5517.

Поволжский государственный технологический университет
424000 Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

Отпечатано в типографии ООО «Вертола»
424030 Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, ул. Мира, 21