

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 V Всероссийской
студенческой конференции

Йошкар-Ола, 5-8 ноября 2019 г.

Часть 3

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ,
РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ
ДЛЯ ПРОРЫВНЫХ ОТРАСЛЕЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Йошкар-Ола
2019

УДК 378:62
ББК 74.48:30
И 62

Руководитель проекта
Андреанов Ю.С., начальник Управления
научной и инновационной деятельности ПГТУ

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 IV Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 5 ноября 2019 г.): в 8 ч. *Часть 3: Новые технологии инфокоммуникаций, радиотехники и электроники для прорывных отраслей промышленности.* – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2019. – 194 с.
ISBN 978-5-8158-2133-0
ISBN 978-5-8158-2136-1 (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 978-5-8158-2136-1 (Ч. 3)
ISBN 978-5-8158-2133-0

© Поволжский государственный
технологический университет, 2019

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 5-8 ноября 2019 года на базе Поволжского государственного технологического университета. В конференции приняли участие студенты, магистранты и аспиранты из вузов Йошкар-Олы, Казани, Чебоксар, Москвы и других городов.

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 на основе разработок по экзоскелету
- 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 IT-сферы.

Абдуллин Дмитрий Владиславович
направление электроника и нанoeлектроника (магистратура),
гр. ЭиНм-21

Научный руководитель **Леухин Владимир Николаевич**,
канд. техн. наук, доцент
кафедры конструирования и производства радиоаппаратуры
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ПРАКТИЧЕСКИ НУЛЕВОЙ ТЕМПЕРАТУРНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ СОПРОТИВЛЕНИЯ ГИБРИДНОГО РЕЗИСТОРА, ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ УГЛЕРОДНОЙ НАНОТРУБКИ И МЕТАЛЛИЧЕСКОГО СПЛАВА

Актуальность темы. По мере развития информационных технологий сетевые портативные устройства, датчики и аккумуляторные батареи привлекают большое внимание на мировом рынке [1]. Вторичные батареи работают в течение длительного периода путем повторяющихся процессов зарядки и разрядки. Во время зарядки и разрядки система управления батареями эффективно управляет этим процессом путем распределения исходных зарядов между элементами батареи. Чтобы управлять распределением заряда между элементами батареи, токочувствительный резистор (ТЧР) был использован для измерения тока в системе управления батареями. Этот метод является традиционным способом измерения электрической мощности путем последовательного введения ТЧР (постоянное напряжение и переменный ток, следовательно, переменная мощность продукта).

Введение. В общепринятой промышленной практике снижение температурного коэффициента сопротивления (ТКС) происходит путем легирования металлов материалом с низким ТКС, стойкими к расщеплению марганца, никеля, или менее резистивными металлами, такими как медь, с высоким ТКС [2]. Однако, используя эти подходы с взаимозависимостью, нельзя получить резисторы с нулевым ТКС, но резисторы с низким ТКС примерно от 20 (на лабораторном уровне) до 50 ppm/°C (на уровне массового производства) можно было изготовить [3]. Поэтому они еще не реализовали нулевые резисторы ТКР, не обнаружив ошибок.

Цель исследования: Разработать новый подход к изготовлению резистора гибридного типа ТКС близким к нулю, составляющим

волокно из металлического сплава и углеродных нанотрубок (УНТ) для использования ТЧР.

Этапы проведения эксперимента:

1. Волокна УНТ получали путем нитрования УНТ, выращенных на кремниевой пластине методом химического осаждения из паровой фазы. Выращенные УНТ представляли собой многостенные углеродные нанотрубки, и их морфология была исследована с использованием сканирующего и просвечивающего электронного микроскопа. Волокнистые резисторы УНТ, использованные в этой работе, были изготовлены путем намотки волокон УНТ на керамический стержень. Металлические клеммы были соединены на обоих концах волокна УНТ. Были измерены электрические свойства, такие как сопротивление и ТКС резисторов УНТ.

2. Резисторы из металлического сплава были изготовлены путем легирования меди (Cu) и никеля (Ni) с различными атомными составами, предназначенными для регулирования сопротивления, и их ТКС для резисторов УНТ, изготовленных в этой работе. Концентрация была отрегулирована методом исключения сегрегации. Атомные составы изготовленных проволок из металлического сплава были подтверждены с использованием энергодисперсионного рентгеновского анализа для подтверждения результатов расчета состава.

3. Гибридные резисторы были изготовлены путем параллельного соединения двух изготовленных выше резисторов (волоконного резистора УНТ и резистора из металлического сплава), и схема гибридного резистора была показана на рис. 1. Сначала на корпус резистора была намотана проволока металла, которая состоит из керамического стержня, металлических колпачков и проводов. Затем оба конца проволоки были зафиксированы и соединены методом точечной сварки. Далее, волокна УНТ были намотаны на корпус резистора и соединены путем приклеивания пастой. Так же было проведено измерение электрических свойств, таких как сопротивление и ТКС. Измерение ТКС проводилось путем измерения сопротивления от 25 до 125°C с шагом 5°C в вакуумной печи.

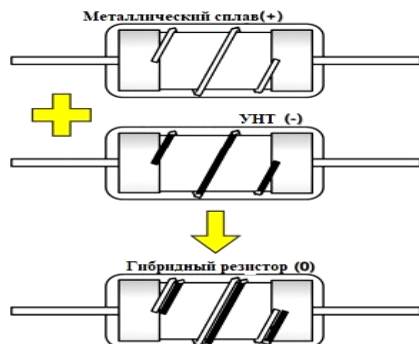


Рис. 1 - Схема гибридного резистора

На экспериментальном этапе, мы измерили сопротивление металлического сплава, волокна УНТ и гибридного резистора, показав значение ТКС близкое к нулю, поэтапно с шагом температуры 5°C , как показано на рис 2. ТКС резистора из металлического сплава (верхние треугольные символы) увеличивается с температурой, что приводит к положительному ТКС. Однако ТКС волоконного резистора УНТ (нижние треугольные символы) уменьшались с температурой, что приводило к отрицательному ТКС. Следовательно, гибридный резистор, состоящий из резистора из металлического сплава и волоконного резистора УНТ, показал практически нулевой ТКС с термостабильностью.

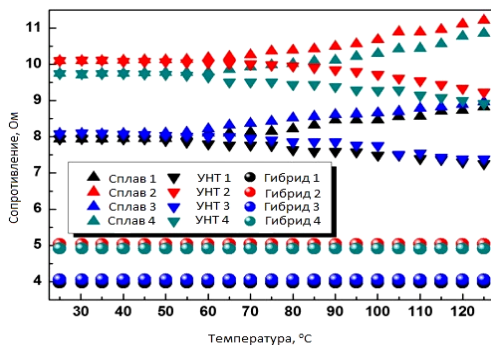


Рис.2 - Сопротивление гибридных резисторов, показывающее практически нулевой ТКР

Выводы

В результате данного исследования, мы предложили новый подход к изготовлению резисторов с приближенным нулевым значением ТКС путем параллельного соединения волокна УНТ с отрицательным ТКС и металлическим сплавом с положительным ТКС. Волокнистые резисторы УНТ, изготовленные путем намотки волокон УНТ, показали - 870 ppm/°C. Резисторы из металлического сплава были изготовлены из Cu и Ni с различными весовыми составами, показывающими ТКС от 400 до 1300 ppm/°C. Гибридные резисторы, изготовленные путем параллельного соединения двух вышеупомянутых резисторов, показали почти нулевое значение ТКР, равное -2 ppm/°C. Увеличение сопротивления на резисторе из металлического сплава и уменьшение сопротивления на основе волоконного резистора из УНТ при увеличении температуры компенсируют друг друга, что приводит к ТКС приближенному к нулю, на гибридном резисторе.

Список литературы

1. Endo, M. et al. Recent development of carbon materials for Li ion batteries. Carbon 38, 183–197 (2000).
2. Bruckner, W. et al. Oxidation behaviour of Cu-Ni (Mn)(constantan) films. Thin Solid Films 258, 252–259 (1995).
3. RDavis, J. R. Copper and copper alloys. ASM International (2001).

УДК 539.231

Аленбаев Александр Ильдарович

направление Электроника и нанoeлектроника (магистратура) гр. ЭИНм-11

Научный руководитель **Филимонов Виталий Евгеньевич**,

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

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРА ПРОПУСКАНИЯ ПЛЕНОК ОКСИДА ЦИНКА

Введение. Для современной тонкопленочной электроники одним из самых востребованных материалов, привлекающих внимание

исследователей, является оксид цинка (ZnO). Он является перспективным материалом для промышленного применения, поскольку имеет уникальные механические, оптические и полупроводниковые свойства, благодаря которым пленки ZnO находят широкое применение при создании пьезоэлектрических датчиков и оптико-электронных устройств, таких как фотодиоды, солнечные батареи, жидкокристаллические дисплеи [1]. В настоящее время большой интерес представляет использование метода магнетронного распыления и его различных модификаций для формирования тонких пленок ZnO на прозрачных для света диэлектрических подложках, что вызвано возможностью контролируемого управления параметрами технологического процесса и позволяет эффективно влиять на формирование указанных пленок, получая их заданную структуру и свойства, оценить изменение которых можно по спектрам пропускания. Поэтому исследование спектра пропускания пленок оксида цинка, полученных методом магнетронного распыления, становится актуальной проблемой.

Методика и результаты экспериментов. Для исследования спектра пропускания тонких пленок ZnO была получена методом магнетронного распыления серия образцов этих пленок на прозрачных для света стеклянных подложках с варьируемыми технологическими параметрами в процессе напыления, а именно с различным соотношением рабочих газов Аг и O_2 в процессе формирования этих пленок. Спектры пропускания тонких пленок ZnO измерялись при помощи спектрофотометра СФ-2000. Для анализа полученных спектров использовался конвертный метод, с помощью которого можно определить из спектра пропускания следующие параметры: коэффициент преломления, коэффициент поглощения и толщину структуры. Основой данного метода являются конвертные кривые, которые строят при помощи интерполяции спектра пропускания экспериментальных точек. Расположение этих точек соответствует интерференционным максимумам и минимумам. Указанный метод применим, если подложка прозрачна и уровень поглощения нанесенной пленки слаб. Характеризуются полученные таким образом спектры периодическими пиками и впадинами, которые обуславливаются интерференционными явлениями [2].

Полученные спектрограммы представлены на рис. 1, 2 и 3.

Для определения спектральных характеристик использовали следующие формулы:

$$n(\lambda) = \left[\left(\frac{2n_s(T_M(\lambda) - T_m(\lambda))}{T_M(\lambda)T_m(\lambda)} + \frac{n_s^2 + 1}{2} \right) + \sqrt{\left(\frac{2n_s(T_M(\lambda) - T_m(\lambda))}{T_M(\lambda)T_m(\lambda)} + \frac{n_s^2 + 1}{2} \right)^2 - n_s^2} \right]^{1/2}, \quad (1)$$

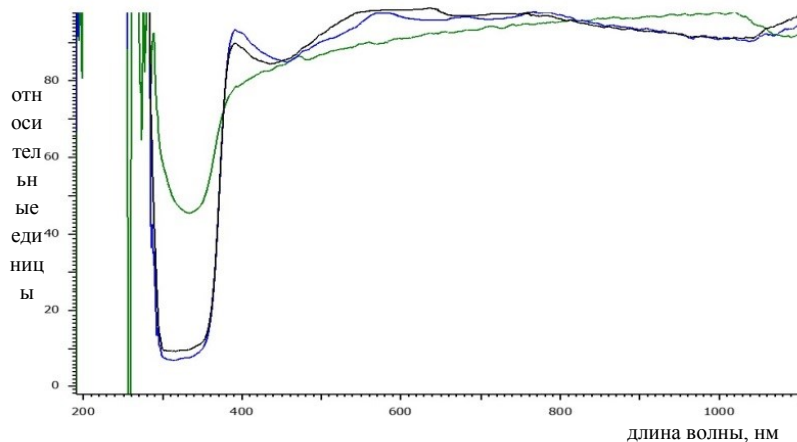


Рис. 1- Спектр пропускания пленок ZnO при соотношении рабочих газов в вакуумной камере 50 % Ar/ 50 % O₂

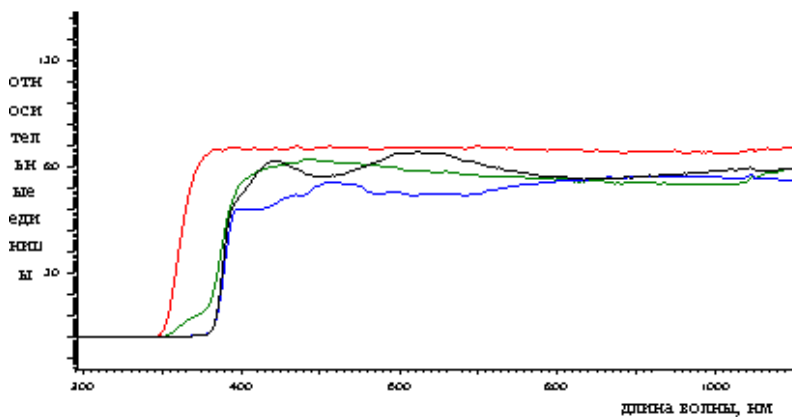


Рис. 2- Спектр пропускания пленок ZnO при соотношении рабочих газов в вакуумной камере 30 % Ar/ 70 % O₂

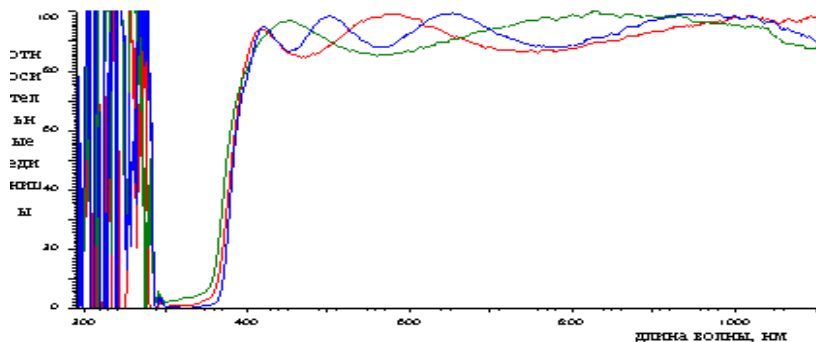


Рис. 3- Спектр пропускания пленок ZnO при соотношении рабочих газов в вакуумной камере 20 % Ar/ 80 % O₂

где $T_M(\lambda)$ и $T_m(\lambda)$ – точки, соответствующие положению интерференционных максимумов и минимумов на спектрах пропускания; n_s – показатель преломления подложки ($n_s = 1,153$ для стекла).

Коэффициент поглощения определяли из выражения (2):

$$\alpha(\lambda) = \frac{1}{2} \ln \left[\frac{(n(\lambda) - 1)(n(\lambda) - n_s) \left[\left(\frac{T_M(\lambda)}{T_m(\lambda)} \right)^{1/2} + 1 \right]}{(n(\lambda) + 1)(n(\lambda) + n_s) \left[\left(\frac{T_M(\lambda)}{T_m(\lambda)} \right)^{1/2} - 1 \right]} \right], \quad (2)$$

Толщину пленки определяли из выражения (3):

$$d = \frac{A\lambda_1\lambda_2}{2[n(\lambda_1)\lambda_2 - n(\lambda_2)\lambda_1]}, \quad (3)$$

где λ_1 и λ_2 – длины волн, соответствующие соседним экстремальным точкам, $A = 0,5$ для двух экстремумов различного типа (max – min; min – max).

В таблице 1 приведены полученные расчетные данные для наиболее эффективного соотношения концентраций газов в газовой смеси.

Таблица 1 - Результаты расчетов для 20 % Ar/ 80 % O₂

Номер образца	Образец 1	Образец 2	Образец 3
$n(\lambda)$	1,849	1,916	1,998
$\alpha(\lambda)$	0,395	0,433	0,497
d , нм	108	157	219

Выводы

По полученным спектрограммам и проведенным расчетам можно сделать вывод о том, что при магнетронном осаждении пленок ZnO на стеклянные подложки наиболее эффективным соотношением концентраций газов в газовой смеси можно считать 80 % кислорода (O₂) и 20 % аргона (Ar). При данной концентрации в пленках ZnO наблюдается полоса заметного оптического поглощения в области около 800 нм. Эта длина волны соответствует длине волны, на которой работают некоторые лазеры. Полученные пленки могут найти применение в оптике.

Список литературы

1. Зима, В. Н. Структура и морфология пленок оксида цинка, полученных реактивным магнетронным напылением / В. Н. Зима, А. Г. Козлов, Т. Н. Танская, В. И. Блинов, И. А. Лобов // Вестн. Ом. ун-та. – 2013. – № 2. – С. 75-79
2. Брус, В. В. Оптические свойства тонких пленок TiO₂–MnO₂, изготовленных по методу электронно-лучевого испарения / В. В. Брус, З. Д. Ковалюк, П. Д. Марьянчук // Журнал технической физики. – 2012. – Т. 82. – №8. – С. 110-113.

УДК 621.373.5

Архиреев Илья Андреевич

направление Электроника и Нанoeлектроника (магистратура), гр ЭИНм-11

Научный руководитель: **Сушенцов Николай Иванович**

канд. техн. наук, доцент, зав. каф. Конструирования и производства
радиоаппаратуры

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

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ УЗ ГЕНЕРАТОРА И ЕГО ИСПЫТАНИЯ НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ СОВМЕСТИМОСТЬ

Введение. Предназначение ультразвуковых генераторов заключается в преобразовании тока промышленной частоты в ток высокой частоты ультразвукового диапазона, минимальный порог которого считается 18кГц, для электроакустических систем (пьезоэлектрических и магнитострикционных). Так как ультразвуковые колебательные системы представляют нагрузку на ультразвуковой генератор параметры стабильности резонансной частоты, К.П.Д могут быть не

устойчивыми. Это определяет собой цель разработки наиболее оптимальной конструкции системы точной подстройки частоты. Немаловажной частью конструкции является блок управления амплитудой колебаний, который определяет параметры воздействия на рабочую среду [1]. Совокупность различной элементной базы, может показывать непредсказуемые результаты в области электромагнитной совместимости (ЭМС). Требования к ЭМС распространяются на технические средства, способные создавать электромагнитные помехи и качество функционирования которых зависят от воздействия внешних помех. Данные требования применяются в целях защиты жизни и здоровья человека, имущества, а также предупреждения действий вводящих в заблуждение пользователей технического средства. Согласно ТР ТС 020/2011 электроприбор должен быть разработан таким образом, чтобы электромагнитные помехи не превышали уровня, обеспечивающего функционирование средств связи и других технических средств, а также имело уровень помехоустойчивости, обеспечивающий его функционирование в электромагнитной обстановке.

Целью работы является обзор принципов построения ультразвуковых генераторов и методик испытаний согласно ТР ТС 020/2011.

Принципы построения ультразвуковых генераторов зависят от области применения УЗ воздействия, но общая структура у них все же имеется. На рис. 1 изображена структура современного УЗ генератора. Выпрямитель/регулятор мощности имеет возможности подключения к однофазной или трехфазной сети питания. Часто можно видеть, как данный блок дополняется регулятором мощности, что повышает качество используемой электроэнергии.

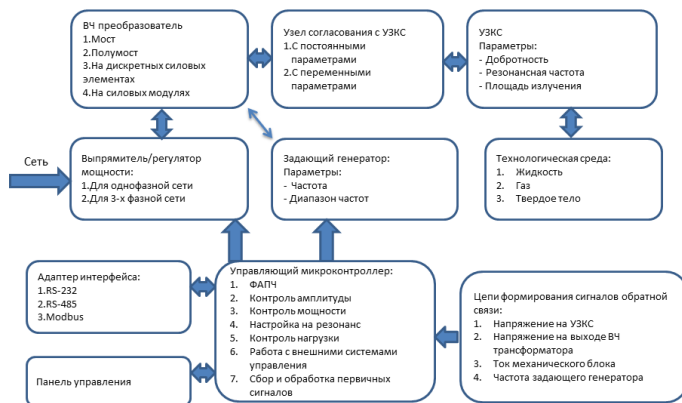


Рис.1 - Обобщенная структура ультразвукового генератора

Силовые модули являются составляющими высокочастотного преобразователя представляющего собой полумостовой инвертор. В его основе лежит задающий генератор управляющий частотой преобразования.

Ультразвуковая колебательная система представляет электро-механическую часть, которая преобразует электрическую энергию в энергию механических колебаний и оказывает полезное действие в технологических средах. Это является основным объектом управления, с помощью которого формируются воздействия на объект находящийся в работе. Рассмотренные элементы указывают на мощность УЗ генератора в готовом к работе виде.

За формирование первичных измерительных сигналов отвечает цепь формирования сигналов обратной связи. Они несут в себе информацию о частоте, величине тока механического блока, напряжения на пьезоэлементах и т.д.

Микроконтроллер управляет всей совокупностью систем используемых в ультразвуковом генераторе, а также реализует их функционал. Например, в ультразвуковых ваннах вычислительные ресурсы микроконтроллера, позволяют контролировать кавитационные процессы возникающие в жидкостях в емкости.

Панель оператора позволяет пользователю управлять всем функционалом предоставляемым совокупностью систем реализуемых в УЗ генераторе [2].

Техническим регламентом таможенного союза регламентируется испытание на помехоустойчивость по ГОСТ 30804.6.2-2013 УЗ

генераторов [3]. Помехи вводятся согласно требуемым методам испытаний на различные порты технического средства, их можно увидеть на рисунке 2 [4].

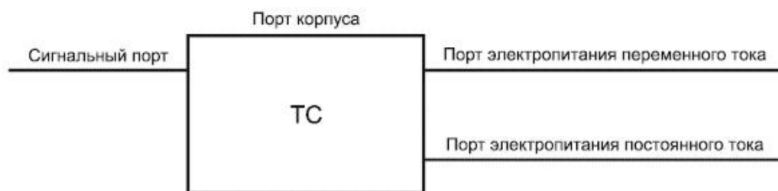


Рис.2 - Примеры портов ТС

Согласно ГОСТу необходимыми методами испытаний являются:

- Устойчивость к магнитному полю промышленной частоты;
- Электростатические разряды;
- Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радио-частотными электромагнитным помехам :
- Устойчивость к динамическим изменениям напряжения электропитания;
- Микросекундные импульсные помехи большой энергии;
- Наносекундные импульсные помехи.

Данные испытания могут показать реальную картину взаимодействия совокупности систем УЗ генератора, и выбрать оптимальный вариант сборки конструкции. Это позволит сделать безопасный прибор для пользователя. Так же имеется необходимость испытать согласно ГОСТ 30804.6.4-2013. Данные испытания позволят установить создаваемые электромагнитные помехи техническим средством. Появится возможность предупреждения вредного влияния на другие электроприборы находящиеся в непосредственной близости с УЗ генератором [5]. Имеются установленные нормы квазипиковых значений которым должен соответствовать УЗ генератор. Оценки соответствия нормам проводится статистическим методом согласно ГОСТу.

Выводы

Рассматриваемая структура позволяет создавать УЗ генераторы на различной элементной базе с различными технологическими параметрами, которые возможно применять в медицине, промышленности, а также в бытовых условиях. Оценка

электромагнитной совместимости позволяет расширить круг потребителей и обезопасить пользователей и их имущество от вредных излучений.

Список литературы:

1. В.Н. Хмелев. Принципы построения и пути развития ультразвуковых электронных генераторов [Текст] / В.Н. Хмелев, Р.В. Барсуков, Е.В. Ильченко // Южно-сибирский научный вестник. – 2016. №4(16).
2. Ультразвук. Аппараты и технологии: монография [Текст] / В.Н. Хмелев – Бийск: Изд-во Алт. Гос. Техн. ун-та, 2015. – 688с.
3. ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств».
4. ГОСТ 30804.6.2-2013 «Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в промышленных зонах».
5. ГОСТ 30804.6.4-2013 «Электромагнитные помехи от технических средств, применяемых в промышленных зонах».

УДК 621.3

Волков Кирилл Александрович,

направление Электроника и нанoeлектроника, гр. ЭИНЭ-41

Научный руководитель **Игумнов Владимир Николаевич,**

канд. техн. наук, профессор кафедры конструирования

и производства радиоаппаратуры

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»

г. Йошкар-Ола

ЭФФЕКТ ДЖОЗЕФСОНА: ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИИ

Цель работы – анализ физических процессов, происходящих в контакте Джозефсона, и способы создания перехода.

Исследуемый эффект был открыт Брайаном Джозефсоном в 1962 году. Эффект проявляется в материале, который находится в сверхпроводящем состоянии. В свою очередь, сверхпроводимость – это скачкообразное исчезновение электросопротивления при достижении очень низкой, криогенной, температуры. Первые опыты по получению сверхпроводящего состояния проводились с использованием жидкого гелия, температура кипения которого составляет 4,2К. Позднее, с развитием технологий и использованием сложных высокотемпературных сверхпроводников, удалось увеличить

температуру перехода в сверхпроводящее состояние, достигнув величины выше температуры кипения жидкого азота (77K).

Согласно эффекту Мейснера, переход вещества в сверхпроводящее состояние сопровождается вытеснением магнитного поля из однородного сверхпроводника. Соответственно, возврат материала из сверхпроводящего состояния в обычное может быть осуществлен путем его нагрева или воздействием слабого магнитного поля.

Предсказанные в 1962 году Джозефсоном эффекты в слабом контакте, названном впоследствии джозефсоновским переходом, между двумя сверхпроводниками, породили создание новых технологических приборов высокой точности. Эффект заключается в протекании через слабую связь сверхтока – джозефсоновского тока. Слабая связь может представлять контакт малой площади, тонкопленочный контакт или туннельный переход. Различают два эффекта Джозефсона: стационарный и нестационарный.

Стационарный эффект заключается в беспрепятственном прохождении слабого тока через туннельный контакт, который состоит из двух сверхпроводников и тонкого ($\approx 10^{-9}$ м) изолирующего материала между ними. В таком случае падение напряжения на переходе отсутствует, а ток, соответственно, обуславливается туннельным эффектом. В результате все электроны слабой связи начинают описываться одной волновой функцией, поскольку находятся в одном состоянии. Как и предписывается сверхпроводящему состоянию, наличие магнитного поля оказывает воздействие на ток Джозефсона, который начинает периодически менять свою величину и направление в пространстве.

Нестационарный эффект появляется при пропускании более высокого, критического, тока через контакт Джозефсона. При этом на слабой связи образуется падение напряжения, которое кроме постоянной составляющей имеет переменную, меняющуюся с некоторой угловой частотой ω , описываемой формулой:

$$\hbar\omega = 2eU \text{ [5].}$$

Происходит излучение высокой частоты, через контакт протекает уже переменный сверхток, частота которого составляет 483,6 МГц на каждый микровольт. Следовательно, эффект перспективен в области СВЧ.

Стационарный и нестационарный эффекты Джозефсона легли в основу множества приборов криоэлектроники, к ним можно отнести: квантовый генератор, преобразователи частоты и детекторы, сверхпроводящий квантовый интерферометр и множество других

аналоговых и цифровых устройств. Создание приборов невозможно без понимания построения перехода Джозефсона, о чем и пойдет речь далее.

Большинство известных методов формирования перехода Джозефсона имеют примерно единую базисную структуру: на подложку наносят тонкий слой сверхпроводящей пленки, далее на ней, с помощью зондового микроскопа, формируют слабую связь очень малой толщины. Выделим особенности самых технологических процессов изготовления перехода.

На очищенные подложки, изготовленные из химически инертного материала – MgO , напыляют пленки высокотемпературного сверхпроводника состава Bi-Sr-Ca-Cu-O . Данный состав является технологическим материалом с температурой перехода в сверхпроводящее состояние выше температуры кипения жидкого азота, получение которого более доступно, дешево и нетоксично в сравнении с жидким гелием. Критическая температура составляет $T_c \approx 110\text{K}$ для фазы Bi-2223 . Материал имеет ряд преимуществ: устойчивость к внешним воздействиям, отсутствие деградации, возможность получения хорошо контролируемых свойств [2].

Напыление пленки проводится в вакуумной установке методом высокочастотного магнетронного распыления. Реализация именно этого метода осаждения пленок обуславливается точностью воспроизведения исходного состава мишени и равномерностью образующейся пленки. Толщина полученного слоя составляет 60-100 нм.

Следующим этапом является отжиг пленки при температуре около 850°C . В зависимости от времени отжига, получают разные температурные фазы: Bi-2212 и Bi-2223 , с критическими температурами перехода в сверхпроводящее состояние 80K и 110K.

На готовой пленке, методом фотолитографии, формируется структура, ширина которой составляет 1 мкм, что меньше размера зерен данного материала.

Последующее создание слабой связи производится с помощью перерезывания структуры зондом атомно-силового микроскопа [3].

Это был один из способов формирования перехода Джозефсона. Он обладает большими перспективами в криоэлектронике, благодаря устойчивым квантовым эффектам и устойчивостью к окружающей среде.

Известен способ формирования джозефсоновского перехода с внедрением примеси, которая подавляет сверхпроводимость. Как и в

предыдущем способе, на подложку напыляют пленки высокотемпературного сверхпроводника. Затем пленку покрывают защитным слоем металла (Au, Ag), в котором формируют окна с помощью иглы зондового микроскопа. Окна легируют примесью, подавляющей сверхпроводимость, например Si. Время легирования подбирается с учетом свойств примеси, слоя сверхпроводника и параметров обработки по формуле:

$$t = \frac{1}{j} e N_{кр} \Delta R_x \sqrt{2\pi} \exp \left[\frac{1}{2} \left(\frac{d_c - h_c - R_x^*}{\Delta R_x^*} \right)^2 \right]$$

где j - плотность ионного тока;

d_c - толщина пленки ВТСП;

h_c - толщина мостика Джозефсона;

R_x^* - эффективная проекция пробега иона, характеризующая глубину легирования;

ΔR_x^* - среднеквадратичное отклонение от R_x^* ;

$N_{кр}$ - концентрация примеси, подавляющей ВТСП [4].

При таком способе формирования перехода Джозефсона обнаруживаются новые свойства, главным из которых является возможность в процессе легирования влиять на свойства получаемой структуры.

Вывод.

В процессе выполнения работы была изучена физическая и техническая стороны эффекта Джозефсона. Применение рассмотренных технологий позволяет добиться устойчивой работы джозефсоновского контакта при температуре жидкого азота, применение которого более рационально и дешево. Легирование сверхпроводника подавляющей примесью позволяет влиять на получаемую структуру.

Список литературы

1. Дмитриенко, И. М. Квантовые эффекты в сверхпроводимости / И. М. Дмитриенко. – М.: Знание, 1968. — 48 с.
2. Голев, И. М. Нелинейные свойства многофазных высокотемпературных сверхпроводников системы Bi–Sr–Ca–Cu–O в области температур сверхпроводящего перехода / И. М. Голев, А. В. Сергеев, О. В. Калядин // Физика твердого тела. – 2017. – Том 59, вып. 1. С. – 19-22.
3. Патент РФ №2298260, 09.11.2005. H01L39/24. Способ изготовления сверхпроводникового прибора / Мингазин В. Т., Григорашвили Ю. Е., Бухлин А. В.

4. Патент РФ №2376686, 20.12.2009, H01L39/24. Способ изготовления перехода джозефсона / Большаков А. П., Игумнов В. Н., Филимонов В. Е.
5. Шмидт, В. В. Введение в физику сверхпроводников / В. В. Шмидт. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: МЦНМО, 1968. – 398 с.

УДК 544.47 + 66

Гайфуллин Эдгар Николаевич
Направление Радиотехника, гр 5188

Научный руководитель **Насыбуллин Айдар Ревкатович**,
канд. техн. наук., доцент кафедры РФМТ
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», г. Казань

ПРОВЕДЕНИЕ СИНТЕЗА ТЕРМОТРОПНЫХ ПОЛИАРИЛАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ

Целью работы является разработка СВЧ установки для синтеза термотропных полиарилатов, позволяющей уменьшить время протекания реакции и снизить количество вредных веществ выделяемых при протекании реакции.

Наука и техника не стоят на месте, появляются новые изобретения, а значит возникает потребность в создании новых веществ, которые обладают параметрами, превосходящими их предшественников. Одним из таких веществ являются полиарилаты.

Полиарилатами называются сложные эфиры различных дикарбоновых кислот и двухатомных фенолов общей формулы звена ($-O-CR-COO-Ar-O-$)_n, где R – остаток дикарбоновой кислоты, а Ar – остаток двухатомного фенола [1]. Собой полиарилаты представляют твердые от белого до коричневого цвета порошки или гранулы, температура плавления которых от 250 до 340°C, а плотность 1,168-1,267 г/см³. Из-за жесткой структуры макромолекулы, полиарилаты обладают высокой химической и термической устойчивостью. Так же они устойчивы к воздействию органических и минеральных кислот различной концентрации (кроме H₂SO₄). Реакция синтеза полиарилатов протекает в растворителях при температуре примерно равной 280С. Данным требованиям отлично удовлетворяет дитоллилметан.

В ходе разработки СВЧ установки для синтеза термотропных полиарилатов было принято решение провести модификацию бытовой

многомодовой микроволновой печи. Такой выбор был обусловлен доступностью таких печей, а также тем, что размеры многомодовой камеры не зависят от длины волны СВЧ излучения.

Для проведения синтеза было принято использовать колбу с тремя горловинами. По этой причине в верхней части расположили три запредельных волновода. Через первую горловину подается газ и подводится датчик температуры. Центральная горловина необходима для перемешивания раствора, а через третью горловину будет происходить получение готового продукта. Регулировка интенсивности нагрева производится с помощью фторопластовой подставки, которая позволяет регулировать высоту положения колбы. Объем рабочей камеры заполняется муфелем, это необходимо для того, чтобы предотвратить остывание раствора. Материалом муфеля выбрали стекловату, благодаря малым потерям и низкой теплопередачей. Схема установки в разрезе изображена на рисунке 1.

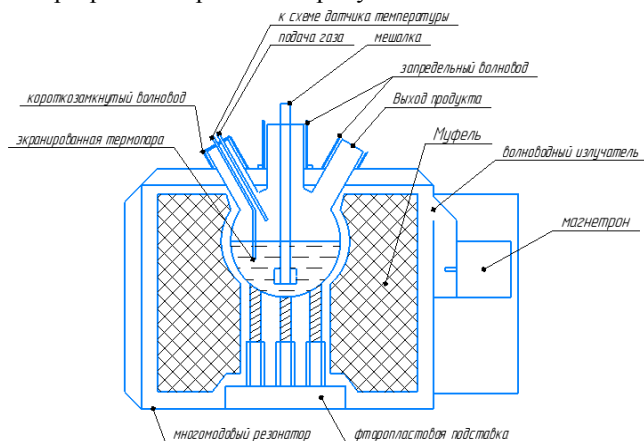


Рис.1 – Схема установки в разрезе

Оценку зон нагрева внутри рабочей камеры, провели калориметрическим методом с помощью термобумаги, по результатам эксперимента было выбрано место в верхней стенке микроволновой печи, где были вырезаны отверстия, к которым припаяны запредельные и закорачивающий волноводы, так чтобы не происходило излучения СВЧ энергии в пространство.

Установили систему плавного пуска, а на боковой стенке микроволновой печи разместили блок управления и блок контроля температуры. Измерение температуры осуществляется с помощью

термопары, которая через микросхему MAX6675 подключается к блоку Arduino. Он в свою очередь подключен к компьютеру, через который производится контроль и управление ходом реакции. Реализованная установка изображен на рисунке 2.



Рис. 2 – Установка для синтеза термотропных полиарилатов

По проведенным экспериментам был построен график нагрева изображенный на рисунке 3.

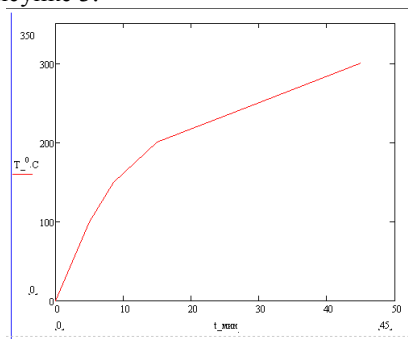


Рис. 3 –График нагрева дитолилметана

Вывод

Собрали СВЧ установку для синтеза термотропных полиариоатови и провели эксперименты по нагреву дитолилметана, по полученным экспериментальным данные, был построен график зависимости температуры раствора от времени. По графику видно, что необходимую температуру 280°C, реакция достигает за 35-40 минут. Полученные результаты удовлетворяют требованиям.

Список литературы

1. Sivan Velmashi Extremely Rapid Synthesis of Aliphatic Polyesters by Direct Polycondensation of 1:1 Mixtures of Dicarboxylic Acids and Diols Using Microwaves / Sivan VELMATHI, Ritsuko NAGAHATA, Kazuhiko TAKEUCHI // National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST). – Japan .– 2007. – P. 305-8565.

УДК 53.05

Гильфанова Альмира Фанисовна

Направление Радиотехника (бакалавриат), гр. 5415

Научный руководитель **Веденькин Денис Андреевич,**

канд.техн.наук, доцент кафедры радиофотоники и микроволновых технологий

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева», г. Казань

ПОВЫШЕНИЕ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ КАНАЛА СВЯЗИ С КВАДРАТУРНОЙ АМПЛИТУДНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ

Цель работы – повышение помехозащищенности канала связи с квадратурной амплитудной модуляцией, посредством изменения сигнального созвездия.

В современном мире используется большое количество электронных устройств, излучения которых действуют друг на друга как шум. Чтобы уменьшить их влияние необходимо повысить помехозащищенность каналов связи. Системы связи с квадратурной амплитудной модуляцией широко применяются при организации систем спутникового телевизионного вещания, в прямой линии наземных сотовых систем третьего поколения вследствие чего исследование и анализ их работы является актуальной задачей.

Для обеспечения высокой спектральной эффективности использования радиоканала с ограниченной полосой пропускания были разработаны системы радиосвязи, которые используют многопозиционные сигналы. При сравнении существующих многопозиционных методов модуляции с точки зрения энергетической и спектральной эффективности следует выделить квадратурную амплитудную модуляцию (КАМ). Данный способ модуляции также обеспечивает меньшую вероятность ошибки на бит передаваемой информации и поэтому оказывается более предпочтительным. Так как

амплитуда КАМ-сигнала принимает различные значения, применение этого способа модуляции сопровождается повышением требований к линейности канала передачи [1].

При квадратурной амплитудной модуляции каждому из возможных значений дискретного символа ставится в соответствие пара величин — амплитуды синфазной и квадратурной составляющих либо, что эквивалентно, амплитуда и начальная фаза несущего колебания.

В методе квадратурной амплитудной модуляции использованы преимущества одновременной передачи двух различных сигналов на одной несущей частоте, но при этом задействованы две копии несущей частоты, сдвинутые относительно друг друга на 90° .

При использовании этого способа модуляции радиосигнал представляется в виде двухмерной точечной диаграммы на комплексной плоскости, точками на которой являются все возможные символы, представленные в геометрической форме. Более абстрактно, на диаграмме отмечены все значения, которые могут быть выбраны данной схемой манипуляции, как точки на комплексной плоскости. Сигнальные созвездия, полученные в результате измерения радиосигнала, могут использоваться для определения типа манипуляции, рода интерференции и уровня искажений [2].

Распознавание сигналов КАМ-16 можно осуществить путем сравнения с порогами синфазной и квадратурной составляющих принятого импульса. Соотношение их полярностей определяет квадрант расположения сигнальной точки, а результат сравнения их абсолютных значений с порогами — положение точки внутри квадранта. Соответственно сигнальное созвездие имеет форму квадрата или квадратной решетки, в узлах которой располагаются сигнальные точки.

Модель квадратурного амплитудного модулированного сигнала создаем в виде программного кода. Каждому возможному значению сигнала ставится в соответствие комбинация различных амплитуд и фаз, соответствующих четырем точкам на комплексной плоскости. В данной работе сигнал рассмотрен на базе первого квадранта сигнального созвездия.

К этому сигналу добавляем шум, который действует на одну из четырех точек сигнального созвездия, т.е. изменяет амплитуду и фазу этой точки. Под воздействием шума эта точка попадает в соседнюю область, вследствие чего сигнал не может быть правильно принят и переданная информация искажается.

Для того чтобы повысить помехозащищенность канала связи и принять переданный сигнал без ошибок необходимо точку, на которую

воздействует шум, перенести в область сигнального созвездия, на которую шум не влияет, т.е. изменить координаты точки – амплитуду и фазу (см. рисунок).

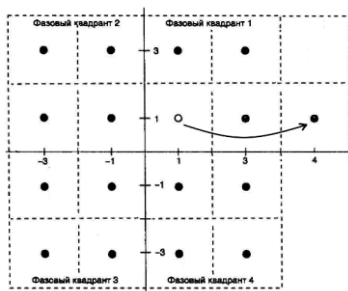


Рис. 1 – Сигнальное созвездие помехозащищенного сигнала

Выводы

Чтобы принять всю переданную информацию необходимо точки сигнального созвездия, которые подверглись воздействию шума, перенести в область за пределами сигнального созвездия, где воздействие шума минимально, и он не влияет на сигнал.

Таким образом, изменение положения точек в сигнальном созвездии относительно действующего на сигнал шума позволяет повысить помехозащищенность канала связи. Однако для этого необходимо увеличить амплитуду, т.е. увеличить мощность передаваемого сигнала.

Список литературы

1. Веденькин Д.А., Епов А.Э. «Система кодирования сообщений на основе генератора с динамической обратной связью». — Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2018. № 1 (37). С. 22-32.
2. Насыбуллин А.Р., Веденькин Д.А. «Пространственная фильтрация ионосферных мод в адаптивной антенне на основе нейросетевых технологий». — Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2017. № 4 (36). С. 26-32.

Ермилов Руслан Ринатович

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

Научный руководитель

Филимонов Виталий Евгеньевич,

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

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОВОДЯЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА АЛЮМООКСИДНОЙ КЕРАМИКЕ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ

Введение. В настоящее время в производстве микросборок, металлокерамических корпусов и металлокерамических плат используется технология нанесения проводящего рисунка методом трафаретной печати с последующим вжиганием металлизационных слоев. При этом, главным образом, применяются металлизационные пасты на основе вольфрамовых порошков, а минимальная разрешающая способность зависит от шага ячейки и ориентации трафаретной сетки. Данный метод широко распространен в России и за рубежом.

Толщина металлизационного слоя в трафаретной печати составляет 20-30 мкм. Подпрессовка металлизации позволяет уменьшить толщину

до 4-7 мкм и увеличить прочность сцепления металлизации с керамикой [1]. Однако, после подпрессовки возможны различные геометрические искажения размером от 10 до 50 мкм (рис. 1), что ухудшает точность воспроизведения рисунка. Поэтому формирование проводящих поверхностей на алюмооксидной керамике ранее не применявшимся и более

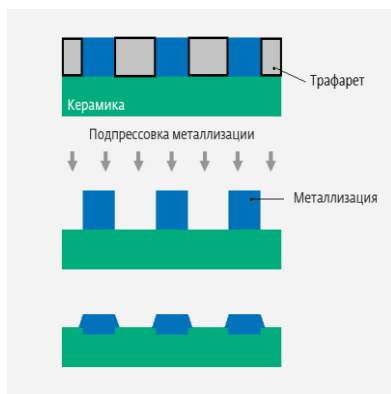


Рис. 1- Нанесение металлизации с последующей подпрессовкой

точным методом магнетронного распыления является актуальной проблемой.

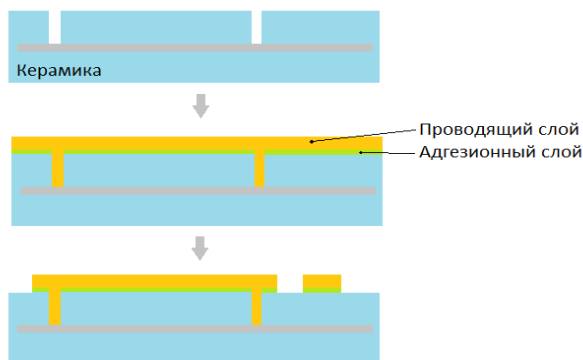


Рис. 2 - Схема процесса нанесения проводящих

Описание методики. Предлагается решить возникшую проблему за счет нанесения проводящего слоя методом магнетронного напыления. При этом верхний проводящий слой следует формировать, управляя параметрами технологического процесса магнетронного напыления. Преимуществом данного метода будут:

- 1) высокая разрешающая способность;
- 2) возможность применения различных материалов с оптимальным поверхностным удельным сопротивлением;
- 3) контролируемая толщина нанесенного материала.

Рассмотрим схему процесса нанесения проводников. Из одного или нескольких слоев пластичной алюмооксидной керамики изготавливается подложка. При необходимости межслоевые соединения наносятся методом трафаретной печати. Верхний металлизационный слой и переходные отверстия в нем предварительно не наносятся. Далее в печи высокотемпературного обжига происходит спекание подложки до состояния монолита. После спекания поверхность подложки очищают от грязи и окислов, и помещают в установку магнетронного напыления. Для лучшего сцепления проводящего слоя с керамикой наносят адгезионный подслой из тугоплавкого материала толщиной 1-2 мкм. Затем наносят проводящий слой из конкретного проводящего материала. После извлечения подложки из камеры магнетронного

напыления методом фотолитографии получают топологический рисунок наружных слоев (рис. 2).

Выводы

Таким образом, была разработана методика изготовления плат микросборок на подложках из алюмооксидной керамики с применением технологии магнетронного напыления, позволяющая повысить точность воспроизведения рисунка и надежность. Также разработанная методика позволяет уменьшить сопротивление, вносимое проводниками.

Список литературы

1. Ермолаев, Е. В. Металлокерамические платы и корпуса микросхем повышенной степени интеграции. Обеспечение вакуумплотности / Е. В. Ермолаев // *Электроника НТБ*. – 2015. – № 5. – С. 116-120.
2. Соболев, С. Ф. Технология электромонтажа / С. Ф. Соболев // СПб.: СПбГУ ИТМО. – 2008. – 88 с.

УДК 628.382

Ефимов Степан Григорьевич

направление электроника и нанoeлектроника (магистратура), гр. ЭИМ-21

Научный руководитель **Сушенцов Николай Иванович**,

канд. техн. наук, доцент

кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры

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

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК ОКСИДА ТИТАНА ДЛЯ НАНОЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ

Актуальность темы. На сегодняшний день одним из наиболее перспективных материалов функциональной электроники является оксид титана. Это объясняется перспективными оптическими, термическими, фотокаталитическими и электрофизическими свойствами данного материала. В частности, особый интерес представляет наноструктурированный TiO_2 – тонкие пленки и наночастицы оксида титана.

Пленки оксида титана играют ключевую роль в ряде электронных устройств, таких как мемристоры, фотовольтаические ячейки, накопители энергии, прозрачные электроды, газовые сенсоры и т. д.

На сегодняшний день существует большое количество работ, посвященных получению и исследованию свойств перспективных во многих областях науки и техники наноразмерного оксида титана, однако существующие способы получения данных материалов могут быть модернизированы или упрощены

Введение. Одним из возможных кандидатов на роль альтернативного диэлектрика в интегральной технологии на базе МДП структур (металл–диэлектрик–полупроводник) является оксид титана с шириной запрещенной зоны $E_g = 3.0\text{--}3.2$ эВ и $\epsilon = 30\text{--}80$ в зависимости от структуры и фазового состава.

В настоящее время возможен синтез четырех фаз: анатаза, бурукита, рутила и аморфной с высоким выходом целевого продукта $\sim 100\%$. Разнообразие данных о характере формирования наночастиц в тех или иных условиях свидетельствует о возможности селективного синтеза наночастиц оксида титана путем вариации условий синтеза и методов обработки.

Существует несколько способов получения наноразмерных частиц оксида титана. Однако наиболее подходящими методами получения пленок на основе оксида титана являются метод магнетронного распыления и метод дугового испарения. Другие, основные методы затрудняют получение оптимальных тонких пленок оксида титана по ряду причин:

- 1) Метод термического испарения и конденсации не подходит по причине невозможности получения оксидных соединений.
- 2) Метод импульсно-плазменного напыления не подходит из-за низкой скорости осаждения и наличием кислорода в металлических пленках.
- 3) Молекулярно-лучевая эпитаксия, данным методом получают только монокристаллические пленки. Также экономически невыгодно из-за высоких цен на оборудование.
- 4) Золь-гель, главным недостатком этого метода является сложность управления процессом.

Целью исследования являлось получение тонких пленок оксида титана методом магнетронного распыления и методом дугового испарения, анализ полученных образцов.

Основными технологическими процессами получения пленок являются:

- 1) Очистка подложек.
- 2) Создание необходимой степени вакуума.

3) Нанесение покрытия TiO_2 методами магнетронного распыления (напыление титана производится при следующих условиях: давление в камере 0,5 Па, газ - аргон с азотом в соотношении 60/40, сила тока 6 А, напряжение 426 В, время напыления 60 минут, расстояние от мишени до подложки 140мм) и дугового испарения (включение электродугового испарителя и подача на подложку потенциала смещения ~ 1000 В, для нагрева и очистки подложки, после достижения необходимой температуры прекращение подача потенциала на подложку, проводится нанесение покрытия в течение 2,5 минут).

При приведении экспериментов использовалось два отличающиеся друг от друга метода осаждения пленки: магнетронное распыление и дуговое испарение.

При исследовании пленок методом спектрофотометрии, измеряются спектры пропускания и поглощения тонких пленок. Пленка, полученная магнетронным распылением, имеет максимум коэффициента пропускания порядка 100 % на длине волны 849 нм. Пленка, полученная дуговым испарением, показывает более низкий спектр пропускания и обладает максимумом коэффициента пропускания порядка 54 % на длине волны 414 нм.

В результате анализа дифрактограмм полученных рентгеноструктурным анализом тонких пленок, был определен их качественный фазовый состав. Фазовый состав пленки, полученной магнетронным способом, представлен преимущественно анатазом с небольшим содержанием рутила. Фазовый состав пленки, полученной дуговым методом, также представлен анатазом и рутилом. Однако содержание указанных фаз оказалось мало для их регистрации в классической геометрии Брегга-Брентано, фазы были обнаружены только в геометрии скользящего падения.

Для определения толщины и ширины запрещенной зоны исследуемых тонких пленок использовался конвертный метод. Таким образом средняя толщина, и ширина запрещенной зоны пленки полученной магнетронным распылением составила 1,3196 μm и 3,35 эВ. Для пленки полученной дуговым испарением данные величины имеют значение 0,6508 μm и 4,45 эВ.

Выводы

Исходя из результатов спектрофотометрии пленка полученная магнетронным распылением имеет максимум коэффициента пропускания порядка 100%. Такие высокие оптические показатели

обусловлены большим содержанием фазы антаза в образце, о чем свидетельствует анализ дифрактограммы тонкой пленки.

Уменьшение оптических показателей пленки полученных дуговым испарением, связано с малой фазой анатаза и содержанием преимущественно аморфной фазы.

Можно сделать вывод, что пленки на основе оксида титана можно получить двумя методами осаждения. Однако магнетронным распылением возможно получение более качественных пленок TiO_2 с лучшими коэффициентом пропускания и фазовым составом, преимущественно антаз, с шириной запрещенной зоны $E_g = 3.0\text{--}3.2$ эВ.

Список литературы

1. Чибисов, А. Н. Электронная структура наночастиц диоксида титана / А. Н. Чибисов, А. О. Бизюк // Вестник Амурского государственного университета. 2008. Вып. 43. С. 22 – 23.
2. Мазуренко, В. В. Наночастицы, наноматериалы, нанотехнологии [Текст]: учебное пособие / В.В. Мазуренко, А.Н. Руденко, В.Г. Мазуренко. – Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2009. – 102 с.
3. Сорокин, П. Б. Теоретические исследования физико-химических свойств низкоразмерных структур [Текст] : дис. ... док. физ.-мат. наук : 01.04.07 : защищена 3.12.14 / Сорокин Павел Борисович. – Москва, 2014. – 324 с.

УДК 004.5

Дождикова Екатерина Ивановна

направление Биотехнические системы и технологии (бакалавриат),
гр. БТС--31

Научный руководитель: **Евдокимов Алексей Олегович,**

к.т.н., доцент кафедры радиотехнических и медико-биологических систем
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГРАФИЧЕСКИХ ПАРОЛЕЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ СТУДЕНТАМИ

Пароли применяются в целях защиты информации от несанкционированного доступа. Для удостоверения пользователя, в

большинстве вычислительных систем, используется следующая комбинация: «имя пользователя - пароль».

Выделяют два вида паролей: символьный и графический. Символьный пароль – тип пароля, при котором пользователь использует слово либо, набор знаков (букв или цифр). Графический пароль – тип пароля, при котором пользователь сопоставляет некоторый рисунок с заранее выбранными жестами.

Для того чтобы пароль было трудно взломать, люди используют сложные пароли, так как они являются более стойкими. Поскольку, около 40% пользователей, согласно исследованиям, выбирают такие пароли, которые автоматически легко угадать.

В статье рассмотрена актуальная проблема – проблема повышения безопасности персональных данных, защищаемых паролями за счёт исследований и выработки рекомендаций по составлению устойчивых к взлому (безопасных) паролей различных типов.

Целью работы является - исследование надёжности паролей, используемых различными группами опрошенных, для формулировки требований технического задания к разработке программного продукта, позволяющего обеспечить людей простыми для запоминания и надежными к взлому паролями различного типа (буквенно-цифровые пароли для персональных компьютеров, графические пароли для смартфонов и устройств с сенсорными экранами).

Работа осуществлялась на следующих этапах:

1. Проведение опроса среди студентов высших учебных заведений г. Йошкар-Олы; выяснение того, какие пароли предпочитают студенты; составление усредненных образов паролей для различных категорий.
2. Формулировка требований технического задания к Разработке программного продукта, позволяющего генерировать пароли различного типа (буквенно-цифровые пароли для ПК, графические пароли для смартфонов и устройств с сенсорными экранами).
3. Подготовка информационных материалов, для повышения информационной грамотности населения.

На первом этапе, для определения, какие пароли являются более предпочтительными, был проведен опрос среди студентов. В результате анкетирования, были проанализированы полученные данные, в результате которых получены следующие результаты.

1. Тестирование прошли 32 человека, из которых 15 девушек и 17 юношей; большинство из них составили студенты 2 курса в возрасте 19 лет. По данным опроса было выявлено, что большинству студентов нравится использовать пароль средней длины: от 7 до 12 символов.

2. Были предложены несколько вариантов паролей, но большинство выбрали придумать его себе самостоятельно, поскольку ни один из предложенных не удовлетворял.

3. Так же было выявлено, что большинство предпочитают пароли средней сложности, и что при указании на простоту пароля, они бы его никак не заменили.

4. Были проанализированы графические пароли, составленные студентами. Каждое направление линий представлено на рис. 1 и обозначено цифрой. На диаграмме представлены результаты расчета количеств употребления каждой линии (рис. 2). Из неё мы видим, что чаще всего, как девушками (ж), так и юношами (м), употребляются линии с направлениями 2 и 4.

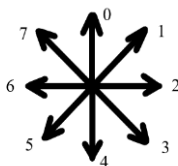


Рис. 1 - Распределение предпочтений по направлению движений в графическом пароле

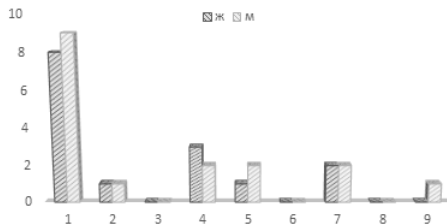


Рис. 2 - Распределение количеств употребления линий по направлениям движений

5. Были проанализированы графические пароли, составленные студентами, вследствие чего было обнаружено, что, при составлении графических паролей, большинство начинало бы свой ввод пароля с позиции 1. Менее популярными для начала ввода пароля являются цифры 4 и 7, ещё более популярными: 2, 5 и 9, а редко встречающиеся цифры - 3, 6, 8.

Для данных паролей по методике [8] была рассчитана энтропия: для паролей, составленных девушками, энтропия составила 9,25; а для паролей, составленных юношами 7,73.

Выводы

Выполненная работа по определению статистических особенностей графических паролей на данном этапе позволяет сделать следующие выводы:

1. Самыми популярными движениями в графических паролях являются движения справа - налево и сверху – вниз;
2. Первой точкой начала движения обязательно является точка 1;
3. Линии проходят в основном через точки: 2, 3, 4, 5, 7 и 8;
4. Согласно составленным усредненным паролям и рассчитанной по ним энтропии, женский пароль более устойчивый, чем мужской;
5. Чтобы символьный пароль был более устойчивым, в нём должно быть много различных символов, которые редко встречаются паролях, т.е. в пароле должно встречаться меньше таких цифр, как 1, 2, 3, 4, 5 и 9. Чтобы графический пароль был устойчивее, нужно делать больше наклонных движений и начинать пароль с самых менее встречающихся позиций: 3, 6, 8, а также пароль должен быть более сложным.

Список литературы

1. Анкетирование – Google Формы. – URL: https://docs.google.com/forms/d/1t12QLXhYDbOZt7xJkxKDvulyW-SgcBrSsNV5EjNOx_w/edit#responses, дата обращения к ресурсу: 28.12.2018 г.
2. Простой и надёжный пароль – коллективное творчество. – URL: <https://m.habr.com/ru/post/118499>, дата обращения к ресурсу: 16.12.2018 г.
3. Как придумать сложный пароль, который легко запомнить? – URL: <https://myfreesoft.ru/kak-priumat-slozhnyi-parol.html>, дата обращения к ресурсу: 16.12.2018 г.
4. Мнение: Графические пароли не сложнее традиционных. – URL: <https://tjournal.ru/tech/55990-android-look-patterns>, дата обращения к ресурсу: 16.12.2018 г.
5. Как выбрать максимально надёжный графический ключ для блокировки смартфона. – URL: https://iguides.ru/main/gadgets/google/safe_pattaern_lock/, дата обращения к ресурсу: 16.12.2018 г.
6. Уязвимость графического пароля. – URL: <https://habr.com/ru/post/17473/>, дата обращения к ресурсу: 16.12.2018 г.
7. Евдокимов А.О., Грибин М.А., Смирнов Г.Ф. Модель реализации безопасности информации на основе изображений точечных отметок / Научный альманах, №7 (9). 2015. С. 656-663. DOI: 10.17117/na.2015.07.656

Жураев Азизжон Абро угли
направление Электроника и нанoeлектроника (магистратура),
гр. ЭиНм-11

Научный руководитель **Попов Иван Иванович**,
доктор физико-математических наук профессор кафедры КиПР
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТОНКИХ ПЛЕНОК МЕДИ С ДВОЙНЫМ ШАГОМ ВИНТОВОЙ НАВИВКИ

Актуальность проекта – Получение и применение материалов с квантоворазмерными структурами способствовало выведению современной электроники и фотоники на принципиально новый качественный уровень. Современные научные изыскания ученых всех стран мира направлены на дальнейшее развитие технологий получения тонких пленок [1-3], состоящих из квантоворазмерных элементов. В основном для получения квантоворазмерных объемных структур сложной формы используются дорогостоящие аддитивные технологии, реализуемые на 3-D принтерах.

Проблема получения винтовых наноразмерных структур в текстуре тонких пленок, тем более с двойным шагом навивки, обладающих характерными спектральными и функциональными свойствами является новой для современного тонкопленочного материаловедения, на сегодня не решена.

Потому разработка дешевой технологии магнетронного распыления с целью получения винтообразной текстуры пленки меди с двойным шагом навивки является актуальной задачей данного магистерского исследования.

Описание технологической установки – Пленки Cu получали методом реактивного магнетронного распыления мишени из Cu. В качестве оборудования для получения пленок была использована УМР (рис.1).



Рис.1 - Установка магнетронного распыления

Основные характеристики УМР: остаточное давление в вакуумной камере, Па (мм.рт.ст.) – $1,33 \times 10^{-3}$ (1×10^{-5}); карусельный механизм (подложкодержатель) планетарного типа со сменными держателями образцов; шесть магнетронов и ионный источник; материал камеры – нержавеющая сталь марки 12Х18Н10Т; откачная система основана на применении диффузионного насоса НВДМ-400; форвакуумная откачная система реализована на основе механического насоса АВР-60Д и бустерного насоса РутсаLeybold WS-250.

В вакуумной камере размещены четыре фланца с размером 690×273 мм, которые позволяют установить магнетроны без доработки камеры. Разработанная конструкция вакуумной установки предусматривает установку шести магнетронных распылителей, а так же ионного источника. Магнетронная распылительная система в состав которой входят шесть магнетронов дает возможность увеличить спектр получаемых покрытий, а так же повысить скорость напыления покрытия, увеличить его толщину и сделать его распределение по поверхности подложки более равномерным.

Для получения тонких медных пленок с оригинальной текстурой с помощью воздействия модулированным акустическим сигналом был применен модернизированный подложкодержатель, который представлен на рис. 2.

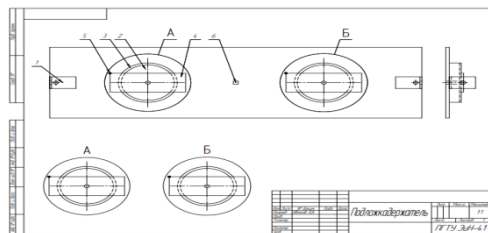


Рис. 2 - Модифицированный подложкодержатель: 1 - крепёж, 2 - второпластовая прокладка, 3 - прокладка, 4 - прижимная пластина, 5 - сигнальный провод, 6 - цифровая земля, А,Б- пьезокерамический излучатель

Для того чтобы оказать звуковое воздействие на подложкодержатель во время роста пленки, применялся звуковой генератор который имеет следующие характеристики:

1. Несущая частота – 6300 Гц
2. Частота модуляции – 30 Гц – 35 Гц
3. Длительность импульса и паузы между импульсами представлены в таблицах.

Выводы

Данная установка имеет ряд достоинств:

1. Автоматизация процесса напыления;
2. Высокопроизводительная откачная система, реализованная на основе механического насоса АВПР-60Д и бустерного насоса РутсаLeyboldWS-250;
3. Блоки питания MPC и ионного источника, работающие в импульсном режиме и имеющие защиту от короткого замыкания и систему гашения микродуг;
4. Использование современных вакуумных, электронных, компьютерных узлов и компонентов;
5. Шесть магнетронов и ионный источник;
6. Возможность нагрева подложек до заданной температуры, а также контроль и поддержание температуры во время напыления слоёв.

Список литературы

1. Патент РФ RU № 2398045. МПК C23C 14/02, C23C 14/35. Способ модификации поверхности текстильного материала/ Горберг Борис Львович (RU), Иванов Андрей Анатольевич (RU), Мамонтов Олег Владимирович (RU), Стегнин Валерий Анатольевич (RU)- №2008151794/02; Заявлено: 25.12.2008; Опубликовано: 27.08.2010 Бюл. №24.
2. Магнетронное распыление [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/2493747/page:3/>. Дата обращения – 05.06.2019.
3. Технология напыления тонких пленок, методы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.russianelectronics.ru/leader-r/review/2195/doc/49951/>. Дата обращения – 03.06.2019.

Закиров Вадим Раилевич

Направление Радиотехника

Профиль: Радиофотонные и квантовые системы (бакалавриат)

Научный руководитель **Веденькин Денис Андреевич,**

канд. техн. наук кафедры Радиофотоники и микроволновых технологий

ФГБОУ ВО Казанский национальный исследовательский технический

университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань

РАЗРАБОТКА ГЕНЕРАТОРА ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ С ВНЕШНИМ ИСТОЧНИКОМ ЭНТРОПИИ

Цель работы - разработка и анализ генератора ПСП с внешним источником энтропии и близким к равномерному закону распределения псевдослучайной величины для использования в системах связи с кодовым разделением каналов.

В настоящее время на каждого человека приходится более трех устройств, каждое из которых занимает свою область в радиочастотном ресурсе, объем которого конечен. В целях организации передачи больших объемов информации, не создавая новых линий связи, применяются системы разделения каналов. Кодовое разделение каналов позволяет передавать несколько сигналов в одной линии связи в одно время и на одной частоте, разделяя их путем кодирования. Однако в таком случае, количество каналов ограничивается количеством некоррелированных кодовых последовательностей (кодовых ключей) и желаемой скоростью передачи. Таким образом, для решения данной проблемы требуется разработать генератор кодовых ключей с близким к равномерному закону распределения случайной величины. [1]

На данный момент существует несколько видов аппаратных генераторов псевдослучайных последовательностей. [4]

1. Генератор с внутренним источником энтропии
2. Генератор с внешним источником энтропии

Генераторы с внутренним источником энтропии в качестве источника случайных чисел используют заранее подготовленные таблицы, содержащие проверенные некоррелированные числа и не являются генераторами в строгом понимании этого понятия.

Генераторы с внешним источником энтропии в качестве источника случайных чисел используют реальные физические явления, такие как свет, тепло или акустический шум. [3] Можно использовать генераторы с прямой зависимостью значений физической величины и случайной

кодовой последовательности, но в таком случае невозможно синхронизировать уровень энтропии в приёмной и передающей части.

Компромиссным выходом в данном случае являются алгоритмические генераторы, которые совмещают в себе лучшие черты двух других видов генераторов. В таких генераторах кодовая последовательность формируется путем изменения одной или нескольких величин в алгоритмическом законе формирования псевдослучайной последовательности.

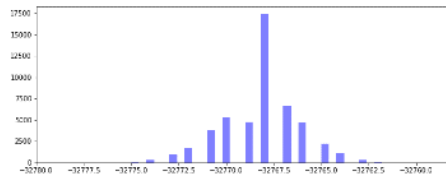


Рис. 1 - Гистограмма выходных значений алгоритмического ГСП основанном на акустическом шуме

Следующим этапом разработки становится выбор подходящего источника внешней энтропии, так как закон распределения выходных значений ГСП на основе акустического шума строго нормальный.

Для проведения измерений были написаны программы на Python 3.6, которые использовали входные значения со встроенных в ПК датчиков : датчик температуры центрального процессора, встроенный микрофон и вебкамера.

В ходе опыта с тепловым шумом, была взята выборка значений температуры, состоящая из 50.000 значений. Выходные значения также имели нормальное распределение. В ходе измерений со световым шумом, за основу была взята видеозапись темноты продолжительностью 10 секунд, записанная в обычном бытовом помещении, из которой были получены 670.000 значений координат светлых пикселей. Координаты были получены путем установления насыщенности по порогу яркости, равной 5%.

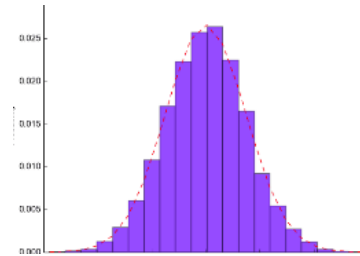


Рис. 2 - Гистограмма выходных значений алгоритмического ГСП основанном на тепловом шуме

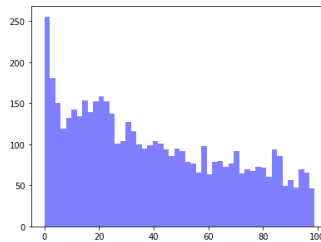


Рис. 3 - Гистограмма выходных значений алгоритмического ГСП основанном на световом шуме

Таким образом, выходные значения алгоритмического ГСП, основанном на световом шуме, имеют близкое к равномерному распределение в диапазоне от 40 до 100. [2]

Последней задачей в создании ГСП является разработка схемной реализации.

Так как требуется именно алгоритмический генератор, откажемся от реализации на триггерах в пользу реализации на микроконтроллере и выберем STM32F103C8 от компании ST Microelectronics.

На входы GPIOC подаем сигнал после драйвера матрицы камеры и начинаем считывать с нее данные посредством DCMi протокола. Преобразуем полученные данные в изображение и обработаем его по насыщенности, путем установления порога яркости. Следующим этапом получим координаты светлых пикселей и выберем только те, что находятся в промежутке от 40 до 100. Сформируем ряд чисел Фибоначчи и каждую секунду будем отправлять число из ряда с порядковым номером координаты по протоколу I2C на выходы GPIOB.

Таким образом, получим на выходе последовательность бит, которые при принятии протоколом I2C будут расшифрованы как случайные числа Фибоначчи. Такая последовательность имеет соотношение 0 и 1 около 40/60, а также не содержит блоков бит из статических состояний длиной более 7 символов.

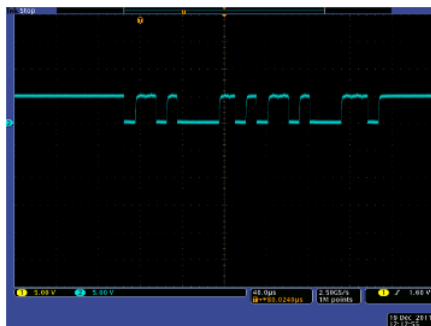


Рис. 4 - Осциллограмма выходных значений разработанного ГСП

Выводы

Для увеличения количества каналов в системах связи с кодовым разделением каналов, был разработан алгоритмический генератор псевдослучайных последовательностей с источником внешней энтропии в виде светового шума, реализованный на МК STM32F103C8. Выходные значения генератора имеют близкое к равномерному случайное распределение, а также проходят тест на следующий бит, что означает приемлемый уровень некоррелированности выходных значений.

Список литературы

1. Распределение вероятностей // Большая российская энциклопедия : [в 35 т.] / гл. ред. Ю. С. Осипов. — М. : Большая российская энциклопедия, 2004—2017.
2. Crow, Edwin L. & Shimizu, Kunio (Editors) (1988), Lognormal Distributions, Theory and Applications, vol. 88, Statistics: Textbooks and Monographs, New York: Marcel Dekker, Inc., c.xvi+387, ISBN 0-8247-7803-0
3. N.G. Bardis, A.P. Markovskiy, N. Doukas, N. V. Karadimas. True Random Number Generation Based on Environmental Noise Measurements for Military

Applications // Proceedings of the 8th WSEAS International Conference on SIGNAL PROCESSING, ROBOTICS and AUTOMATION. — 2009. — С. 68-73. — ISBN 978-960-474-054-3. — ISSN 1790-5117.

4. Система кодирования сообщений на основе генератора с динамической обратной связью // Вестник Поволжского государственного технологического университета. — 2018. — С. 22-32.

УДК 621.37

Заколупина Ульяна Николаевна

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

Научный руководитель **Конкин Никита Александрович**,

ассистент кафедры радиотехники и связи

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

АКТИВНАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДИТЕЛЯ И ПЕШЕХОДА НА НЕРЕГУЛИРУЕМЫХ ДОРОЖНЫХ ПЕРЕХОДАХ

Цель работы - обеспечение безопасности на пешеходных переходах методами детектирования действий пешехода и автомобиля.

Актуальность. К актуальности работы относится необходимость снижения количества ДТП с участием пешехода. По данным статистики в России примерно 30 тыс. человек ежегодно попадают в ДТП, из них 3 тыс. погибают и 29 тыс. получают травмы. Разработанный комплекс направлен на уменьшение данных цифр путем применения новой модели безопасности на пешеходных переходах с использованием программно-аппаратного комплекса обработки данных систем детектирования действий пешехода и автомобиля.

Описание проекта. Проект предлагает с помощью сигнальных знаков информировать обе стороны-участницы дорожного движения: водителя о человеке на пешеходном переходе и пешехода о приближающемся автомобиле.

Программно-аппаратный комплекс обеспечивает объединение разделов передачи информации на короткие расстояния и локации, что является полезным инструментом в развитии 5G сети, обозначает новую

роль маломощных систем передачи данных метрового и дециметрового диапазона волн в качестве канала связи детекторов с базовой станцией и формирует новую модель безопасности на пешеходном переходе.

Модель предлагаемой системы представлена на рисунке 1.

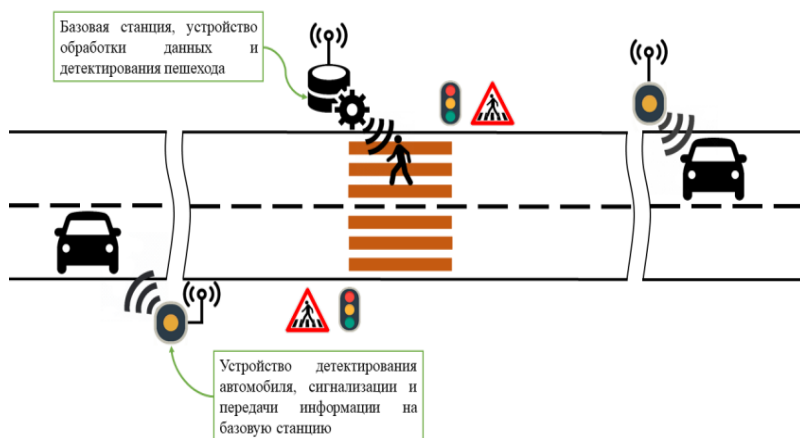


Рис. 1 – Модель системы по обеспечению безопасного движения автомобиля и пешехода на нерегулируемых дорожных переходах

Разработанный комплекс представляет собой активную систему из двух детекторов автомобилей, детектора пешехода и базовой станции для обработки данных и принятия решений, а также оборудования сигнализации, в том числе для систем 5G. Аналогичных систем на данный момент представлено не было, существующие разработки выполнены в виде пассивных комплексов, включающих в себя дорожные знаки пешеходного перехода, искусственные неровности, шумовые полосы.

Все элементы программно-аппаратного комплекса оборудованы системой пыле-влага защиты стандарта IP68. Для системы 5G существует необходимость установки модемов на автомобили и поддержка стандарта 5G смартфоном пешехода.

В таблице 1 представлено оборудование и его характеристики для разработанной системы.

Таблица 1 – **Используемое оборудование**

Наименование оборудования	Технические характеристики
Активный муляж системы фотофиксации - ПДД «Арена-П»	• Рабочая частота излучения в диапазоне – 24,150±0,1 ГГц; • Диапазон частот – К-диапазон (несущая частота 24150 МГц); • Напряжение питания постоянного тока – 10...24 В; • Ток потребления – не более 60 мА.
Датчик движения - TDM ДДС-04 SQ0324-0009	• Потребляемая мощность (в режиме работы/в режиме ожидания): 0,45/0,1 Вт; • Мах угол обзора: 270 град.; • Дальность действия: 12 м.
Приемо-передатчик RF-13	• Частотный диапазон – от 30,000 до 87,975 МГц; • Разнос каналов - 25 кГц; • Количество каналов – 2320; • Предельное напряжение питания – от 10 до 15 В; • Количество предустановленных каналов – 8.
Приемо-передатчик RF-13 Плата Arduino Uno R3 (базовая станция)	• Тактовая частота – 16 МГц • Напряжение питания – 7-12 В • Flash-память - 32 КБ • Цифровые входы/выходы – 16 • Аналоговые входы – 6

Вывод.

Существующие нерегулируемые пешеходные переходы не информируют человека о приближающемся автомобиле и не дают водителю точной информации о присутствии человека на пешеходном переходе. Предлагаемая система помогает информировать участников дорожного движения друг о друге, что обеспечивает более высокую безопасность и, как следствие, такой важный показатель, как смертность в результате ДТП, будет уменьшаться. Кроме того, важным является уменьшение расходов служб ГИБДД на обслуживание и возмещения ущерба от ДТП вследствие уменьшения их числа на нерегулируемых пешеходных переходах, которого планируется достигнуть после внедрения предложенной системы.

Список литературы

1. Официальный сайт Министерства внутренних дел Российской Федерации ГИБДД России— [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://гибдд.рф/news/item/15148> (11.10.19)

2. Гончаров С.А. Регулируемый и нерегулируемый пешеходный переход: правила проезда— [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://carparkings.ru/pravila/reguliruemyj-i-nereguliruemyj-peshodnyj-perehod-pravila-proezda.html> (13.10.19)

3. Шелковый Ю.Д., Романович А.Г. Методические рекомендации по регулированию пешеходного перехода— [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.gpntb.ru/win/ntb/2002/2/f02_10.htm (15.10.19)

УДК 621.396.24

Иванов Андрей Эдуардович

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

Научный руководитель **Рябова Наталья Владимировна,**

д.ф.-м.н., зав. кафедрой Радиотехники и связи

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

АНАЛИЗАТОР ЗАГРУЖЕННОСТИ ШИРОКОПОЛОСНЫХ ВЧ-КАНАЛОВ

Определение загруженности ВЧ-каналов актуально при решении задач обнаружения, выделения полезного сигнала на фоне комплекса помех, а также при определении параметров сигнала.

Цель работы – разработка программного обеспечения для анализа загруженности ВЧ радиочастотного спектра в программной среде GNU Radio.

Применении технологии когнитивного радио позволяет детектировать неиспользуемые в данный момент полосы частот и осуществлять переключение между такими свободными каналами без обрыва передачи данных. Для исследования загруженности была собрана схема приема сигнала и анализа спектра в программном инструментарии GNU Radio, которая может показывать спектр, с указанной шириной и производить автоматическую перестройку частоты, с заданным шагом.

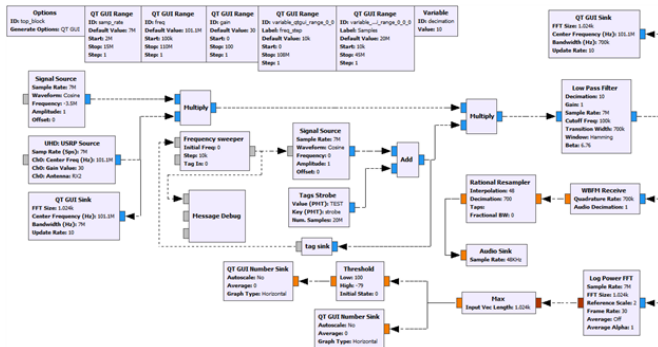


Рис. 1 - Функциональная схема приема сигнала и анализа спектра

Сигнал с антенны поступает на устройство USRP N210 с помощью кабеля, подключенного к разъему RF1. Затем, отсчеты сигнала, полученные от аппаратной части USRP N210 поступают в компьютер на базе операционной системы Ubuntu и обрабатываются в программном обеспечении GNU Radio.

С блока источника сигнала UHD: USRP Source сигнал поступает на блок Multiply, на другой вход которого подключен Signal Source, использующийся для сдвига сигнала на начало рассматриваемого спектра.

Сдвинутый сигнал приходит на блок умножения, к которому также подключен блок Add, на входы которого подключены блоки, необходимые для перестройки частоты.

Затем, в фильтре низких частот(Low Pass Filter) происходит настройка на нужную нам радиостанцию и подавление посторонних шумов. Далее сигнал поступает на блок WBPF Receive, где происходит частотная демодуляция. С него сигнал приходит на блок Rational Resampler, в котором происходят манипуляции с частотой дискретизации для настройки на частоту работы звуковой карты персонального компьютера. После этого сигнал поступает на блок воспроизведения звука.

Также после ФНЧ, сигнал приходит на Log Power FFT, при выходе из которого получаем векторные значения размером FFT Size, установленные в данном блоке. Блок Max выполняет функцию преобразования сигналов из 64 битных комплексных значений в 32 битные значения с плавающей точкой. После этого сигнал идет на блок QT GUI Number Sink, с помощью которого можно видеть уровень

сигнала, и на блок Threshold, в котором установлены пороги для детектирования сигнала. Затем сигнал идет на QT GUI Number Sink, который показывает протектирован сигнал или нет.

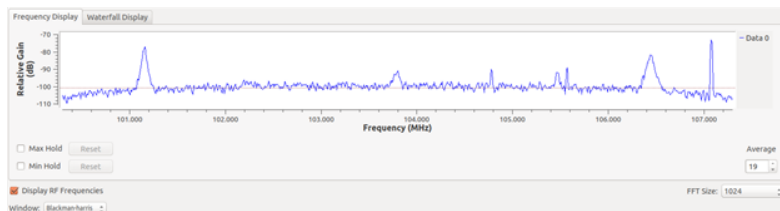


Рис. 2 - Пример спектра шириной 7 МГц

Работа разработанной схемы показана на рис.2, где на примере спектра в диапазоне 99,3 – 107.3 МГц можно наблюдать сигналы на частотах 101,1 МГц, 103,8 МГц, 104,5 МГц, 106,5 МГц, 107 МГц.

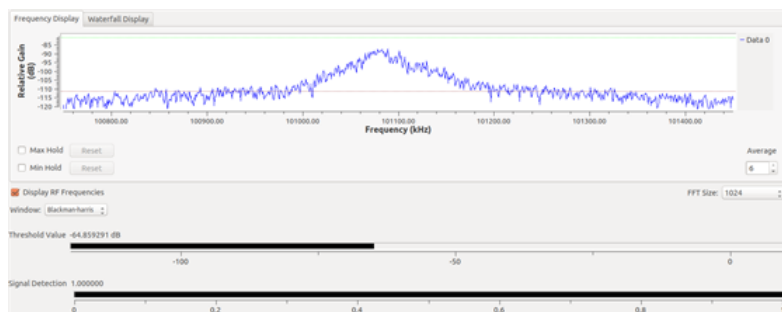


Рис. 3 - Пример детектирования сигнала на частоте 101,1 МГц

Выводы.

Разработана функциональная схема анализатора загруженности ВЧ радиоканалов в программной среде GNU Radio. По результатам работы собранной схемы можно делать выводы об адекватности ее работы при анализе занятости каналов.

Список литературы

1. Рябов И. В. Принципы программно-определяемых радиосистем и их применение в рамках задачи исследования метеорной радиосвязи / И. В. Рябов, С. В. Толмачев, А. А. Лебедева // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – №7.
2. Дойл Л. Основы когнитивного радио. Издательство Кембриджского университета, 2009. – 252 с.
3. Силин А. Технология Software Defined Radio. Теория, принципы и примеры аппаратных платформ / А. Силин, 2007. – №2. – С. 22 – 27.
4. Чен К.Ч., Прасад Р. Когнитивные радиосистемы. Вайли, 2009. – 359 с.

УДК 621.317.7.087.6

Иванова Лидия Сергеевна

направление: Электроника и наноэлектроника (магистратура) гр. ЭиНм-11

Научный руководитель **Филимонов Виталий Евгеньевич**,
канд. техн. наук, кафедра Конструирования и производства
радиоаппаратуры

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

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ТОНКОПЛЕНОЧНОГО ДАТЧИКА ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ

Введение. В современном мире электронные датчики находят все большее применение в автоматизированных системах различного назначения, в том числе и в автоматизированных сельскохозяйственных системах для минимизации человеческого труда. При этом именно в автоматизированных сельскохозяйственных системах большую роль играют датчики влажности почвы, поскольку они являются основным чувствительным элементом в электронных схемах, разрабатываемых для данных целей. К этим датчикам предъявляются специфические требования, касающиеся таких параметров, как точность, быстродействие, рабочий диапазон температур, рабочий диапазон измерения влажности почвы, стойкость к внешним воздействиям среды, стабильность измерений и другие. Перечисленные требования зависят как от конструктивных, так и от технологических особенностей проектирования датчиков, следовательно, разработка и исследование

датчика влажности почвы для автоматизированных климатических систем ухода за растениями становится актуальной проблемой.

Виды датчиков. В настоящее время существует множество конструкций датчиков влажности почвы, реализующих различные принципы измерения влажности. Наиболее распространенная и простая конструкция датчика состоит из двух электродов, которые представляют собой проводящие штыри или пленки, нанесенные на подложку [1]. Поверх электродов (и между ними на подложке) может быть нанесен слой материала, электрофизические свойства которого сильно зависят от влажности окружающей датчик среды. В зависимости от конструкции, принцип действия подобных датчиков основан на изменении сопротивления или емкости структуры при изменении влажности почвы. Также известны более сложные конструкции, основанные и на других принципах работы [2-4]. Они применяются, в основном, как самостоятельные устройства в открытом грунте для более точных измерений.

Вышеописанные датчики-зонды влажности почвы помещаются в грунт на определенную глубину. При этом измеряется точечная величина влажности почвы, что не учитывает пространственной неоднородности почвы и не дает полной информации о состоянии влажности почвы по глубине. Кроме того, у многих таких датчиков короткий срок службы из-за коррозии используемых в качестве электродов материалов. Указанные недостатки датчиков влажности почвы также становятся недостатками устройств, в которых они используются.

Конструкция датчика влажности почвы. В данной работе предлагается конструкция датчика влажности почвы для использования в автоматизированной климатической системе ухода за растениями [5]. В предлагаемой конструкции на одной подложке располагаются несколько чувствительных элементов, что осуществимо с помощью тонкопленочной технологии. При погружении датчика в почву его чувствительные элементы находятся на различных расстояниях от поверхности. Это позволит определять как градиент влажности почвы одного состава по глубине, так и следить за величиной влажности по слоям почвы разных составов, расположенных на различной глубине.

Схематичное изображение разрабатываемого датчика влажности почвы представлено на рис. 1. Электроды (поз. 1, рис. 1) каждого чувствительного элемента имеют прямоугольную форму с размерами 4×7 мм. Зазор между электродами составляет $1,5 \pm 0,2$ мм. Толщина проводящего слоя – $0,5-1$ мкм. Шаг расположения электродов по

глубине – 25-50 мм в зависимости от размеров конкретного растения. Для уменьшения количества выводов датчика один электрод (поз. 2, рис. 1) сделан общим. Общие размеры каждого конкретного датчика влажности почвы будут зависеть от количества чувствительных - элементов и расстояния между ними, которые, в свою очередь, будут определяться размерами конкретных растений. Так что имеет смысл создание целого ряда таких датчиков для растений различных видов и размеров.

Принцип действия разработанной конструкции датчика основывается на регистрации величины сопротивления чувствительных элементов, изменяющейся с изменением сопротивления почвы, которое зависит от количества влаги в ней.

В качестве материала подложки (поз. 3, рис. 1) предлагается использовать поликор Al_2O_3 , а материалом электродов (проводящего слоя) выбрать нитрид титана (TiN). Поскольку поликоровые подложки обладают определенной пористостью [6], то это способствует повышению чувствительности датчика. Тонкие пленки TiN известны своей коррозионной стойкостью и износостойкостью. Они также обладают низким электрическим сопротивлением (0,15 - 1,24 мОм·см [7]). Пленка TiN для датчика наносится на подложку методом магнетронного распыления или дугового испарения. Рисунок элементов датчика в проводящем слое может быть получен масочным методом, либо методом обратной фотолитографии.

Выводы

Таким образом, была разработана конструкция тонкопленочного датчика влажности почвы, позволяющая регистрировать величину влажности на различной глубине, что может использоваться для расширения функциональных возможностей автоматизированных климатических систем ухода за растениями. При этом одновременно обеспечивается коррозионная стойкость структуры такого датчика и увеличение надежности его работы.

Работа выполнена при поддержке Фонда содействия инновациям (программа «УМНИК», договор №13917ГУ/2019 от 10.04.2019).

Список литературы

1. Васильев, С. Н. Анализ датчиков влажности с целью разработки автономной автоматизированной системы полива дачного участка / С. Н. Васильев, Л. И. Медведева // Научные исследования. – 2017. – Т. 1. – №6(17). – С. 23-26.

2. Берлинер, М. А. Измерения влажности / М.А. Берлинер. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: «Энергия», 1973. – 400 с.
3. Патент РФ №2641715. МПК G01N 22/04 (2006.01). СВЧ-устройство для измерения влажности почвы / Машков С.В., Васильев С.И., Котов Д.Н. – №2017106514; Заявлено 27.02.2017; Опубл. 22.01.2018, Бюл. № 3.
4. Патент РФ №159796. МПК G01N 27/02 (2006.01). Устройство для определения влажности почвы / Столяров О.И. – №2015139412/28; Заявлено 16.09.2015; Опубл. 20.02.2016, Бюл. № 5.
5. Патент РФ №181598. МПК А 01 G 9/02 (2006.01). Цветочный горшок с климатической системой / В.Е. Филимонов, Л.С. Иванова. – №2017115591; Заявлено 03.05.2017; Опубл. 19.07.2018, Бюл. №20.
6. Технология тонких пленок (справочник) / Под ред. Л. Майселла, Р. Глэнга; пер. с англ. М.И. Елинсона, Г.Г. Смолко. – М.: «Сов. радио», 1977. – 664 с.
7. Юрьев, Ю. Н. Свойства пленок нитрида титана, полученных методом магнетронного распыления / Ю. Н. Юрьев, К. С. Михневич, В. П. Кривобоков и др. // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т. 16. – №4(3). – С. 672 - 676.

УДК 654.01

Калинин Михаил Владимирович

направление Инфотелекоммуникационные системы (магистратура),
группа ИТСм-21

Научный руководитель **Чернышев Александр Юрьевич,**

канд.техн.наук, доцент кафедры радиотехники и связи
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ И ИЗМЕРЕНИЯ УСТРОЙСТВ РАДИОСИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Цель работы – углубленное изучение влияния различных методов диагностики параметров устройств и характеристик выбранных средств измерений на достоверность получаемой информации о состоянии системы.

Активное внедрение радиоэлектроники во все сферы человеческой деятельности сопровождается расширением потребностей в измерениях при оценивании технического состояния устройств телекоммуникационных систем, качества приема, обработки защиты и передачи информации.

Измерительная техника развивается в направлении автоматизации и убыстрения процесса измерений, повышения точности измерений и расширения пределов измеряемых величин, разработки новых измерительных приборов с высокой точностью и надежностью измерений. Особое место в развитии техники измерений занимает разработка методов и приборов для производства измерений без нарушения связи.

К числу измеряемых параметров и характеристик в телекоммуникационных сетях при их производстве, оценке технического состояния, обслуживании, оценивании качества обработки, защиты и передачи информации, относятся:

- силовые параметры сигналов (постоянные и переменные напряжения и токи);
- энергетические параметры сигналов (мощность, шумовые параметры радиоэлектронных устройств, уровни передачи, рабочего затухания, усиления);
- временные и частотные параметры сигналов (частота, период колебаний, фазовые сдвиги, фазовое дрожание цифрового сигнала, форма импульсов, анализ кодовых групп, анализ спектра, нелинейные искажения, параметры модулированных сигналов);
- параметры электрических цепей (сопротивления, индуктивность, емкость, добротность);
- параметры волоконно-оптических линий связи (коэффициент затухания, анализ неоднородностей, дисперсия);
- техническая диагностика и анализ протоколов и интерфейсов в цифровых линиях связи.

Для измерения указанных выше параметров зачастую используют традиционные электрорадиоизмерительные приборы и устройства, выпускаемые отечественной промышленностью и постоянно совершенствующиеся. Однако специфика телекоммуникационных сетей требует применения узкоспециализированных измерительных приборов и устройств, предназначенных для проведения измерений только в телекоммуникационных сетях. К таким средствам измерений можно отнести оптические измерители мощности, источники оптических сигналов, анализаторы протоколов, рефлектометры, дефектоскопы, анализаторы спектра и др.

Выводы

Специалистам, работающим с современной измерительной техникой, уже недостаточно знаний только физических законов,

лежащих в основе измерительных процессов, а так же необходимо иметь начальный уровень знаний в области программирования. Современные тенденции в области производства измерительной аппаратуры предполагают, что большая часть измерений проводится не человеком, а компьютером, и роль человека сводится к составлению необходимой процедуры измерений при помощи команд дистанционного управления в какой-либо программной среде.

Список литературы

1. Метрология и электрорадиоизмерения / В.И. Нефедов, А.С. Сигов, В.К. Битюков, В.И. Хахин – М.: Высш. шк., 2006 – 526 с.
2. Данилов, А. А. Метрологическое обеспечение измерительных систем: учеб. пособие / А. А. Данилов. – Пенза: Профессионал, 2008. – 63 с.
3. Измерения в электронике: Справочник / В.А. Кузнецов, В.А. Долгов, В.М. Коневских и др.; Под ред. В.А. Кузнецова. – М.: Энергоатомиздат, 1987 – 512 с.

УДК 621.396.946

Каримов Ринат Фанисович

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

Научный руководитель **Рябова Наталья Владимировна,**

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

ВЛИЯНИЕ ИОНОСФЕРЫ НА НИЗКИХ И СВЕРХНИЗКИХ ЧАСТОТАХ ПРИ РАДИО-ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЯХ

Рассмотрены основные эффекты, вносимые ионосферой влияющие на работу в низких и сверхнизких частотах.

Ионосфера является основной движущей силой ряда систематических эффектов, которые ограничивают наши возможности по исследованию низких частот (<1 ГГц) неба при помощи радиоинтерферометров. Эти эффекты становятся более критичны по отношению к низким частотам и особенно трудно поддаются калибровке в режиме низкого соотношению сигнал/шум, в котором работают низкочастотные телескопы.

Сверхнизкие частоты (10-100 МГц) являются последним недостаточно исследованным окном доступа для наземных

астрономических наблюдений. В прошлом были предприняты попытки охватить данный частотный диапазон, в частности 38 МГц (1990г) и 74 МГц (2014г). Позже «GaLactic and Extragalactic All-sky MWA Survey» (2017г.) смогли охватить частоты до 72 МГц. Основным ограничением при наблюдении на этих частотах является наличие ионосферы, слоя частично ионизированной плазмы, окружающей нашу планету.

Ионизация ионосферы управляется ультрафиолетовым и рентгеновским излучениями, которые генерирует Солнце в течении дня, и уравниваются рекомбинацией в течении ночи. Более низкий уровень ионизации поддерживается в течении ночи под действием космических лучей.

Пиковая плотность свободных электронов находится на высоте около 300 км, впрочем, ионосфера простирается примерно от 75 до 1000 км. Плотность столба свободных электронов вдоль линии визирования(ЛВ) через ионосферу названа полным электронным содержанием(ПЭС). Единица ТЕС составляет 10^{16} m^{-2} , что является величиной, обычно наблюдаемой в Зените в ночное время; в нормальных условиях ПЭС в дневное время в десять раз выше.

При наблюдении радиоизлучения, ионосфера вносит систематические эффекты, такие как отражение, преломление и задержка распространения радиоволн. Для интерферометрического наблюдения задержка распространения является основной проблемой. Этот эффект вызван тем, что вдоль волновых траекторий образуется плазма. Полная задержка распространения, интегрированная вдоль ЛВ на частоте ν , приводит к вращению фазы, что приведено в следующей формуле:

$$\Phi_{ion} = -\frac{2\pi\nu}{c} \int_{Los} (n-1)dl \quad (1)$$

Постоянная n во времени и пространстве наложилась бы когерентную фазовую ошибку, которая привела бы к пространственному сдвигу наблюдаемого изображения по сравнению с истинной картиной. Задача усложняется тем, что константа n сильно зависит от времени и положения. Пренебрегая силой трения и принимая холодную, бесстолкновительную, намагниченную плазму, показатель преломления n может быть точно рассчитан.

Для сигналов с частотами $\nu \gg \nu_p$ (плазменная частота, которая для ионосферы составляет около 1-10 МГц) она может быть расширена в приближении Тейлора третьего порядка с сохранением только членов до ν^{-4} :

$$n \approx 1 - \frac{q^2}{8\pi^2 m_e \varepsilon_0} \cdot \frac{n_e}{v^2} \pm \frac{q^3}{16\pi^3 m_e^2 \varepsilon_0} \cdot \frac{n_e B \cos \theta}{v^3} - \frac{q^4}{128\pi^4 m_e^2 \varepsilon_0^2} \cdot \frac{n_e^2}{v^4} - \frac{q^4}{64\pi^4 m_e^3 \varepsilon_0} \cdot \frac{n_e B^2 (1 + \cos^2 \theta)}{v^4} \quad (2)$$

где: n_e – числовое значение плотности свободных электронов;
 B – напряженность магнитного поля;
 Θ (тета) – угол между магнитным полем B и направлением распространения электромагнитной волны;
 q – заряд электрона;
 m_e – масса электрона;
 ε_0 – диэлектрическая проницаемость вакуума.

Красным цветом выделены члены, связанные с ионосферными условиями и магнитным полем Земли. Первый член связано с дисперсионной задержкой, пропорциональной ПЭС вдоль ЛВ. Это доминирующий член; для большинства радиоастрономических приложений на частотах выше нескольких сотен МГц можно игнорировать члены более высокого порядка. Второй член связан с вращением Фарадея, положительный знак связан с левосторонними поляризованными сигналами и отрицательный - с правосторонними поляризованными сигналами. Этот член зависит от ПЭС и магнитного поля Земли. Последние два члена обычно игнорируются, но могут стать актуальными при наблюдениях на частотах ниже 40 МГц. Из последних двух членов – первый является доминирующим и зависит от пространственного распределения электронов в ионосфере. Член становится более значимым, если электроны сосредоточены в тонких слоях и распределены неравномерно.

При использовании формулы(2) мы можем дать оценки ожидаемых эффектов и порядка их величины:

$$\sigma\Phi_1 = -8067 \left(\frac{\nu}{60 \text{ MHz}} \right)^{-1} \left(\frac{dTEC}{1 \text{ TECU}} \right) [\text{deg}];$$

$$\sigma\Phi_2 = \pm 105 \left(\frac{\nu}{60 \text{ MHz}} \right)^{-2} \left[\left(\frac{dTEC}{1 \text{ TECU}} \right) + \left(\frac{TEC}{1 \text{ TECU}} \right) \cdot \left(\frac{dB}{40 \mu T} \right) \right] [\text{deg}] \quad (3)$$

где мы принимаем магнитное поле $B = 40 \mu T$ с $\theta = 45^\circ$.

Общая ПЭС в спокойный геомагнитных условиях, может варьироваться от 1 до 20 TECU с ночи на день соответственно и влияет на член второго порядка.

Беря в расчёт дифференциал ПЭС ($dПЭС$) ≈ 0.3 TECU, который является приблизительным числом для базовых линий ~ 50 км и частоту примерно 60 МГц, мы можем наблюдать, какой эффект член первого порядка произвёл на $\pm 30^\circ/50^\circ$ (с разными знаками для двух круговых поляризаций) ночью/днём, предполагая что $dB = 1\%$. Этот эффект не является незначительным и нуждается в корректировке. Эффект быстро становится более серьёзным на низких частотах из-за зависимости $1/\nu^2$. Однако при частоте ~ 20 МГц эффект третьего порядка может приводить к большим фазовым ошибкам.

Список литературы

1. F. de Gasperin et al. The effect of the ionosphere on ultra-low frequency radio-interferometric observations // Hamburger Sternwarte, Universitat Hamburg, Gojenbergsweg 112, D-21029, Hamburg, Germany.
2. Распространение радиоволн и физика ионосферы [Текст]: научное издание / Виленский И.М., Флеер А.Г. – СГНИИМ, 1981.

УДК 535/621.38

Козырев Антон Геннадьевич

направление Электроника и нанoeлектроника (магистратура), 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

ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОХРОМНЫХ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ СТРУКТУР

Электрохромный эффект представляет собой обратимое изменение оптических свойств материала под действием электрического поля. Такой эффект присущ оксидам так называемых переходных металлов, которые помимо этого обладают и другими уникальными свойствами. К оксидам переходных металлов относятся: TiO_2 , V_2O_5 , ZrO_2 , WO_3 , IrO_2 , CaO , NiO и др.[1].

Изучение свойств указанных выше материалов и их практическое применение в электронике представляет большой интерес. На данный момент актуальны разработки технологий изготовления таких устройств, как «умные» стекла, «умная» бумага, гибкие дисплеи и тонкопленочные сенсоры [2]. Поэтому проблема получения электрохромных структур является актуальной.

Целью работы является выбор метода, материалов и оптимальных технологических параметров напыления отдельных слоев электрохромной структуры на основе научной литературы для проведения дальнейших исследований.

Тонкие пленки оксидов переходных металлов могут быть получены золь-гель методом. Данный метод не требует применения сложного оборудования, а также позволяет получать пленки без нагрева подложек. Однако в процессе сушки нанесенного на поверхность геля могут возникать трещины и неоднородности, также данный метод не обеспечивает достаточной адгезии пленки к подложке.

Ещё одним способом получения является магнетронное распыление. Оно позволяет наносить высококачественные пленки и также может использоваться без нагрева подложек. Наиболее важным преимуществом метода можно назвать возможность получения целой, законченной структуры, состоящей из нескольких слоев. Беря во внимание перечисленные преимущества и исходя из технических возможностей в качестве метода для получения электрохромной структуры был выбран метод магнетронного распыления.

В качестве проводящего слоя на стеклянную подложку будет наноситься оксид индия олова (ITO). Выбор данного материала обусловлен необходимостью использования только прозрачных материалов. Поэтому данный материал является идеальным кандидатом на роль прозрачного электрода, к которому будет прикладываться потенциал для окрашивания электрохромной пленки.

Наиболее представительными электрохромными материалами являются WO_3 и NiO . В исследуемой структуре будет применяться слой из оксида никеля, который в восстановленном состоянии является бесцветным, а в окисленном принимает коричневую либо черную окраску [3].

В работе [4] изучалась зависимость сопротивления пленки ITO, получаемой магнетронным распылением, от температуры подложки. Показано, что наименьшим поверхностным сопротивлением $8 \dots 10 \text{ Ом}/\square$ обладают пленки, полученные при температурах подложки $350 \pm 50^\circ \text{C}$ и отожженные в высоком вакууме при 450°C в течение 30

минут. Полученные тонкие плёнки имели коэффициент пропускания света 85...95 %[4].

Таким образом, для получения электродов из оксидов индия и олова с достаточно высокой проводимостью необходимо проводить напыление на нагретую до 350 ± 50 °С подложку и подвергнуть её отжигу, для уменьшения сопротивления и повышения прозрачности.

Напыление слоя оксида никеля связано с некоторыми трудностями, обусловленными тем, что никель является ферромагнитным материалом и магнитное поле присутствующее у поверхности магнетрона препятствует распылению данного материала. Однако для повышения эффективности распыления прибегают к следующим приемам:

- 1) распыление проводят при высоких давлениях рабочего газа;
- 2) уменьшают толщину мишени или добиваются изменения конфигурации магнитного поля магнетрона;
- 3) распыление никеля проводят при температурах выше точки Кюри ($358,6$ °С) [5].

Согласно [5] наиболее эффективным является третий подход, который реализуется либо при дополнительном нагреве мишени, либо при частичной изоляции мишени от охлаждаемого катода.

Выводы

Наиболее перспективным методом для получения электрохромной структуры является магнетронное распыление, которое позволяет полностью изготовить такую структуру.

В качестве материала электродов наиболее подходящим является ИТО, обладающий достаточной проводимостью и, одновременно, прозрачностью. Для достижения высоких показателей данных характеристик следует проводить напыление на подложку, разогретую до 350 °С, и подвергнуть полученную пленку отжигу в высоком вакууме.

В качестве материала с эффектом электрохромизма выбран NiO, который обладает высокой интенсивностью окраски. Получение слоев оксида никеля лучше осуществлять при температурах никелевой мишени выше $T_K = 358,6$ °С, частично изолируя мишень от охлаждаемого катода для её дополнительного нагрева.

Список литературы

1. Кириенко, Д. А. Переключение и электрохромный эффект в нано- и микроструктурах на основе оксидов переходных металлов [Текст] : дис. ... канд. физ.-мат. наук: 01.04.04 / Стефанович Г. Б. - Петрозаводск, 2013.- 127 с.

2. Яковлева, Д. С. Электрохромный эффект в гидратированном пентаоксиде ванадия [Текст] : дис. ... канд. физ.-мат. наук: 01.04.04 / Пергамент А. Л. - Петрозаводск, 2015. - 171 с.

3. Белоусов, А. Л. Электрохромные оксидные материалы [Текст] / А. Л. Белоусов, Т. Н. Патрушева // Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии. - 2014, № 7. - С. 154-166.

4. 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.

5. Грудинин, В. А. Распыление никеля в парамагнитном состоянии [Текст] / В. А. Грудинин, Д. В. Сиделёв // Высокие технологии в современной науке и технике - 2016. VМеждународная научно-техническая конференция молодых учёных, аспирантов и студентов. - 2016. - С. 68-69.

УДК 621.37

Конкин Никита Александрович

Направление Электроника, радиотехника и системы связи (аспирантура),
гр. ЭРСС-13

Кислицын Алексей Александрович,

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

МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПРОСТРАНСТВЕННО- ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПОЛОС КОГЕРЕНТНОСТИ В ТРАНСИОНОСФЕРНОМ РАДИОКАНАЛЕ

Введение. В работах [1, 2] показано, что степень искажения системных характеристик транссионосферного канала можно оценить, сравнивая параметр, называемый полосой когерентности (ПК) канала, с полосой пропускания канала связи. При этом ПК является оптимальной полосой частот для систем транссионосферной связи, которая варьируется в зависимости от солнечной активности, времени суток, географического расположения приёмной станции и др.

Целью проекта является разработка алгоритма и программного обеспечения для построения электронных карт и зависимостей полос когерентности на основе данных спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS.

Разработанный модернизированный программный комплекс осуществляет построение карт и графиков полос когерентности ионосферы Земли для различных регионов России в интересующий интервал времени. Алгоритм работы комплекса представлен на рисунке 1. За функцию подготовки RINEX[3] файлов к форме пригодной для создания карт и графиков для различных частот систем GPS/ГЛОНАСС отвечает модуль «Converter4in1», а за непосредственное построение карт и графиков – модуль «iMap». Оба модуля выполнены при использовании языков программирования AutoIt и Python, в качестве базы данных для хранения рассчитанных значений полос когерентности используется реляционная PostgreSQL. На рисунке 2 представлен интерфейс программного обеспечения для построения карт и графиков с возможностью выбора станций и временного отрезка.

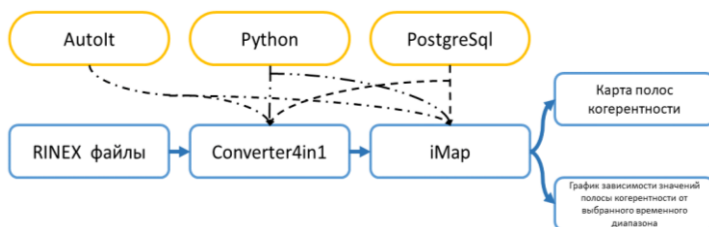


Рис. 1 -Алгоритм построение электронных карт и графиков полос когерентности ионосферы Земли

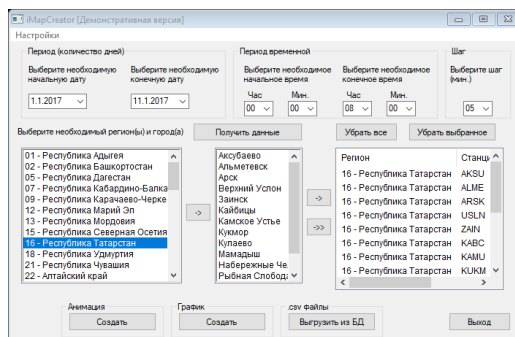


Рис. 2 -Интерфейс программы iMap, предназначенной для создания карт и графиков полос когерентности ионосферы Земли

На рисунках 3 и 4 представлены карта и график полос когерентности для частоты 1 ГГц систем GPS/ГЛОНАСС.

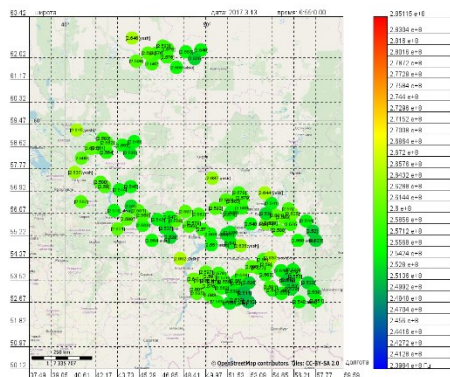


Рис. 3- Сэмпл карты полос когерентности ионосферы Земли

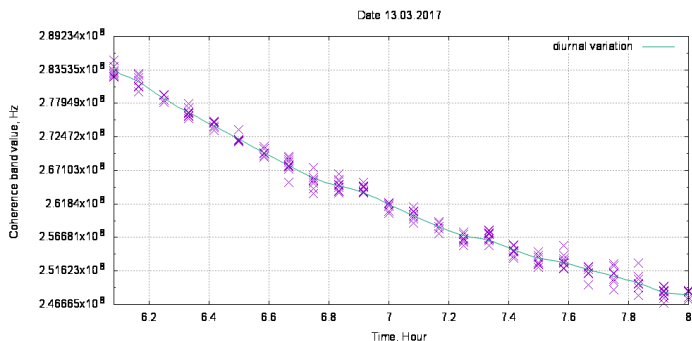


Рис. 4 -График зависимости полосы когерентности от времени за 13 марта 2017 года для г. Йошкар-Ола

Выводы

Таким образом, построение диагностических карт и зависимостей полос когерентности на основе данных спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS позволит осуществлять мониторинг степени искажений широкополосных и сверхширокополосных трансionoсферных каналов или выбирать полосу неискаженной передачи.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-37-00079.

Список литературы

1. D. V. Ivanov, V. A. Ivanov, N. V. Ryabova, M. I. Ryabova, A. A. Kislitsin, A. A. Chernov, and N. A. Konkin, "Dispersive Distortions of System Characteristics of Broadband Transionospheric Radio Channels," *Journal of Applied Engineering Science*, vol 15, no 4, pp. 500-555, 2017, doi:10.5937/jaes15-11784.
2. D. V. Ivanov, V. A. Ivanov, N. V. Ryabova, M. I. Ryabova, A. A. Chernov, N. A. Konkin, and A. A. Kislitsin, "The plotting algorithm of coherence band maps of transionospheric radio channels," in *Proc. SPIE 10466, 23rd International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics*, vol. 10466, pp. 1-4, 2017. doi: 10.1117/12.2285658.
3. Werner Gurtner and Lou Estey. RINEX: The Receiver Independent Exchange Format Version 2.11.

УДК 621.383.8

Крылов Евгений Сергеевич

направление: Электроника и наноэлектроника (магистратура) гр. ЭИМ-21

Научный руководитель **Филимонов Виталий Евгеньевич**,

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

РАЗРАБОТКА ГЕЛИОТРЕКЕРА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КПД СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Аннотация. В работе проведен анализ необходимости использования управляющих гелиотрекером для повышения КПД солнечных панелей. Разработана принципиальная схема такого гелиотрекера, позволяющая повысить эффективность работы солнечных элементов.

Введение. В последние годы солнечная энергетика получила динамичное развитие не только во всем мире, но и в Российской Федерации. С каждым годом повышается введенный в эксплуатацию объем энергии, полученной при использовании солнечных панелей. Согласно исследованиям, проведенным в 2016-2018 годах компанией Energy Trend [1], в 2017 году была достигнута отметка в 100 ГВт электроэнергии, преобразованной от солнца (рис. 1).

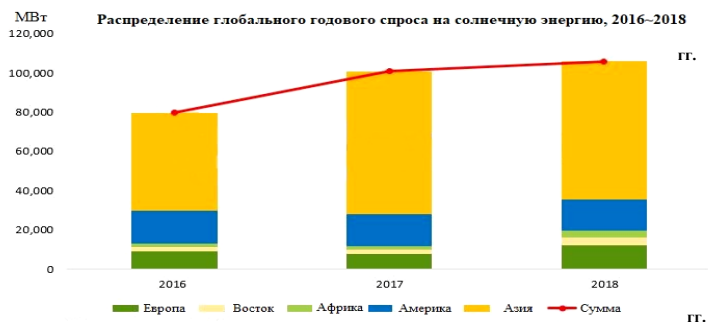


Рис. 1 - Распределение глобального годового спроса на солнечную энергию в 2016-2018 гг.

Одним из факторов такого динамичного роста может служить разработка новых тонкопленочных структур, таких как двухслойные пластины арсенида галлия ($GaAs$) и антимонида галлия ($GaSb$), а также открытие новых материалов, например перовскита ($CaTiO_3$). Результаты исследования [2], проведенного в апреле 2015 года, позволяют утверждать, что перовскит превосходит кристаллический кремний по отношению энергозатрат к вырабатываемой энергии, несмотря на более низкий КПД (11-12%). Однако, сегодня на долю кремния в производстве солнечных панелей по-прежнему приходится более 75 % всех используемых материалов. Такая большая доля обусловлена рядом причин, по которым кремний превосходит другие материалы:

- 1) кремний – один из наиболее распространенных элементов в земной коре;
- 2) ширина запрещенной зоны кремния входит в теоретический диапазон (1-1,5 эВ), в котором изготовленные из таких полупроводников фотоэлектрические преобразователи (ФЭП) имеют наибольшую выходную электрическую мощность;
- 3) минимальные потери при отражении и низкая чувствительность к температурным колебаниям.

Для того чтобы солнечная энергетика стала массовой, требуется серьезно снизить стоимость получения киловатт-часа. Одним из способов повышения КПД солнечных панелей, а также снижения стоимости киловатт-часа, является интеграция гелиотрекера в солнечную панель. Гелиотрекер может повышать отдачу энергии от

солнечных панелей в 1,5-2 раза. Поэтому разработка гелиотрекера для солнечных панелей является актуальной проблемой.

Разработка схемы гелиотрекера. Предлагается создать двухосевой гелиотрекер на фоторезисторах, принципиальная схема которого приведена на рис. 2. Данная схема содержит микросхему операционного усилителя *LM1458* (*K140УД20*), транзисторы *BD139* (*КТ815Г*, *КТ961А*) и *BD140* (*КТ814Г*, *КТ626В*), фоторезисторы, диоды *1N4004* (*КД243Г*), резисторы и подстроечные резисторы. Двигатель перемещения солнечной панели включен по схеме *H*-моста, который позволяет коммутировать ток до 500 мА при напряжении питания 6-15В. В темноте устройство также работоспособно и будет поворачивать солнечную панель на наиболее яркий источник света.

В большинстве подобных устройств используются сервоприводы на микроконтроллерах, однако, их использование значительно сокращает эффективность работы солнечной панели, так как для удержания сервоприводов в заданном положении нужна энергия. Поэтому в данной схеме используется червячный привод, не требующий удержания.

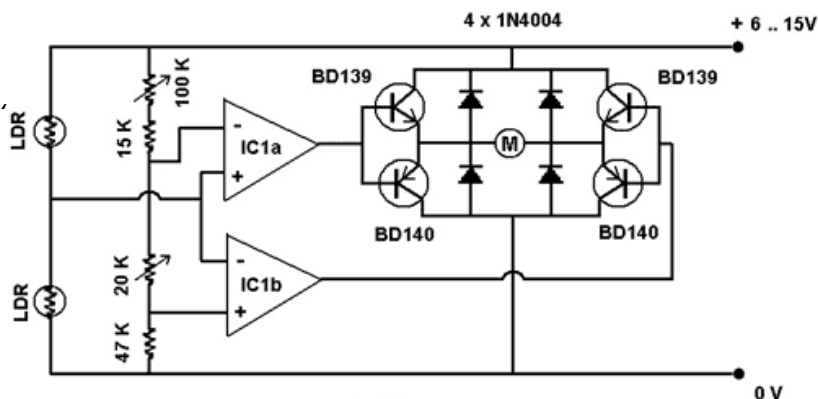


Рис. 2 - Принципиальная схема гелиотрекера

Транзисторы в разработанной схеме работают в паре, по диагонали, коммутируя напряжение $+V_e$ или $-V_e$, прикладываемое к двигателю перемещения, и заставляя его вращаться вперед или назад. Для защиты транзисторов от противоэлектродвижущей силы в схеме моста используется 4 диода. Входной каскад состоит из двух операционных усилителей (*IC1*) и фоторезисторов *LDR* и *LDR'*. Если количество света, попадающее на них одинаково, то сопротивления фоторезисторов также равны. Следовательно, если напряжение питания 12 В, то в месте

соединения фоторезисторов LDR и LDR' будет напряжение в 6 В. Если количество света, попадающего на один фоторезистор, будет больше, чем на другом фоторезисторе, то управляющее напряжение будет изменяться, перемещая двигатель и солнечную панель в область более яркого излучения.

Выводы

Таким образом, была разработана схема для повышения КПД солнечных панелей, позволяющая управлять перемещением этих панелей в область более яркого излучения со сниженным расходом затрачиваемой энергии, что может использоваться для повышения эффективности работы солнечных элементов в условиях реального времени.

Список литературы

1. Trend Force Forecasts Global Solar Market to Reach Over 106GW in 2018 Due to Strong Momentum from China and Rebounding Demand in Europe [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://press.trendforce.com/press/20180129-3057.html>. (Дата обращения: 15.09.2019).

2. Gong, J. Perovskite Photovoltaics: Life-Cycle Assessment of Energy and Environmental Impacts / J. Gong, B. Seth, C. Darlingb, and Y. Fengqi // Energy & Environmental Science. – 2015. – С. 108-115.

УДК 004.738

Кузнецова Анастасия Валерьевна

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

Научный руководитель **Дедов Андрей Николаевич,**

кандидат технических наук, доцент кафедры радиотехники и связи
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ОБЗОР И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ LPWAN СЕТЕЙ

Одним из ключевых направлений развития сетей связи стала концепция Интернета вещей. В недалеком будущем к Интернету будет подключено несколько миллиардов устройств. Большинство устройств будет иметь батарейное питание. В связи с этим, одной из важных характеристик интернет вещей является продолжительная работа устройства без дополнительного обслуживания и зарядки. Для

эффективного решения задач, связанных с энергопотреблением, появились новые типы сетей LPWAN (Low Power Wide Area Networks). Наиболее популярными среди таких технологий являются LoRa, SIGFOX, NB-IoT, Weightless P и др. Их появление обусловлено необходимостью подключения множества приборов учета и телеметрии для централизованного сбора данных на облачных серверах.

Технология LORA. Разработчики LoRa Alliance считают, что технология LoRa имеет значительные преимущества перед WiFi и сотовыми сетями, благодаря возможности развертывания межмашинных соединений (M2M) на расстоянии до 20 км при скорости до 50 Кбит/с, а также имеет минимальное потребление электроэнергии, обеспечивающее несколько лет автономной работы на одном аккумуляторе типа AA. Масштаб применений данной технологии велик: от домашней автоматизации и интернета вещей до промышленности и умных городов.

SIGFOX. Технология позволяет осуществлять передачу данных на большие расстояния при малой мощности передающего устройства и малой емкости батареи. Сеть отлично подходит для простых и автономных устройств, которые посылают небольшое количество данных в эту сеть. Так сеть SIGFOX похожа на сотовую инфраструктуру (GSM- и GPRS-3G-4G), но является более энергоэффективной и в тоже время менее затратной. Зона охвата сети SIGFOX составляет около 30–50 км в сельской местности и в городских районах. Обычно, где больше затруднений и шума, диапазон снижается в пределах от 3 до 10 км.

Стандарт имеет ряд преимуществ по сравнению с другими базовыми технологиями LPWAN сетей. Это большая зона покрытия; высокая проникающая способность; до 20 лет работы сенсора от 2-х батарей AA, т. е. сверхнизкое энергопотребление; низкая стоимость.

Технология NB-IoT NB-IoT (от англ. NarrowBand IoT – «узкополосный интернет вещей»), он же стандарт LTE-Cat.M2, имеет ряд достоинств таких, как широкая зона охвата, быстрая модернизация существующей сети, низкое энергопотребление, гарантирующее 10-летний срок службы батареи, низкую стоимость терминала, подключения и игры, повышенную надежность и высокую сеть операторского класса безопасности. NB-IoT идеально соответствует требованиям рынка LPWAN, позволяя операторам расширить эту новую область.

NB-IoT позволяет современным операторам работать с традиционными направлениями IoT, такими как интеллектуальные системы учета, отслеживания, благодаря ультранизкой стоимости, а

также открывает больше возможностей промышленности, например, «умный Город», системы электронного здравоохранения.

Технология Weightless P. Weightless – представляет собой открытый стандарт для сетей LPWANповышенной мощности, предназначенной для производительности сети. В специальной группе интересов Weightless (Special Interest Group, SIG) предлагается три различных протокола – Weightless-H, Weightless-W, и Weightless-P, которые поддерживают различные формы и варианты использования.

Технология активно используется в смарт измерениях, автомобильных системах слежения, отслеживании активов, в умных автомобилях – диагностика и модернизация транспортных средств, мониторинге состояния здоровья, датчиках движения, умных приборах, смарт-инфраструктуре, электронных платежей и др.

Сравнение технологий сетей дальнего радиуса действия представлены на рисунке 1. Как видно из таблицы, технологии обладают высокой дальностью связи, повышенной помехозащищенностью, низкой скоростью передачи данных, низким энергопотреблением и, как следствие, высокой степенью автономности конечных устройств.

Анализ выявил, что у каждой технологии имеется множество преимуществ и особенностей и ни один выше рассмотренный вариант не может быть оставлен в стороне и имеет место в современном мире технологий.

По независимой оценке состояния и перспективного развития глобальных сетей с низким энергопотреблением для рынка Интернета Вещей на ближайшие 1–2 года наиболее востребованной технологией будет LoRaWAN и, вероятно, SIGFOX. В дальнейшем можно будет ожидать совместное использование приспособленных для IoT технологий 3GPP (например, LTE-M) и действующих технологий LPWAN.

Таблица 1 - Сравнение технических характеристик сетей дальнего радиуса действия LPWAN

Технические характеристики	LoRa	SIGFOX	NB-IoT	Weightless P
Метод модуляции	CSS	–	OFDMA/DSSS	FDMA / TDMA
Диапазон	ISM	ISM	Лицензированный	ISM
Скорость	0,3–50 кбит/сек	100 бит/сек	UL: 1–144 кбит/сек DL: 1–200 кбит/сек	0,2–100 кбит/сек (адаптивная)
Полоса	Широкополос. до 500 кГц	Узкополос. 100 кГц	Узкополос. 200 кГц	Узкополос. 12,5 кГц
Время автономии	> 10 лет	–	До 10 лет	3–5 лет
Частота	868,8 МГц (Европа) 915 МГц (США) 433 МГц (Азия)	868,8 МГц (Европа) 915 МГц (США)	700 / 800 / 900 МГц	169 / 433 / 470 / 780 / 868 / 915 / 923 МГц
Безопасность	AES-64 и 128 бит	AES с HMACs	–	AES-128 / 256
Дальность	До 2,5 км в городе, до 45 км вне города	До 10 км в городе, до 50 км вне города	–	До 2 км в городе
Поддержка	LoRa Alliance, IBM, Cisco, Actility, Semtech...	SigFox, Samsung	3GPP, Ericson, Nokia, Huawei, Intel...	Ubiik Weightless SIG

Список литературы

1. Кучерявый А. Е., Прокопьев А. В. Самоорганизующиеся сети. СПб.: Любавич. 2011. 312 с.
2. Кучерявый А. Е., Владыко А. Г., Киричек Р. В., Маколкина М. А., Парамонов А. И., Перспективы научных исследований в области сетей связи на 2017–2020 годы // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Т. 4. № 3. С. 1–14.
3. Nolan K. E., Guibene W., Kelly M. Y. An Evaluation of Low Power Wide Area Network Technologies for the Internet of Things // International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC). 2016. pp. 439–444. DOI: 10.1109/IWCMC.2016.7577098.

УДК 621.39

Курбатова Анастасия Сергеевна

направление Управление в технических системах (бакалавриат), гр. РЭА-11-17
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова»,
г. Чебоксары

**ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СЕТЕЙ МОНИТОРИНГА
ПОДСТАНЦИЙ**

Для автоматизации систем управления подстанциями в энергетике используются разнообразные специализированные стандарты,

технологии и протоколы. К наиболее часто используемым относятся протоколы MODBUS, IEC61850

Цифровая подстанция - это термин, применяемый к электрическим подстанциям, где управление осуществляется между распределенными интеллектуальными электронными устройствами (IED), соединенными сетями связи.

Это стало возможным благодаря использованию вычислительной техники в среде подстанции. Микропроцессоры были введены в продукты подстанции, такие как защитные устройства, чтобы улучшить выполнение основных функций продукта. Такие функции, как улучшенная точность и стабильность были предоставлены.

Цифровая подстанция дает значительные преимущества с точки зрения проектирования и проектирования, монтажа и эксплуатации. Могут быть предложены готовые решения, легко приспосабливаются модификации, сокращаются кабели (и, следовательно, затраты), а встроенная диагностика обеспечивает целостность системы.

Управление и автоматизация в системах управления и автоматизации подстанций подключается к портам связи IED на физическом уровне) обычно соответствует одному из трех стандартов: RS-232, RS-485, Ethernet.

RS-232 был разработан, чтобы позволить компьютерам подключаться с использованием модемов, и подходит только для соединения «точка-точка». Он использует переключаемые односторонние 12 В (номинальные) сигналы для передачи данных. [1]

RS-485 представляет собой электрическое соединение и обеспечивает двухпроводное полудуплексное соединение, разработанное для многоабонентских соединений, что делает его более подходящим, чем RS-232, для использования в схемах автоматизации. RS-485 использует дифференциальную сигнализацию по витым парам и может быть изолирована. Многоточечное соединение (иногда называемое последовательным соединением) обычно имеет ограничение в 1 км, и хотя теоретически количество подключенных устройств (узлов) не ограничено, практический предел обычно составляет 32 на шину.

МЭК 61850 является международным стандартом для связи на базе Ethernet в подстанциях. Он обеспечивает интеграцию всех функций защиты, управления, измерения и контроля на подстанции, а также предоставляет средства для блокировки и отключения. МЭК61850 обмениваться данными с помощью GOOSE, SV.

Снижение затрат на расширение. Добавление устройств и приложений в существующую сеть на основе стандарта МЭК 61850 может быть выполнено с минимальным воздействием на существующее оборудование.

Снижение затрат на интеграцию: сети МЭК 61850 способны передавать данные без отдельных внешних интерфейсов или устройств перенастройки. Это означает, что стоимость, связанная с интеграцией данных подстанции, существенно снижается.

Стандарт МЭК 61850 - это результат многолетней работы электроэнергетических компаний и поставщиков электронного оборудования по созданию унифицированных систем связи. Его появление позволило упорядочить разрозненные решения различных производителей устройств релейной защиты и систем передачи данных, применяемых на подстанциях.

Список литературы

1. Кузьминов А. Ю. «Интерфейс RS232 Связь между компьютером и микроконтроллером» - ДМК Пресс, 2006 г. - 320 с.

УДК550.388

Ландышев Федор Альбертович

г. Йошкар-Ола, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», направление Инфокоммуникационные технологии и системы связи (бакалавриат), гр. ИТС-41

Научный руководитель Зуев Алексей Валерьевич

канд.техн.наук, доцент каф. радиотехники и связи
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИОНОСФЕРНЫХ КАРТ

В результате цифрового спектрального анализа сигнала разностной частоты на выходе анализатора спектра ЭВМ формирует ионограмму — зависимость времени группового запаздывания от частоты $\tau(f)$. Ионограмма наклонного зондирования на плоскости (рабочая частота, задержка) представляет собой растровое изображение дистанционно-частотной характеристики (ДЧХ) ионосферной радиолинии. Эта матрица размером $N \times M$. При этом $M = \text{int}[(f_K - f_H) / \Delta f_{\Sigma}]$, где Δf_{Σ} —

полоса канала, соответствующая одному спектру; $f_K - f_H$ – диапазон зондирования. $N = (F_K^{разн} - F_H^{разн}) / \delta F$, δF – элемент разрешения по разностной частоте. Ячейки матрицы (пиксели ионограммы) размерами $(\Delta f_K, \delta \tau = \delta F / f)$ содержат уровень мощности сигнала. Таким образом матрица имеет следующий вид:

$$U = \begin{bmatrix} |u_{11}| & \dots & |u_{1k}| & \dots & |u_{1M}| \\ |u_{21}| & \dots & |u_{2k}| & \dots & |u_{2M}| \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ |u_{j1}| & \dots & |u_{jk}| & \dots & |u_{jM}| \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ |u_{N1}| & \dots & |u_{Nk}| & \dots & |u_{NM}| \end{bmatrix} \quad F = \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ \dots \\ F_j \\ \dots \\ F_N \end{bmatrix}$$

$$f = [f_1 \quad \dots \quad f_k \quad \dots \quad f_M]$$

Итак, пикселю на ионограмме с координатами (f_K, F_j) и размером $(\Delta f_K, \delta F_j)$ будет соответствовать элемент $|u_{jk}|$. При изображении ионограммы по оси абсцисс откладывается частота зондирования f_k , по оси ординато – время группового запаздывания $\tau_j = F_j / f$ (или групповая дальность), а по оси аппликат амплитуда сигнала $|u_{jk}|$ в логарифмическом масштабе (цветом, либо градациями серого). Таким образом, ионограмму можно отобразить в трехмерном виде, пример которого представлен на рис. 1.

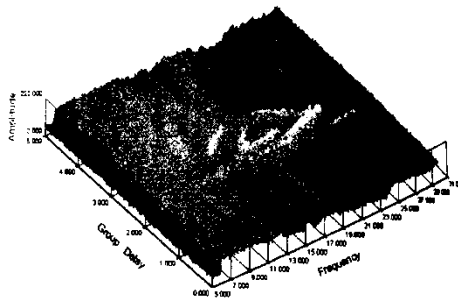


Рис.1 – Трехмерное изображение ионограммы

В общем случае при рассмотрении изображения ионограммы можно выделить три основных типа объектов: *полезный сигнал* (как правило, протяженные по горизонтали кривые), *фоновый шум* (основной фон) и *сосредоточенные помехи* (вертикальные линии), *одиночные выбросы* (локальные всплески яркости размером в 1-2 точки).

На ионограмме отображаются сигналы, распространяющиеся от передатчика к приемнику за счет различных механизмов (в основном за счет скачков). Частота, на которой смыкаются нижний и верхний лучи, принимают за максимально применимую рабочую частоту радиолинии (МПЧ). На практике по ионограммам наклонного зондирования ионосферы также определяют наименьшую наблюдаемую частоту (ННЧ) и максимально наблюдаемую частоту (МНЧ). ННЧ и МНЧ задают диапазон возможных рабочих частот для данного момента времени на используемой радиолинии. Ионосферная радиолиния играет роль полосового фильтра, пропуская на выход частоты от ННЧ до МНЧ. Под оптимальным частотным каналом дискретной связи понимается такой канал, при передаче информации по которому вероятность ошибки будет наименьшей. Также можно определить целый диапазон оптимальных рабочих частот (ДОРЧ), т.е. диапазон частот, для которого средняя вероятность ошибки меньше некоторого допустимого для данного вида связи уровня. В качестве критерия выбора ДОРЧ используются параметры, влияющие на вероятность ошибки при использовании различных КВ модемов – отношение сигнал/шум и диапазон межмодовых задержек, диапазон доплеровского смещения частот. Диапазон межмодовых задержек, равный максимальной разности задержек между следами принимаемых мод на заданной рабочей частоте, определяет память канала и максимальную скорость передачи информации в нем. На ионограмме отображаются все принимаемые за время зондирования сигналы: смесь сигнала с шумом, флуктуационные помехи и антропогенные в основном станционные помехи.

Список литературы

1. Егосин А.Б., Иванов В.А., Рябова Н.В. Программные средства для определения ключевых параметров и характеристик КВ линии связи по данным наклонного ЛЧМ зондирования // Информационные технологии и радиосети. ИНФОРАДИО'2000: Материалы 2-й междунар. науч.-практ. конф. 21-26 авг. 2000г. / Под ред. В.А.Шамцева. Омск: Омск.гос.ун-т, 2000. С.134-137.

2. Иванов В.А., Рябова Н.В., Шумаев В.В. Основы радиотехнических систем ДКМ диапазона: Учебное пособие / Под общ. ред. проф. В.А.Иванова. Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998.

3. Рябова Н.В., Диагностика и имитационное моделирование помехоустойчивых декаметровых радиоканалов: Научное издание. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2003г.

УДК621.371.3

Левченко Александр Александрович

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

Научный руководитель **Зуев Алексей Валерьевич,**

канд. техн. наук, доцент каф. радиотехники и связи

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

РАСЧЕТ ЗАТУХАНИЯ РАДИОСИГНАЛА ДЛЯ 10 ГОРОДОВ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА ПО МОДЕЛИ COST 231- ХАТА

Данное исследование посвящено определению ослабления затухания радиосигнала от расстояния для городов Приволжского федерального округа. Исследование процесса затухания уровня становится наиболее важным ввиду существующей тенденции к снижению мощности радиопередающих устройств, экономии энергии и поиска оптимальных решений для обеспечения качества предоставления услуг в системах связи с наименьшими затратами.

Рассмотрим ослабление сигнала с помощью эмпирической модели, COST 231- Хата для 10 городов Приволжского Федерального округа: Йошкар-Ола, Самара, Казань, Саранск, Уфа, Чебоксары, Пермь, Саратов, Киров, Нижний Новгород. Система связи - система сотовой связи стандарта GSM1800. Тип антенны - панельная. Диаграмма направленности антенны - секторная. Поляризация - вертикальная. Высота базовой станции (BTS) 40 м. Высота абонентской станции (АС) 1,7 м. Расстояние между базовой станцией и абонентской станцией 2 км.

Для диапазона частот 1,5...2 ГГц широко используется модель COST231- Хата, которая является модифицированным вариантом модели Хата. Формула для расчета среднего затухания в городе (дБ)

записывается в виде:

$$L_{\text{город}} = 46,3 + 33,9 \lg(f) - 13,82 \lg(h_r) + 44,9 - 6,55 \lg(h_t) \cdot \lg(d) - a(h_r) + C,$$

где f - несущая частота, МГц;

h_r и h_t - высоты антенн АС и BTS, м;

d - расстояние между BTS и АС, км;

$a(h_r)$ - поправочный коэффициент для высоты антенны АС;

$C = 0$ дБ для малых и средних городов;

$C = 3$ дБ для больших городов.

Для крупных городов этот параметр слабо зависит от частоты и от типа местности, однако используются следующие аппроксимирующие формулы:

для малых и средних городов (население до 500 тыс.чел.):

$$a(h_r) = (1,1 \lg(f) + 0,7) \cdot h_r - (1,56 \lg(f) - 0,8),$$

для больших городов (население от 500 тыс.чел.):

$$a(h_r) = 3,2(\lg(11,75 \cdot h_r))^2 - 4,97$$

Все полученные из расчета данные сведены в таблицу 1:

Таблица 1 – Среднее затухание радиосигнала по модели COST231- Хата на расстоянии 2 км

Город	Затухание, дБ
Йошкар-Ола	258,792
Казань	264,349
Киров	258,792
Нижний Новгород	264,349
Пермь	264,349
Самара	264,349
Саранск	258,792
Саратов	264,349
Чебоксары	258,792
Уфа	264,349

Выводы

Таким образом, основным недостатком модели COST231- Хата является то, что она не принимает во внимание специфику зоны развертывания мобильной сети (этажность строений, ширину улиц). Однако из полученных расчетов в таблице 1 можно сделать вывод, что наиболее эффективно при одинаковых параметрах высот базовой и абонентской станций и одинаковом расстоянии между ними

радиосигнал распространяется в малых и средних городах таких, как Йошкар-Ола, Киров, Саранск и Чебоксары.

Список литературы

1. Макоеева, М.М. Системы связи с подвижными объектами: Учеб. Пособие для вузов. / М.М, Макоеева, Ю.С. Шинаков - Радио и связь, 2002. - 440 с.
2. Ратынский, М.В. Основы сотовой сети / М.В. Ранынский - М.: Радио и связь, 1998. - 248 с.
3. COST - 231 - FinalReport. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.lx.it.pt/cost231>.
4. Дымов, А.В. Исследование распространения радиоволн в городских условиях в диапазоне 1800 МГц / А.В. Дымов, В.А. Тимофеев // Труды XIII международной научно - технической конференции «Радиолокация, навигация и связь». - Воронеж, 2007. - Т.1. - С.611-616.

УДК 621.396.96

Максимов Максим Александрович

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

Научный руководитель **Рябова Наталья Владимировна,**

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

АНАЛИЗ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ И СВЯЗНЫХ СТАНЦИЙ

Широкополосные сигналы находят все большее применение при решении различного рода проблем и сложных задач в областях радиолокации и связи.

Широкополосными (сложными, шумоподобными) сигналами (ШПС) называют такие сигналы, у которых произведения активной ширины спектра F на длительность T много больше единицы. Это произведение называется базой сигнала $B = FT \gg 1$.

Повышение базы в ШПС достигается путем дополнительной модуляции (или манипуляции) по частоте или фазе на времени длительности сигнала. В результате, спектр сигнала F (при сохранении его длительности T) существенно расширяется.

Наибольшее распространение в современных радиолокационных системах получили линейно частотно-модулированные (ЛЧМ) сигналы.

Для формирования ЛЧМ сигнала обычно используется дисперсионный фильтр, который выполняет функцию устройства задержки входного радиосигнала, причем различные спектральные составляющие входного сигнала имеют различную задержку.

Поданный на вход дисперсионного фильтра короткий импульс, включает временные отсчеты окончания t_K и начала сигнала t_H , а также характеризуется изменением несущей частоты $\Delta f = f_K - f_H$, где f_K и f_H – верхняя и нижняя частоты спектра сигнала.

Сигнал, отраженный от одиночной неподвижной цели и имеющий вид, аналогичный виду сигнала $s(t)$, поступает на вход приемника. Он отличается от излученного сигнала лишь задержкой во времени и меньшей амплитудой.

Импульсная характеристика согласованного фильтра (СФ) $h(t)$, находящегося в приемнике, представляет собой обращенный во времени сигнал $s(t)$, в котором изменение частоты происходит в обратном направлении.

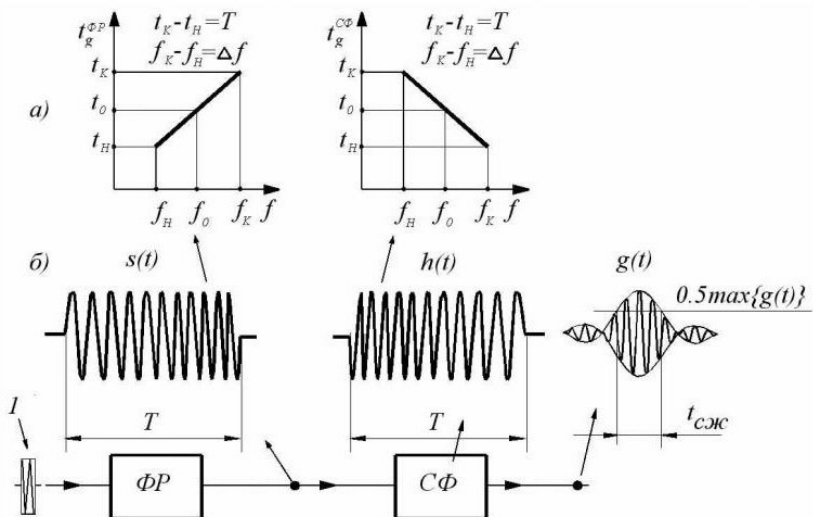


Рис.1 - Формирование и сжатие ЛЧМ сигнала. 1 - сигнал на входе фильтра расширения (ФР); $s(t)$ - ЛЧМ сигнал; $h(t)$ - импульсная характеристика согласованного фильтра (СФ); $g(t)$ - сжатый сигнал на выходе СФ

Групповое время запаздывания различных спектральных составляющих сигнала в согласованном фильтре зависит от их частоты (рис.1,а). Причем оно меняется таким образом, что все спектральные составляющие входного сигнала появляются на выходе одновременно, обуславливая наличие узкого корреляционного пика большой амплитуды. Выходной сигнал согласованного фильтра $g(t)$ (рис.1,б), в виде узкого пика, является сжатым сигналом (или корреляционным откликом).

Ширина корреляционного пика $t_{СЖ} \approx \frac{1}{\Delta f}$, где Δf - ширина спектра входного сигнала. По краям узкого пика расположены боковые лепестки. В общем случае ширина выходного пика намного меньше длительности входного сигнала T , поэтому согласованный фильтр называют также устройством сжатия импульсов.

Отношение длительностей входного и выходного сигналов в согласованном фильтре называют коэффициентом сжатия; приближенно он равен

$$K_{СЖ} = \frac{T}{t_{сж}} \approx T \Delta f$$

Выводы

Применение шумоподобных сигналов в радиолокационных системах и системах связи имеет большое значение, т.к. они:

- позволяют в полной мере реализовать преимущества оптимальных методов обработки сигналов;
- обеспечивают высокую помехоустойчивость;
- позволяют успешно бороться с многолучевым распространением радиоволн путем разделения лучей;
- обеспечивают электромагнитную совместимость (ЭМС) ШПСС с узкополосными системами радиосвязи и радиовещания, системами телевизионного вещания;
- допускают одновременную работу многих абонентов в общей полосе частот;
- позволяют создавать системы связи с повышенной скрытностью;
- обеспечивают лучшее использование спектра частот на ограниченной территории по сравнению с узкополосными системами связи.
- повышают точность измерения расстояния до цели и разрешающую способность по дальности;

- распознают класс и тип цели, а также получают радиоизображение цели;
- повышают вероятность обнаружения и устойчивость сопровождения цели за счет увеличения эффективной поверхности рассеяния (ЭПР) цели;
- повышают вероятность обнаружения и устойчивость сопровождения цели за счет устранения «нулей» в структуре вторичных диаграмм направленности (ДН) облучаемых целей;
- повышают устойчивость сопровождения цели под низким углом места за счет устранения интерференционных провалов в ДН антенны;
- повышают устойчивость к воздействию всех видов пассивных помех, поскольку ЭПР помех в малом импульсном объеме становится соизмеримой с ЭПР цели;
- уменьшают "мертвую зону";
- изменяют характеристики излучения (ширину и форму диаграммы направленности) путем изменения параметров излучаемого сигнала; в том числе возможно получение сверхузкой ДН.

Список литературы

1. Яковлев, О. И. Распространение радиоволн: учебник для вузов по спец. «Радиотехника».- М.: , 2009. – 496 с.
2. Иванов, В.А. Диагностика функции рассеяния дециметровых узкополосных стохастических радиоканалов /Н.В. Рябова, И.Е. Царев // Радиотехника и электроника. - 2009 г.. - 3 : Т. 55. - 292 с.
3. Комарович, В. Ф. Случайные радиопомехи и надежность СВ связи / В. Ф. Комарович, В. Н. Сосунов. - Москва : Связь, 1977. - стр. 136 .
4. Иванов, В.А. Зондирование ионосферы и дециметровых каналов связи сложными радиосигналами / В.А.Иванов, И.Д. Иванов, Н.В. Рябова// Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. - 2010 г.. - 1. – 91 с.
5. Иванов, Д. В. Информационно- аналитическая система для исследования ионосферы и каналов дециметровой радиосвязи: - Монография. - Йошкар-Ола : МарГТУ, 2006. - стр. 256.
6. CanderLj. R., Leitinger R., Levy M.F. Ionospheric models including the environment // Proceeding of the ESA Workshop on Space Weather, ESA, WPP-155, 11–13 November 1998, ESTEC. – Noordwijk, the Netherlands, 1999. – P. 135–141.

Мальцева Светлана Андреевна

направление Электроника и наноэлектроника (бакалавриат), гр. ЭиНЭ-41

Научный руководитель **Сушенцов Николай Иванович,**

Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой КиПР
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ ЗА СОЛНЦЕМ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Цель работы – разработать систему слежения за солнцем для применения в солнечной энергетике.

Актуальность идеи определяется следующими моментами:

1) Возрастающее энергетическое потребление быстро растущих потребностей населения. Их можно удовлетворить за счет расширения использования ВИЭ (Возобновляемых источников энергии).

2) Неравномерное размещение месторождений органических ресурсов – ВИЭ распределены более равномерно, поэтому солнечная энергетика может распространяться во всех регионах и странах.

3) Экологическая безопасность. Энергетика ответственна примерно за 50% всех вредных антропогенных выбросов – ВИЭ более экологически безопасны, чем традиционные источники.

4) В будущем традиционная энергетика вырастет в цене, поэтому необходимо наладить производство полного цикла собственного оборудования для ВИЭ, чтобы не закупать зарубежные технологии т.к., это большой риск для энергетической безопасности.

5) Влияние на экономику. ВИЭ обеспечат среднегодовой прирост ВВП (Валовой внутренний продукт), прирост объема налоговых поступлений и появлени более 12 тыс. высокотехнологичных рабочих мест.

Предлагаемое решение состоит в разработке солнечного трекера. Это комплексная система, следящая за местоположением солнца.

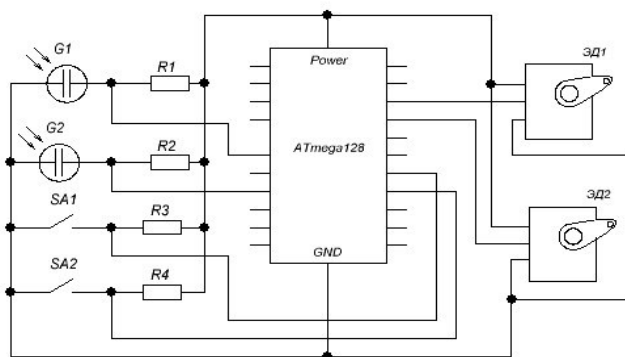


Рис.1 - Схема работы устройства

Устройство будет состоять из фотодиэлектрических датчиков, при воздействии на которые внешними факторами, в данном случае это солнечное излучение, изменяется емкость. Это значение сравнивается с установленным в микроконтроллере.

Когда сигнал с датчиков изменит свое значение, микроконтроллер на выходе подаст сигнал, приводящий в действие управляющее устройство (сервоприводы) (см. рисунок).

В данной работе впервые будут использованы фотодиэлектрические чувствительные элементы с квантовой эффективностью 95%, вместо фоторезисторов, за счет фоточувствительных элементов будет увеличена точность подстройки солнечной батареи под поток солнечного излучения.

Так же, при производстве модели цена всей системы будет ниже, чем у существующих аналогов.

Основными техническими параметрами системы являются: угол поворота, увеличение мощности солнечной батареи, температурный режим эксплуатации и цена для генерации мощности 1 кВт. В ходе сравнительного анализа выявлено, что предлагаемое решение обладает преимуществами перед конкурентами.

Вывод.

Система слежения за солнцем будет использоваться в солнечной энергетике в качестве поворотного механизма для солнечной батареи.

Реализация предлагаемого в проекте технического решения обеспечит создание системы слежения за солнцем с лучшими

характеристиками, чем имеющиеся аналоги и обеспечит увеличение КПД солнечной установки. А использование нового первичного преобразователя, передовых компьютерных и программных компонентов позволит снизить себестоимость конечного продукта.

Список литературы

1. Митрофанов С.В., Потехенченко А.В., Немальцев А.Ю. Разработка системы управления солнечным трекером на основе микроконтроллера Arduino // Сборник 2017.
2. Тарасов М.М. О необходимости применения возобновляемых источников энергии // Научный журнал. – 2016.- №118(4).- С 1-14.

УДК 621.396.24

Медведев Владимир Витальевич

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

Научный руководитель **Рябова Наталья Владимировна,**

д.ф-м.н., зав. кафедрой радиотехники и связи

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

АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ И ВЫДЕЛЕНИЯ ПОЛЕЗНОГО СИГНАЛА НА ФОНЕ КОМПЛЕКСА ПОМЕХ В СПЕКТРАХ СИГНАЛА РАЗНОСТНОЙ ЧАСТОТЫ ЛЧМ ИОНОЗОНДА

Введение. Задача обнаружения сигналов на фоне помех остается одной из важнейших задач обработки сигналов и является актуальной во многих прикладных областях. Проблема эффективного анализа и определения характеристик сигналов, в том числе и априорно неизвестных, в присутствии помех различной природы на сегодняшний день представляет собой одно из важнейших направлений исследований теории обнаружения сигналов. Различные критерии при проектировании оптимальных устройств обработки сигналов, а также различный характер помех обусловили большое число применяемых для решения данных задач подходов и алгоритмов, но при этом современный уровень развития техники передачи и обработки сигналов требует новых алгоритмов обнаружения и выделения полезного сигнала на фоне комплекса помех.

Цель исследования – исследование алгоритма автоматической обнаружения и выделения полезного сигнала в спектрах разностной частоты с учётом влияния помех различной природы ЛЧМ ионозонда

Этап 1. Производится обнаружение спектров, содержащих полезный сигнал. Для этого применяется разработанный алгоритм обнаружения по коэффициенту асимметрии. Те спектры, в которых сигнала не обнаружено, обнуляются.

Этап 2. Удаляются флуктуационные и станционные помехи в областях ионограммы, соответствующих частотным диапазонам, где есть полезный сигнал. Для этого применяются пороговые методы. Однако уровень помехи и сигнала в разных частотных каналах может значительно (в разы) различаться. Для нахождения порога по гистограмме яркости изображения необходимо, чтобы помеха имела приблизительно одинаковый уровень на всем анализируемом фрагменте изображения. На ионограмме это правило нарушается в основном из-за станционных помех

Этап 3. Применяется метод удаления мелких объектов (одиночных выбросов) и восстановления пропусков пикселей в треках. В отдельных случаях эта процедура применяется последовательно несколько раз подряд. Действительно, после работы пороговых методов на ионограмме могут оставаться отдельные мелкие объекты, не относящиеся к полезному сигналу. Кроме того, треки полезного сигнала могут иметь пропуски (небольшие участки, обнуленные на предыдущем этапе). Эти явления могут стать причиной неправильной работы алгоритмов оценки информационно-технических характеристик радиоканалов.

Выводы

Применение обработки с использованием комплексного алгоритма получается ионограмма, на которой «окрашены» (имеют амплитуду, отличную от нуля) только пиксели, относящиеся к полезному сигналу, а все остальные пиксели «не окрашены» (имеют амплитуду равную нулю). Таким образом, очистка ионограммы позволяет отделить из смеси сигнал-шум полезный сигнал, а сравнение очищенной ионограммы с исходной позволяет отделить из этой смеси шум.

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 дециметровых каналов связи сложными радиосигналами // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2010. № 1 (8). С. 3-37.

УДК 615.477.22

Москвина Анна Евгеньевна

направление «Управление и информатика в технических системах»
(бакалавриат), гр. УИТС-41

Научный руководитель **Кудрявцев Игорь Аркадьевич**,
начальник СКБ ПГТУ

Бусыгин Георгий Валентинович,
ст. преподаватель каф. ПиП ЭВС

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

ПРОЕКТ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫМ ЭКЗОСКЕЛЕТОМ ГОЛОСОВЫМИ КОМАНДАМИ

В настоящее время попытки создания интеллектуального речевого интерфейса «человек-машина» все более перемещаются в реальную жизнь, а соответствующие системы стремятся занять свое место под солнцем.

Электронные приборы как бытовые, так и используемые в различной профессиональной деятельности людей, продолжают «обрастать» все новыми многофункциональными кнопками, значение которых не в состоянии быстро запомнить и эффективно использовать, особенно людям с нарушениями опорно-двигательного аппарата.

Предлагаемый проект относится к медицинской технике, в частности, к приспособлениям, помогающим ходьбе в заранее предопределенных режимах движения экзоскелета пользователей с нарушением функций опорно-двигательного аппарата.

Цель работы: повышение уровня безопасности и удобства реабилитации больных с помощью роботизированного медицинского экзоскелета посредством голосового управления.

Задачи: провести патентно-информационный поиск; изучить методику реабилитации людей с ограниченными возможностями

передвижения; внедрение и реализация голосового управления в экзоскелет.

Пользователи-пациенты, только начинающие курс реабилитации, не всегда способны выполнить определенное движение самостоятельно, поэтому управление экзоскелетом оказывается единственным способом выполнения движений [1].

Голосовой ввод отдельных команд существенно повышает естественность и эффективность бесконтактного управления экзоскелетом. Интеллектуальное голосовое управление оказывается более предпочтительным в условиях выбора из сравнительно небольшого количества команд, доступных для выполнения, благодаря скорости и удобству (произнесение команды всегда проще, чем поиск и нажатие соответствующей кнопки) [1].

Известен способ управления экзоскелетом нижних конечностей, в котором, после подачи пользователем голосовой команды, следует голосовая или звуковая подсказка о готовности экзоскелета и положения пользователя к ее выполнению.

Недостатком прототипа является то, что в случае коррекции положения пользователя момент начала перехода экзоскелета из одного состояния в другое может оказаться неожиданным для пользователя, что может привести к нарушению равновесия с последующим падением пользователя, обуславливая тем самым его низкую безопасность [2].

Технической задачей, на достижение которой направлен предлагаемый проект, является повышение уровня безопасности пользователя, а также повышение удобства ходьбы пользователя в экзоскелете.

Техническая задача решается за счет того, что при голосовом управлении экзоскелетом начало перехода экзоскелета из одного состояния в другое должно осуществляться только после его инициализации его пользователем путем какой-либо манипуляции, например нажатием кнопки на пульте управления или на костыле.

Сущность проекта поясняется рисунком 1, где изображен пользователь в экзоскелете.

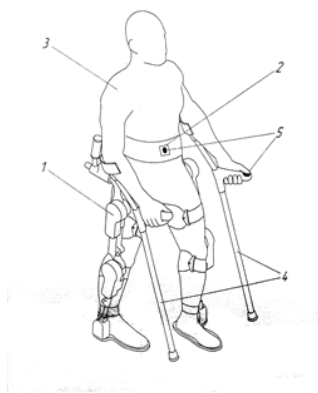


Рис. 1 – Способ управления экзоскелетом нижних конечностей голосовыми командами

Предложенный дополнительный признак «инициализация или отмена поданной голосовой команды осуществляется манипуляцией пользователя» в совокупности с уже известными признаками, заключающимися в подаче голосовых команд и получении голосовых подсказки о готовности экзоскелета и/или о коррекции положения пользователя, образуют новую совокупность признаков.

Предложенная новая совокупность признаков обнаруживает новые свойства, которые позволяют повысить уровень безопасности пользователя при ходьбе в экзоскелете, так как пользователь, своей манипуляцией более точно подготовит себя к началу выполнения команды и сможет избежать падения.

Экзоскелет 1 содержит пульт управления 2. А пользователь 3 в экзоскелете 1, с целью обеспечения повышенной устойчивости, опирается на костыли 4. При этом, кнопка 5 инициализации или отмены поданной голосовой команды может быть расположена на пульте управления 2 или на ручке одного из костылей 4.

Реализуется предложенный способ управления экзоскелетом нижних конечностей голосовыми командами программой, заложенной в контроллер экзоскелета 1, которая предусматривает выполнения любой из заранее predetermined команд, например «встать», «сесть», «ходьба», «остановка», «изменение скорости» и др., только после манипуляции пользователя 3 в ответ на голосовую или звуковую подсказку. Манипуляция пользователя 3 является свидетельством того, что он психологически готов к выполнению этой команды.

Манипуляция пользователя 3 осуществляется нажатием кнопки 5 на пульте управления 2 экзоскелета 1 или на ручке одного из костылей 4.

Вывод

Предложенное техническое решение позволяет повысить удобство ходьбы пользователя в экзоскелете и уровень его безопасности, что доказывает о решении поставленной технической задачи.

Список литературы

1. Капустин А.В., Лоскутов Ю.В., Скворцов Д.В., Насыбуллин А.Р., Ключев К.С., Кудрявцев А.И. Схемные решения системы управления реабилитационным экзоскелетом медицинского назначения // Вестник Поволжского государственного технологического университета. 2018. № 2(38). С. 77-86.
2. Медицинские экзоскелеты : обзор [Электронный ресурс]. – Режимдоступа: <http://integral-russia.ru/2017/09/05/meditsinskie-ekzoskelety-kratkij-obzor/>– 20.10.2019

УДК 621.3.095.2

Нуриев Фидарис Фанисович

Направление Радиотехника (магистратура), гр 5188

Научный руководитель **Насыбуллин Айдар Ревкатович**,
к. т. н., доцент кафедры РФМТ ФГБОУ ВО «Казанский
национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ», г. Казань

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ СТЕПЕНИ СТАРЕНИЯ ОЛИВКОВОГО МАСЛА НА ОСНОВЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МЕТОДА АНАЛИЗА В СВЧ ДИАПАЗОНЕ.

Целью работы является разработка резонансного датчика, позволяющего, с помощью диэлектрического метода анализа, определять степень старения оливкового масла.

Оливковое масло уже с давних времен прославилось своими лечебными и омолаживающими свойствами. Его эти особенности поспособствовали необходимости постоянного контроля его качества, состава и степени старения. Контроль степени старения особенно важно было производителям оливкового масла, для контроля срока годности производимой продукции.

Для определения разных характеристик оливкового масла, разработаны и используются множество методов. Большинство этих методов являются лабораторными моделями, из-за чего нуждаются в дорогостоящих установках. Разработаны также различные СВЧ датчики, позволяющие определять диэлектрические параметры разных жидких веществ. Найденные мной такие датчики также были дорогостоящими, к тому же обладали недостаточно точными характеристиками. После изучения материалов по этой теме актуальным был вопрос разработки недорогого устройства экспресс контроля степени деградации оливкового масла.

После тщательного рассмотрения некоторых методов и датчиков [1] решено было использовать два типа объемного кольцевого резонатора. Основы резонаторов представляли собой полосковые линии с щелевой и копланарной линиями передачи. Для подвода к этим резонаторам СВЧ энергии необходимы были подводящие линии, которые являлись так же полосковыми линиями с щелевой и копланарной линиями передачи, соответственно. Для оценки возможных результатов было сделано компьютерное моделирование обоих резонаторов. В результате моделирования переход между коаксиальным волноводом и щелевой линией показал плохое согласование, характеризовался недопустимым значением коэффициента отражения на рабочей частоте. Соответственно, конечная модель была создана из полоска с копланарной линией передачи и разъема SMA. Было принято решение, что конструкция модели будет представлять собой шприц, с внешней стороны которого находится объемный кольцевой резонатор. (Рис. 1)

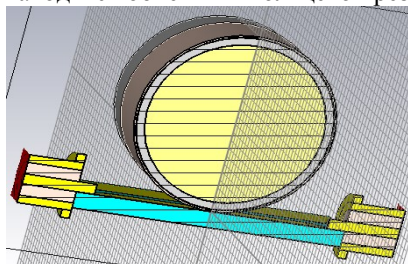


Рис.1 – Общий вид компьютерной модели в программе CSTSTUDIOSUITE

После анализа проведенных расчетов установили, что данный резонатор имеет четыре резонанса, отличающиеся частотами (2.58 ГГц; 3.015 ГГц; 6.135 ГГц; 9.067 ГГц) и распределением электрического поля в масле на этих частотах.

После завершения компьютерного моделирования мы приступили к практической реализации датчика. В итоге была собрана установка, показанная на рисунке 2.

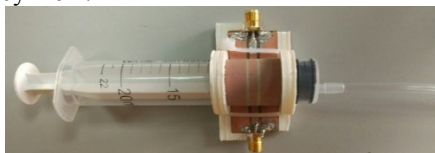


Рис. 2 – Внешний вид датчика

Для проведения анализа степени старения масла нам необходимо было несколько образцов оливкового масла одной марки, но с разной степенью деградации. Искусственная деградация масел может быть проведена с использованием различных методов окисления: термическая обработка, ультрафиолетовое облучение и обогащение кислородом. Из-за простоты и безопасности в реализации, в данной работе использовали метод с ультрафиолетовым облучением. В качестве источника облучения была использована ультрафиолетовая лампа с мощностью 26 Вт и длиной волны в 365 нм. Время облучения каждого образца масла приведена в таблице 1.

Таблица 1-- **Время деградации оливкового масла**

№ образца	Время деградации, час
1	2
2	5
3	9
4	15
5	24

С каждым образцом масла в трех диапазонах частот каждого резонанса были проведены по 10 экспериментов и, для сравнения характеристик, для каждого диапазона частот объединили показатели первого образца масла с показателями других образцов. Максимальная чувствительность была замечена на первом диапазоне. (Рис.3)

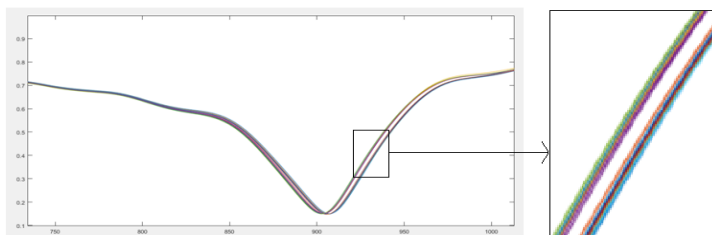


Рис. 3 – Сравнение характеристик масла 1-го и 5-го образцов на частоте первого резонанса

Вывод

В данной работе был рассмотрен диэлектрический метод анализа степени старения оливкового масла. После изучения научной литературы была спроектирована и разработана установка, которая позволяла оценивать степень деградации масла. Также были получены его характеристики, после сравнения которых было установлено, что самым чувствительным является первый резонанс.

Список литературы:

1. Бочаров Е.И. Кольцевые эллиптические резонаторы для СВЧ-устройств / Бочаров Е.И., Кондрашова М.А., Ракова К.А., Седышев Э.Ю., Тарасик Е.Э. // Электроника и микроэлектроника СВЧ. – 2018. – 688-692.

УДК 621.396.67

Олехов Максим Владиславович

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

Научный руководитель **Павлов Вячеслав Владимирович**,

канд. техн. наук, доцент кафедры радиотехники и связи

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

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТРЕХЭЛЕМЕНТНЫХ ВИБРАТОРНЫХ АНТЕНН ПРИ РАССТОЯНИИ МЕЖДУ АКТИВНЫМ ВИБРАТОРОМ И РЕФЛЕКТОРОМ 0,16λ

Для исследования трехэлементных вибраторных антенн с одинаковыми активным вибратором, рефлектором и уменьшенным директором на двенадцать процентов в длинах волн относительно активного вибратора была взята конструкция с расстоянием между

активным вибратором и рефлектором $0,16 \cdot \lambda$. Данная конструкция, смоделированная в программе *MMANA-GAL*, изображена на рисунке 1.

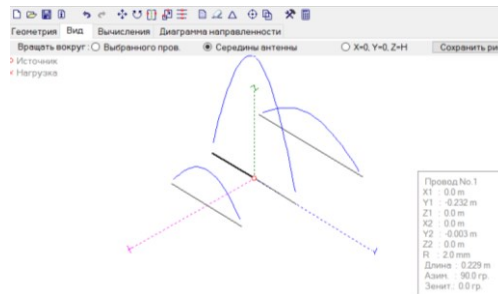


Рис. 1 – Конструкция трехэлементной вибраторной антенны

Для контроля и проверки правильности рассчитанных значений параметров антенны были сформированы кривые зависимостей значений KCB от частоты (см. рисунок 2) в виде семейства графиков.

По уровням $KCB = 1,5$ и $KCB = 2$ были сформированы сводные таблицы зависимостей от расстояний между активным вибратором и директором в пределах $0,04 \cdot \lambda \dots 1,03 \cdot \lambda$ с шагом $0,01 \cdot \lambda$ с параметрами антенны:

- G_{aver} (дБи) – средний коэффициент усиления в заданной полосе рабочих частот;
- F/B_{aver} (дБ) – среднее значение $ПЗО$ для полосы рабочих частот;
- $\Pi_{отн}$ (%) – относительная полоса рабочих частот;
- $KCB_{ср}$ – среднее значение KCB в диапазоне рабочих частот;

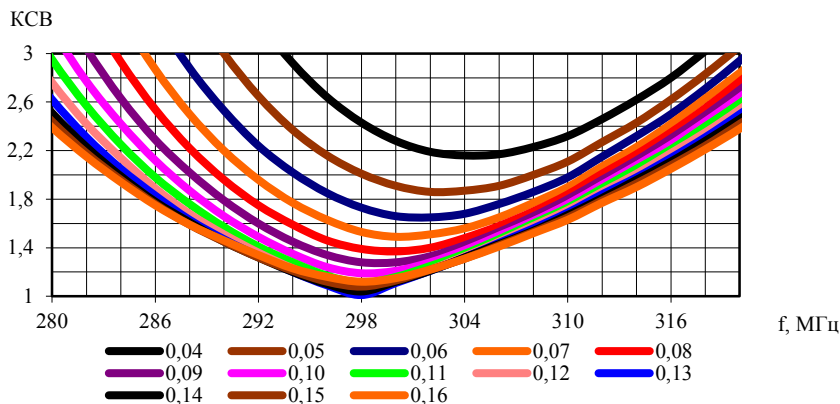


Рис. 2 – Кривые зависимостей KCB от частоты при различных положениях между активным вибратором и директором в длинах волн

Исходя из полученных зависимостей выявлен тот факт, что при изменении расстояний между активным вибратором и директором в пределах $0,04 \cdot \lambda \dots 1,03 \cdot \lambda$ с шагом $0,01 \cdot \lambda$ все четыре параметра изменяются по разному, следовательно, трудно сказать какая именно конструкция антенны будет оптимальной, для осуществления высокого усиления, ряда важных значений для отношения вперед-назад, минимального уровня в рабочей полосе частот при среднем значении KCB и широкая полоса рабочих частот.

Для выявления таких вариантов дополнительно осуществлялся многокритериальный анализ, который формирует целевую функцию, позволяющую выявить оптимальные конструкции антенны по известным параметрам.

Формула для расчета целевой функции:

$$F = 0,2 \cdot K_1 + 0,2 \cdot K_2 + 0,3 \cdot K_3 + 0,3 \cdot K_4 \quad (1)$$

где коэффициент K_i отвечает за определенный параметр антенны:

$$K_i = \frac{\alpha_i - \alpha_{\min}}{\alpha_{\max} - \alpha_{\min}} \quad (2)$$

Полученное наибольшее значение целевой функции и будет указывать на оптимальную конструкцию антенны, обеспечивающую высокое усиление, большую важность отношения вперед-назад,

широкую область полосы рабочих частот и минимальный уровень среднего значения для KCB в рабочих полосах частот.

По результатам расчета построен график (см. рисунок 3) зависимости целевых функций от расстояний между активным вибратором и директором в пределах $0,04 \cdot \lambda \dots 1,03 \cdot \lambda$ с шагом $0,01 \cdot \lambda$ по уровню $KCB = 1,5$ и 2.

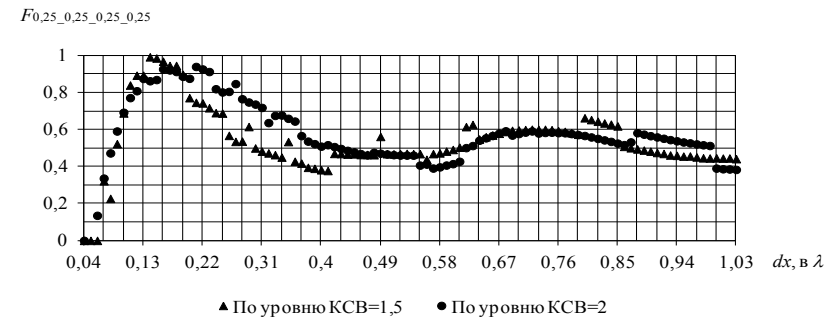


Рис. 3 – График значений целевых функции от расстояний между активным вибратором и директором

Таблица 2.2 – **Оптимальные параметры конструкции**

Параметр оптимизации	dx , в λ	G_{aver} , дБи	F/B_{aver} , дБ	$P_{отн}$, %	$KCB_{ср}$
$KCB = 1,5$					
$G_{aver} \max$	0,15	5,97	8,69	6,02	1,25
$F/B_{aver} \max$	0,19	5,93	8,84	6,02	1,32
$P_{отн} \max$	0,14	5,96	8,61	6,02	1,24
$KCB_{ср} \min$	0,12	5,92	8,38	5,37	1,24
$F_{0,25_0,25_0,25_0,25}$	0,14	5,96	8,61	6,02	1,24
$KCB = 2$					
$G_{aver} \max$	0,15	5,99	8,90	10,67	1,49
$F/B_{aver} \max$	0,19	5,87	8,99	11,30	1,53
$P_{отн} \max$	0,21	5,91	8,96	11,30	1,52
$KCB_{ср} \min$	0,12	5,96	8,5	9,33	1,44
$F_{0,25_0,25_0,25_0,25}$	0,24	5,77	8,78	10,6	1,58

Выводы

Таким образом, для трехэлементных вибраторных антенн с одинаковыми активным вибратором, рефлектором и уменьшенным директором на двенадцать процентов в длинах волн относительно активного вибратора при расстоянии между активным вибратором до рефлектором $0,16 \cdot \lambda$ определены оптимальные расстояния между активным вибратором и директором. При этом достигаются параметры, показанные в таблице 2.2.

Список литературы

1. Сазонов, Д. М. Антенны и устройства СВЧ / Д. М. Сазонов. – Москва. 1988. - 434с.
2. Бабенко, А. Н. Расчет электрических и магнитных полей: лабораторный практикум / А. Н. Бабенко, В. В. Павлов. – Йошкар – Ола, МарГТУ, 2012. – 120 с.
3. Гончаренко, И. В. Компьютерное моделирование антенн. Все о программе MANNA / И. В. Гончаренко. - М.: ИП РадиоСофт, Журнал «Радио», 2002. - 80 с.
4. Завьялов, А. С. Исследование симметричного вибратора и директорной антенны: метод. указания / А. С. Завьялов. – Томск, 2000. – 18 с.
5. Жук, М. С. Проектирование антенно-фидерных устройств / М. С. Жук, Ю. Б. Молочков. – Москва: Издательство «Энергия», 1966. - 648 с.
6. Долуханов, М. П. Распространение радиоволн: учеб. пособие/ М. П. Долуханов. - М.: Связьиздательство, 1960. - 392 с.

УДК 656.021.8

Островерхова Екатерина Викторовна

направление «Управление и информатика в технических системах»
(бакалавриат), гр. УИТС-41

Научные руководители **Кудрявцев Игорь Аркадьевич**,
начальник СКБ ПГТУ

Бусыгин Георгий Валентинович, ст.преподаватель каф. ПиП ЭВС
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕШЕХОДНОГО ПЕРЕХОДА

Цель работы: повышение безопасности пешеходных переходов.

Задачи: изучить статистику дорожно-транспортных происшествий; проанализировать системы безопасности, действующие на территории РФ; рассмотреть существующие способы повышения безопасности пешеходных переходов.

В период с начала года по июль 2019-го года произошло более 85 тыс. ДТП. Самый частый вид дорожного происшествия – столкновение двух автомобилей. На втором месте – наезд на пешехода. На третьем – аварии, возникающие из-за природно-климатических условий (дождь, сильный туман, гололед и т.п.).

Проанализировав системы безопасности был выявлен проект повышения безопасности пешеходного перехода с помощью светофоров с звуковыми сигналами и предупреждающих «лежачих полицейских». Однако этот проект обеспечивает невысокую безопасность пешеходных переходов, поскольку человек на основе зрительной информации не всегда может правильно оценить уровень безопасности перехода, который определяется множеством факторов, в том числе расстоянием до приближающихся транспортных средств, их скоростью, интенсивностью потока, погодными условиями.

Предлагаемый способ повышения безопасности пешеходных переходов реализуется следующим образом. При приближении человека к пешеходному переходу на его мобильное электронное устройство, например, мобильный телефон, с расположенных на подъездах к пешеходному переходу датчиков, видеокамер и светофора поступает информация о расстоянии приближающихся транспортных средств, их скорости, интенсивности потока транспортных средств, о включенном сигнале светофора, о погодных условиях, в котором анализируются, формируются и выдаются звуковые или иные (вибрационные, световые) сигналы, соответствующие уровню безопасности перехода в данный момент, а также формируются сигналы на оперативные управления светофором, сигналы о разрешении или запрещении перехода. При этом аналогичные электронные устройства могут располагаться в транспортных средствах для предупреждения водителей о приближающихся к пешеходному переходу пешеходах [1].

Способ повышения безопасности пешеходных переходов поясняется рисунком 1.

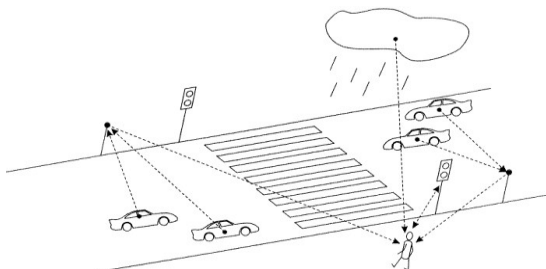


Рис. 1 - Способ повышения безопасности пешеходных переходов

Вывод

Данный способ за счет системы дополнительного предупреждения позволяет повысить уровень безопасности пешеходных переходов. Также такой способ будет эффективен для слабовидящих и слепых пешеходов.

Список литературы

1. Способ повышения безопасности пешеходных переходов [Текст]: пат. 2495775 Рос. Федерация: МПК ⁷ В60W 30/08/ Андрианов Ю.С., Кудрявцев И.А., Ханов А.З., Кудрявцев А.И., Дроздов Н.А., Созонов А.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «МарГТУ» . - №2011154453; заявл. 29.12.2011; опубл. 20.10.2013, Бюл. N 29.

2. Безопасность пешеходов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://гибдд.рф>

УДК 681.518

Павлова Ангелина Алексеевна

направление Радиотехника (магистратура), гр.РТМ-21

Павлова Ольга Игоревна

направление Радиоэлектронные системы и комплексы (специалитет), гр.РСК-31

Научный руководитель **Смирнова Галина Ивановна,**

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

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

ПИД РЕГУЛЯТОР ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДОМ АНТЕННЫ РЛС

Повышение качества к позиционированию антенны РЛС в виде возможности автоматической регулировки скорости вращения более

точно за весь выбранный режим сканирования обуславливают необходимость использовать автоматические регуляторы. Поэтому *актуальной* становится проблема разработки математической модели ПИД-регулятора для РЛС.

Цель работы – разработать математическую модель ПИД-регулятора управления приводом антенны РЛС и проанализировать ее показатели качества. Для решения поставленной цели необходимо решить следующие *задачи*: подобрать коэффициенты ПИД-регулятора, выбрать тип электродвигателя, алгоритм настройки ПИД-регулятора и оценить его показатели качества.

Математическое описание ПИД-регулятора сводится к подбору коэффициентов пропорциональности, интегрирования и дифференцирования [3]:

$$u(t) = Ke(t) + K_I \int_0^t e(t)dt + K_D \frac{de(t)}{dt}$$

где $u(t)$ – управляющий сигнал, $e(t)$ – сигнал ошибки (рассогласования), K – коэффициент пропорциональности, K_I – коэффициент интегрирования, K_D – коэффициент дифференцирования.

На основе прототипов [2,5] разработанная структурная схема системы управления приводом антенны (СУПА) РЛС на базе ПИД-регулирования, представленная на рисунке 1.

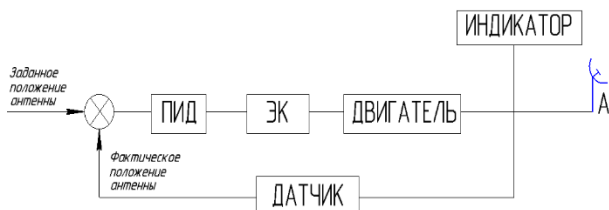


Рис. 1 – Структурная схема системы управления приводом антенны РЛС

На рисунке 2 представлена математическая модель СУПА РЛС, полученная на основании структурной схемы, где энкодер и электронный коммутатор в силу своей малоинерционности не учитывались.

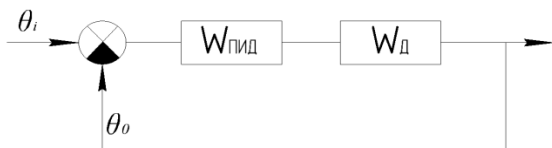


Рис. 2 – Математическая модель системы управления приводом антенны РЛС

В пакете Simulink была разработана модель управления антенной с использованием ПИД-контроллера, представленная на рисунке 3 [6].

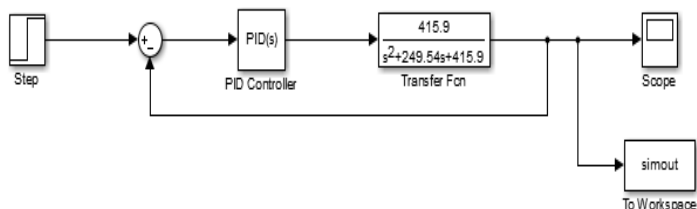


Рис. 3 – Модель управления антенной с ПИД-регулированием

Для управления приводом антенны РЛС исследованы две модели шаговых двигателей - FL130BYG2503 и FL86STH156-4208A, в результате анализа были получены их математические модели косвенным методом в виде передаточных функций, где неизвестными параметрами являются коэффициент демпфирования и собственная угловая частота электродвигателя [4]:

$$G(s) = \frac{415,9}{s^2 + 249,54s + 415,9} \quad G(s) = \frac{149,5}{s^2 + 19,52s + 149,5}$$

Используя известные методики настройки ПИД-регулятора: Зиглера-Никольса, ручной и автоподстройки [1,2,5] в пакете MatLabSimulink, были исследованы математические модели ПИД-регулятора системы управления приводом антенны РЛС с использованием обоих двигателей.

Сравнительный анализ показателей качества и устойчивости при различных методах настройки для двух марок двигателей показан ниже в таблице 1, в которой обозначены двигатели: 1 - FL130BYG2503, 2 - FL86STH156-4208A.

Таблица 1 - Сравнительный анализ показателей качества и устойчивости при различных методах настройки для двигателей

Метод настройки	1 способ Зиглера и Никольса		2 способ Зиглера и Никольса		Автоматическая настройка		Ручная подстройка	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Тип двигателя	1	2	1	2	1	2	1	2
Пропорциональная компонента К	3,65	1,8	0,00006	90	1,58	2,13	5	0,49
Интегральная компонента T_i	0,63	0,55	0,1	0,142	3,54	16,04	8,5	5
Дифференциальная компонента T_d	0,395	0,45	0,025	0,0355	0,36	0,07	0,00025	0,065
Коэффициент фильтра N	100	100	100	100	2,99	2224,26	100	100
Время переходного процесса, сек.	16,8	14,4	37,2	0,642	1,49	0,44	0,446	0,759
Время нарастания, сек.	5,29	0,0276	20,6	0,00928	0,49	0,0852	0,25	0,497
Перерегулирование, %	0	-	0	81,2	9,6	4,89	0	0
Устойчивость системы, да/нет	да	да	да	да	да	да	да	да

Судя по переходной характеристике системы управления приводом антенны РЛС на основе первого типа двигателя (см. табл. 1) время переходного процесса составил 0,446 секунд при времени нарастания 0,25 секунд с нулевым перерегулированием, а на основе второго типа (см. табл. 3.8) – время переходного процесса был равен 0,759 секунд при времени нарастания 0,497 секунд тоже с нулевым перерегулированием. В случае управления антенной РЛС важно быстрое действие, то есть антенна должна принять заданное положение как можно быстрее, и отсутствие перерегулирования для большей устойчивости конструкции антенны. Поэтому применительно к антенне РЛС лучшим двигателем оказался ГШД FL130BYG2503.

Выводы

Таким образом, была получена математическая модель ПИД-регулятора управления антенны РЛС, получены ее показатели качества, выбран гибридный шаговый двигатель марки FL130BYG2503. Результаты исследований различных методик подбора коэффициентов

ПИД-регулятора показали, что для управления приводом антенны является метод автоматической настройки. Полученные результаты будут использованы при разработке данного ПИД-регулятора на Arduino.

Список литературы

1. Ziegler J.G., Nichols N.B. Optimum settings for automatic controllers// Trans.ASME. 1942. Vol.64. P.759-768.
2. Бундин Д.В., Махлин А.М., Тарасенко Р.В., Устройство управления приводами антенного поста радиолокационной станции [патент] РФ №2587715 МПК G05B 11/00 2006.01.
3. Денисенко В.В. ПИД-регуляторы: принцип построения и модификации// Современные технологии автоматизации. 2006. № 4. С. 66-74.
4. Емельянов А.В. Шаговые двигатели: учебное пособие/ А.В.Емельянов, А.Н.Шилин/ ВолгГТУ. - Волгоград, 2005.- 48с.
5. Иванченко А.Я.Применение адаптивной настройки ПИД-регулятора для управления антенной радиолокатора // Электронный журнал «Труды МАИ». Выпуск № 6. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/311486331_Using_an_adaptive_tuning_PID_controller_for_a_radar_antenna, (дата обращения 18.10.19).
6. Щербяков В.С., Руппель А.А., Глушеч В.А. Основы моделирования систем автоматического регулирования и электротехнических систем в среде Matlab и Simulink: Учебное пособие.- Омск: Изд-во СибАДИ, 2003.- 160с.

УДК621.396.946:519

Пасова Анастасия Дмитриевна, Лоскутова Виктория Олеговна
направление Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(бакалавриат), гр. ИТС-41

Научный руководитель **Зуев Алексей Валерьевич**
к.т.н. доцент кафедры радиотехники и связи
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ С ПОМОЩЬЮ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ GPS/ГЛОНАСС

Цель работы - создание программно-аппаратного комплекса способного отслеживать запуски дронов и их местоположение в текущий момент времени.

Задачи:

- 1) маркетинговые исследования по заданной теме
- 2) разработка структурной схемы устройства
- 3) выбор элементной базы
- 4) разработка алгоритма работы программного продукта
- 5) создание программы
- 6) отладка системы

Актуальность:

С 27 сентября 2019 года вступил в силу Постановление РФ об утверждении Правил учета беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой от 0,25 кг до 30 кг ввезенных в РФ или произведенных в РФ. С учетом этого мы предлагаем создание автоматизированной системы, которая будет в себе содержать базу данных.

Решение:

Мы предлагаем создание автоматизированной системы, которая будет в себе содержать базу данных со следующими позициями:

- а) информация о беспилотном воздушном судне и его технических характеристиках:
 - тип беспилотного воздушного судна (наименование, присвоенное изготовителем);
 - серийный (идентификационный) номер беспилотного воздушного судна (при наличии);
 - количество установленных на беспилотном воздушном судне двигателей и их вид (электрический двигатель, газотурбинный двигатель, двигатель внутреннего сгорания);
 - максимальная взлетная масса беспилотного воздушного судна;
- б) информация об изготовителе беспилотного воздушного судна:
 - для юридического лица - наименование;
 - для индивидуального предпринимателя или физического лица, самостоятельно изготовившего беспилотное воздушное судно, - фамилия, имя, отчество (при наличии);
- в) сведения о владельце беспилотного воздушного судна:
 - номер телефона (телефакса), адрес электронной почты.

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 25.05.2019 № 658 о правилах учета беспилотных гражданских воздушных судов.
2. <https://dronnews.ru/o-dronakh/chem-otlichaetsya-dron-ot-kvadrokoptera.html>
3. <http://cyclowiki.org/wiki>

УДК 628.382

Петров Максим Анатольевич

направление электроника и наноэлектроника (магистратура), гр. ЭИМ-21

Научный руководитель **Сушенцов Николай Иванович**,

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

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

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ АЛМАЗОПОДОБНЫХ ПЛЁНОК

Актуальность темы

Разработка технологических процессов по формированию функциональных покрытий на основе углерода: чистых наноструктурированных углеродосодержащих пленок, комбинированных пленок с металлическими включениями является востребованной в области электроники, наноэлектроники и машиностроении, для упрощения производства и снижения себестоимости продуктов производства.

Использование магнетронного распыления позволяет в процессе формирования покрытий в широких пределах управлять их оптическими, электрическими и механическими свойствами, что открывает широкие возможности практического применения полученных специальных, защитных, антиэмиссионных, композиционных и радиопоглощающих покрытий.

Введение. Алмаз, графит и аморфный углерод являются наиболее известными и часто используемыми на практике аллотропными формами углерода. Кубическая кристаллическая структура с четырехкратно соединенными sp^3 - связями характерна для алмазной формы углерода. Гексагональная решетка с sp^2 - связями в двумерной плоскости структуры, соединенные между собой слабыми силами –

характерна для графита. Различная комбинация sp^3 – и sp^2 -связей, с возможным присутствием sp^1 - связи в формируемой структуре покрытия, наблюдается в аморфном углероде.

Структура углеродного покрытия включает различные комбинации алмазных (sp^3 -) и графитоподобных (sp^2 -) связей. Покрытия подобного типа обычно являются аморфными, что говорит о преобладании в структуре покрытия ближнего порядка и отсутствии дальнего атомарного. Из-за своей валентности, углерод способен образовывать множество аллотропных форм и имеет три основных типа гибридизации: (sp^3 -), (sp^2 -) и (sp^1 -).

Цель исследования: Разработать технологический процесс получения алмазоподобных пленок различных модификаций методом магнетронного распыления для исследования свойств получаемых пленок и выявления зависимости этих свойств от входных параметров процесса напыления.

Эксперимент производился на установке магнетронного распыления ННВ-6,6 М (Рисунок 1). Данная установка совмещает в себе два метода получения тонких пленок:

- 1) вакуумно-дуговое испарение;
- 2) магнетронное распыление.



Рис. 1 - Установка магнетронного распыления ННВ-6,6 М

Рис. 2 –
используемые в
эксперименте



Мишени,

На рисунке 2 приведена графитовая мишень, которая использовалась для получения алмазоподобных плёнок и титановая мишень, используемая для получения адгезионного слоя. Графитовая мишень высокочистая, изготовлена из изостатического графита ОСЧ. Зольность графита 50 ppm. Размеры: 6x78x333 (состоит из 2 сегментов, напаянных на медное основание).

Для сравнения адгезионных свойств, полученных пленок использовались два вида подложек (рисунок 3).



Рис. 3 – Подложки, используемые в эксперименте

Кремниевые подложки размещались на подложкодержателе на разном расстоянии друг от друга, для исследования влияния расстояния мишень – подложка, и соответственно, влияния скорости распыления мишени, на получаемые образцы (Рисунок 4): 1)140 мм; 2)155 мм; 3)170 мм; 4)185 мм.



Рис. 4 – Расположение подложек на подложкодержателе

Этапы проведения эксперимента:

1. Очистка подложек в тлеющем разряде (Рабочий газ Ar -100%, P_{Ar} -2 Па, напряжение смещения на подложке U -900 В, ток I -0,11÷0,15 А, t -5 мин.);
2. Дуговое испарение титана Ti для получения адгезионного слоя (Нагрев подложек: U -750 В, I -3,30÷4,30 А, подача Ar отключена P_{Ar} -0 Па, t -5 мин; Напыление Ti : U -275 В, P_{Ar} -2 Па);
3. Магнетронное распыление графитовой мишени (U -555-663 В, I -0,48 А, t -10 мин).

Выводы

В результате данного эксперимента получены опытные образцы тонких алмазоподобных плёнок разной толщины. Отработана технология получения тонких алмазоподобных пленок методом магнетронного распыления.

Список литературы

1. Семенов, А.П. Тонкие пленки углерода. II Стоение и свойства. [Текст] / А.П. Семенов, А.Ф. Белянин, И.А. Семенова, П.В. Пашенко, Ю.А. Барнаков // ЖТФ. – 2004. – Т. 74, Вып.5. – С.101-104.
2. Крель С.И. «Автоэлектронная эмиссия из безострийных структур» / диссертация на соискание учёной степени – Санкт-Петербург, 2015. – С. 9-14.
3. Патент РФ RU №2003115309. МПК C23C 14/22. Способ формирования сверхтвёрдого аморфного углеродного покрытия в вакууме / Колпаков А.Я. (RU), Инкин В.Н. (RU), Уханов С.И. (RU). - №2003115309/02; Заявлено 22.05.2003; Опубликовано: 20.12.2004 Бюл. №16.

Потапов Андрей Геннадиевич

направление Электроника и наноэлектроника (бакалавриат), гр. РЭА-31-17

Научный руководитель Лазарева Надежда Михайловна,

доцент кафедры промышленной электроники, Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

SIMULINK-МОДЕЛИРОВАНИЕ УЗЛОВ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ

Цель работы заключается в исследовании вариантов реализации в Simulink Matlab базовых блоков систем управления устройствами полупроводниковых ключах, поэтому актуальной задачей является разработка системы управления коммутацией ключей.

Устройства промышленной электроники выполняются на силовых полупроводниковых ключах, поэтому актуальной задачей является разработка системы управления коммутацией ключей.

Принцип работы системы управления заключается в генерации последовательности коммутирующих импульсов, обеспечивающих требуемый порядок переключения силовых вентилях электронных устройств и регулирование длительности их открытого состояния в функции сигнала управления. До момента реализации системы управления «в железе» обычно моделируют работу устройства, чтобы подтвердить достоверность предварительных расчетов. Из множества компьютерных систем, предназначенных для имитационного моделирования работы устройств силовой электроники, для симуляции комфортно использовать Simulink Matlab [1, 2].

Принципиальных схем и алгоритмов работы систем управления преобразователями много, но в их реализации можно выделить базовые блоки, которые применяются в большинстве систем. К таким блокам относятся, например, генератор пилообразного напряжения, компаратор, распределитель импульсов.

Рассмотрим пример моделирования системы управления последовательным мостовым инвертором с IGBT-транзисторами и обратными диодами с бестрансформаторным подключением нагрузки (рис. 1) [1, 3]. В простейшем случае систему управления транзисторными вентилями преобразователя можно построить на основе стандартного блока Pulse Generator генерации прямоугольных импульсов, задав требуемую длительность импульсов, и блока Transport Delay транспортной задержки на половину периода инвертирования. Но

при таком подходе и длительность включенного состояния транзисторов, и момент времени их включения (фаза) заранее задаются в настройках параметров указанных блоков, как следствие этого, отсутствует возможность изменять параметры алгоритма коммутацией ключей во время работы модели и адаптировать процесс управления к режиму работы инвертора.

Необходимо так построить систему управления, чтобы иметь возможность изменять параметры регулирования в режиме реального времени. Такие системы, чаще всего, содержат генератор опорного напряжения и задающий сигнал управления, сравнение которых порождает импульсы, управляющие коммутацией силовых ключей.

Вариант Simulink-модели системы, реализующей широтно-импульсное управление силовыми ключами, представлен на рис. 1. Генератор пилообразного напряжения (ГПН) реализован на основе интегратора Integrator, что позволяет и частоту, и амплитуду, и начальное значение пила задавать из силовой части инвертора (на представленном варианте ГПН для простоты они задаются блоками Constant C1 и C2).

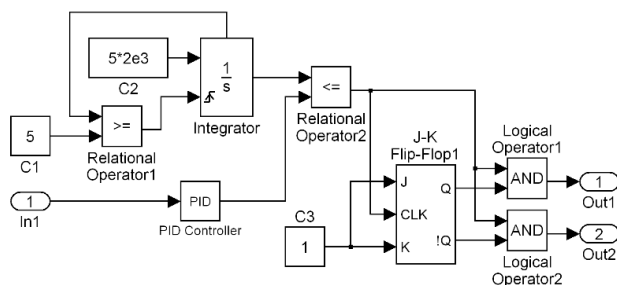


Рис. 1 - Simulink-модель системы управления мостовым инвертором

Задающий сигнал, например, это может быть действующее значение напряжения нагрузки, которое и является регулируемым параметром режима, как правило, подается в систему управления по цепи обратной связи через регулятор электрического режима (на рис. 1 цепь наличие обратной связи обозначено входным портом системы In1). В качестве регулятора электрического режима преобразователя в представленной системе управления используется блок PID Controller, на котором реализован пропорционально-интегральный регулятор. При желании

можно собрать ПИ-регулятор и самостоятельно из базовых блоков Simulink (рис. 2).

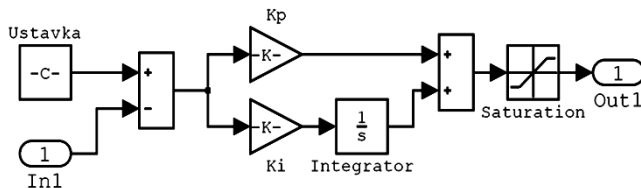


Рис. 2 - Simulink-модель ПИ-регулятора

Компаратор, выполняющий сравнение опорного пилообразного сигнала с задающим сигналом, поступающим по цепи обратной связи, можно реализовать на основе одного из Simulink-блоков сравнения: Compare To Zero, Compare To Constant или Relational Operator.

Узел распределителя управляющих импульсов на включение и выключение транзисторов силовой схемы инвертора моделируется на основе JK-триггера (блок J-K Flip-Flop) и логических элементов И (блоки Logical Operator): нечетные импульсы передаются на выходной порт системы управления Out1, а четные – на Out2.

Временные диаграммы работы системы управления приведены на рис. 3.

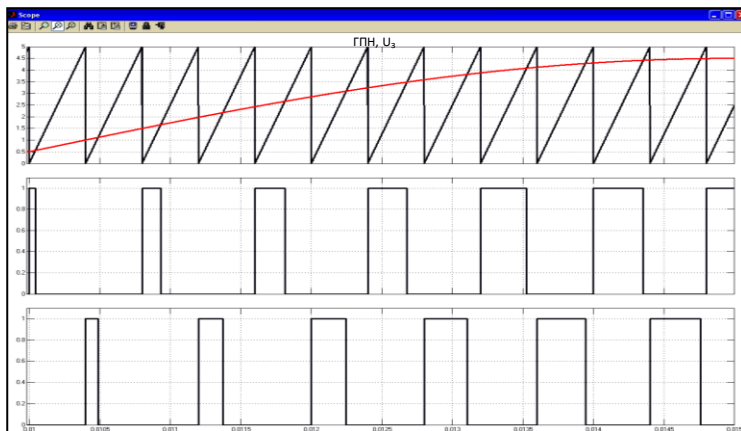


Рис. 3 - Временные диаграммы работы системы управления

Simulink-модель силовой части инвертора (рис. 1), работающего под управлением системы, представленной на рис. 1, приведена на рис. 4. Нагрузка, включенная в диагональ моста, моделируется блоком Series RLC Branch, именованным на рис. 4 как RH LH.

Система управления для компактности упакована в подсистему – блок System. В соответствии с рис. 1 подсистема имеет один вход, обозначенный как In1, и два выхода, с которых снимаются коммутирующие импульсы, инициирующие попарное включение и выключение IGBT-транзисторов: в первый полупериод чистоты инвертирования включаются IGBT1 и IGBT4, а во второй – IGBT2 и IGBT3 (см. рис. 3).

В качестве сигнала обратной связи используется напряжение нагрузки, измеряемое мультиметром Multimeter. Поскольку напряжение на выходе инвертора переменное, то в качестве управляющего сигнала используется действующее значение напряжения нагрузки, для вычисления которого применен измерительный блок RMS. Блок Gain реализует масштабирование значения напряжения нагрузки (порядка 400 В) к напряжению системы управления (5 В).

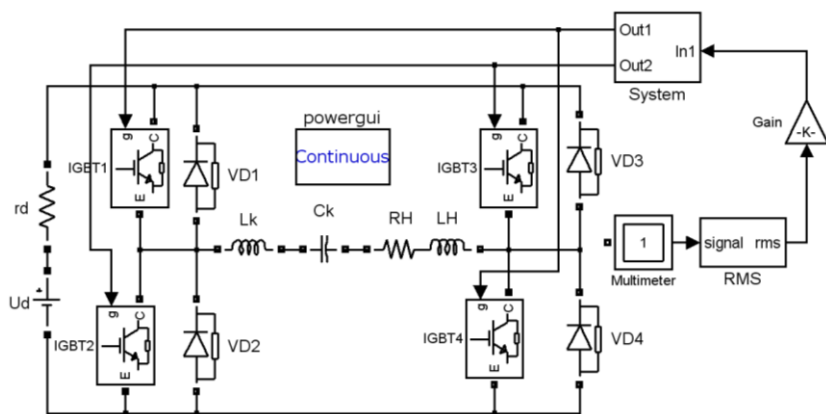


Рис. 4 - Simulink-модель силовой части инвертора с контуром регулирования напряжения нагрузки

Построение преобразователя с системой управления, замкнутой по напряжению нагрузки, позволяет стабилизировать выходное напряжение на заданном уровне. На рис. 5 показаны нагрузочные

характеристики инвертора – зависимости действующего значения напряжения нагрузки от действующего значения тока в нагрузке.

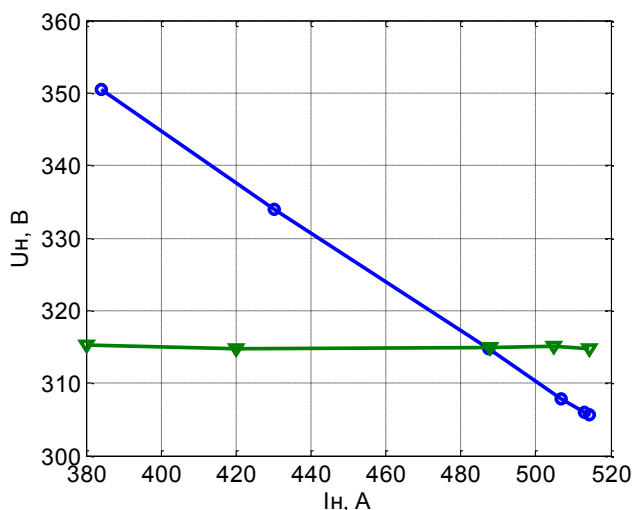


Рис. 5 - Нагрузочные характеристики инвертора

Нагрузочная характеристика мостового инвертора с разомкнутой системой управления (линия с кружками) имеет падающий характер. В случае использования системы с контуром регулирования напряжения (линия с треугольниками) U_n остается неизменным при изменении тока нагрузки (активного сопротивления нагрузки) в достаточно широком диапазоне.

Список литературы

1. Лазарева Н.М. Компьютерное моделирование резонансных инверторов / Н.М. Лазарева, В.М. Яров. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2011. – 498 с.
2. А.Г. Потапов. Моделирование узлов систем управления устройствами силовой электроники: сб. науч. тр. молодых ученых и специалистов. Ч. 1 / А.Г. Потапов, Н.М. Лазарева. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2019. С. 95–99.
3. Яров В.М. Полупроводниковые преобразователи частоты для установок индукционного нагрева / В.М. Яров, В.П. Терехов, А.Н. Ильгачев. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2005. – 228 с.

Ронинград Станислав Викторович

Направление Мехатроника и робототехника (бакалавриат)

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В СИСТЕМАХ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ

Цель работы

Разработать и испытать на практике более дешёвое устройство ночного видения, нежели представленные в настоящее время на рынке; внедрить в устройство полезную дополненную реальность, призванную ощутимо облегчить ориентирование пользователя на местности.

Актуальность проекта

Приборы ночного видения (ПНВ) имеют довольно высокую цену и потому недоступны для большинства заинтересованных в них людей. В России цена колеблется от нескольких десятков до нескольких сотен тысяч рублей за полноценные ПНВ в формате очков.

Также, несмотря на то, что ПНВ расширяют возможности зрения человека, они всё равно не позволяют видеть и ориентироваться на местности столь же хорошо, как и при дневном свете. Поэтому зачастую требуется несколько устройств для наблюдения, навигации, съёмки и прочих действий в темноте. А это может демаскировать пользователя (особенно если он использует электронные устройства со светящимися экранами).

Но даже несмотря на обозначенные выше проблемы, стоит ожидать роста спроса на ПНВ в ближайшем будущем. Так, согласно исследованиям международной маркетинговой компании Technavio, объём мирового рынка приборов ночного видения до 2023 года вырастет на 2,79 млрд долларов (т.е. более чем на 6%). При этом очки ночного видения к 2020 году займут долю в 47% от общего рынка ПНВ.

Описание технологии

Описываемый в настоящем докладе проект получил название Ninox (Ninox - латинское именование иглоногих сов, которые, разумеется, хорошо видят в темноте).



Рис. 1 – Общий вид прототипа

Одна из тестовых моделей проекта Ninox использует смартфон в качестве своего экрана – такой подход позволяет в разы удешевить ночное видение. В этом случае смартфон подключается к камере ночного видения в составе устройства Ninox через USB-интерфейс. Трансляция стереоизображения с камеры ведётся в приложение для смартфона. Нам не удалось найти ПНВ, которые использовали бы схожий принцип.

Дополненная же реальность в программном обеспечении Ninox решает проблему ориентирования в темноте следующим образом. Прежде всего, пользователь видит перед собой актуальное направление по сторонам света, а также расстояние до ближайших населённых пунктов и значимых объектов рельефа (гор, рек, озёр и т.п.) в виде меток на зримой местности. Помимо этого, при необходимости средствами дополненной реальности моделируется рельеф местности, сокрытый далеко в темноте. Функция реализована с помощью приложения, которое использует показания компаса и GPS-модуля смартфона и потому работает даже вне зоны досягаемости сотовых вышек.

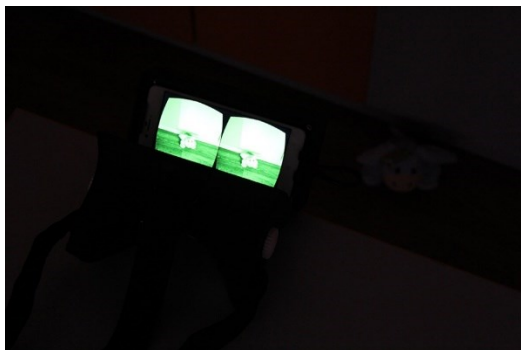


Рис.2 – Работа раскрытого устройства в темноте

Также благодаря дополненной реальности впервые устройство ночного видения будет управляться с помощью жестов. Не снимая устройство с головы и не нажимая никаких кнопок, пользователь сможет сделать снимок или видео, уменьшить или увеличить видимую картинку, вызвать или убрать карту местности.

Ряд решений, воплощённых в проект в ходе экспериментов, пройдёт процедуру патентования.

Вывод

В результате научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ нами был разработан и испытан должным образом функционирующий прототип устройства. По сравнению с представленными на рынке аналогами, он имеет очевидные конкурентные преимущества: более низкую себестоимость (и, как следствие, возможную рыночную цену), а также уникальные полезные для потребителя характеристики (систему дополненной реальности). Исходя из этого мы полагаем, что полученный продукт пригоден для дальнейшей коммерциализации.

Список литературы

1. Global Night Vision Devices Market 2016-2020 [Электронный ресурс]: Technavio market research company, 2016 — Режим доступа: URL: <https://technavio.com/report/global-embedded-systems-night-vision-devices-market> (22.10.2019)
2. Global Night Vision Devices Market 2019-2023 [Электронный ресурс]: Technavio market research company, 2019 — Режим доступа: URL: <https://www.technavio.com/report/global-night-vision-devices-market-industry-analysis> (22.10.2019)

Румянцева Дарья Евгеньевна

направление Электроника и наноэлектроника, гр. ЭиН-41

Научный руководитель **Мороз Андрей Викторович,**

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

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

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ

Целью работы является анализ методик измерения шероховатости и разработка системы измерения шероховатости.

Правильный выбор параметров шероховатости поверхности и методов обработки оказывает серьезное влияние на качество конструкции и позволяет установить наиболее экономичные методы изготовления деталей.

Одними из важнейших характеристик для материала, применяемого в качестве подложки, являются прочность и степень шероховатости поверхности. Физико-механические характеристики подложки оказывают значительное влияние на параметры почти всех элементов, формируемых на ее поверхности. Так, например, при изготовлении тонкопленочных конденсаторов во избежание электрического пробоя диэлектрика, значение степени шероховатости должно быть минимальным.

Шероховатость поверхности полупроводниковых пластин увеличивается после проведения технологических операций обработки, в частности, травления и очистки поверхности подложек. Существует зависимость качества диэлектрического слоя от микронеровностей (шероховатости) поверхности полупроводниковых пластин (при толщине формируемого слоя SiO_2 менее 10 нм), что напрямую влияет на стабильность работы транзисторных структур. Характеристики диэлектрического слоя, а также качество получаемого слоя поликремния, а, следовательно, стабильность работы ИС непосредственно зависят от величины микронеровности поверхности подложек уровня десятков и даже единиц ангстрем. Поэтому необходимо дополнять существующие стандартные методики контроля состояния поверхности подложек в процессе изготовления ИС. При выращивании пленок наноматериалов на шероховатых поверхностях полученные образцы характеризуются, как правило, неравномерной

толщиной, значительно различающимися размерами зерен, случайной ориентацией кристаллитов и большими межзеренными напряжениями, что ограничивает применение пленок.

Отсюда следует, что необходимо проанализировать имеющиеся и разработать подходящую систему измерения шероховатости.

Существуют следующие методы измерения шероховатости: акустический, тактильный (палец, ноготь), визуальный, механический (щуповой), топографический, пневматический, оптический и оптический интерферометром.

Основным методом цехового контроля шероховатости поверхности деталей машин является способ сравнения с эталонными поверхностями соответствующих классов, полученными тем же методом обработки, что и данная деталь.

Метод светового сечения заключается в следующем: пучок световых лучей, поступающих от источника света через узкую щель шириной около 0,1 мм, направляется объективом под углом α на контролируемую поверхность. Отражаясь от этой поверхности, лучи через объектив переносят изображение щели в плоскость фокуса окуляра. Если контролируемая поверхность является идеально ровной, то в окуляре щель будет иметь вид светящейся прямой линии (обычно зеленого цвета). Если на поверхности имеется канавка, то в плоскости окуляра наблюдается искривленная светящаяся линия.

Микроинтерференционный метод реализуется с помощью приборов МИИ-4, МИИ-5, МИИ-15, МИИ-9, МИИ-10, предназначенных для лабораторных измерений параметров R_z и S и фотографирования микронеровностей чистых поверхностей с $R_z = 0,03...1$ мкм. Принцип устройства микроинтерферометра В.П. Линника – сочетание интерферометра Майкельсона с измерительным микроскопом, что позволяет в поле зрения микроскопа увеличенное в нужное число раз изображение интерференционной картины и измерять координатным методом вырисовывающиеся неровности с помощью обычного винтового окулярного микрометра. В местах выступов и впадин на исследуемой поверхности интерференционные полосы искривляются. Степень искривления полос и характеризует неровность поверхности.

Идея растрового метода заключается в следующем. Если на испытываемую поверхность наложить стеклянную пластинку, на которую нанесены с малым шагом штрихи (растровая сетка), при наклонном падении лучей отраженная растровая сетка накладывается на штрихи самой сетки и наблюдаются муаровые полосы.

Щуповой метод измерения параметров шероховатости. При щуповом (контактном) методе измерения неровностей поверхности в качестве щупа используют остро заточенную иглу, поступательно перемещающуюся по определенной трассе относительно поверхности. Ось иглы располагают по нормали к поверхности. Опускаясь во впадины, а затем поднимаясь на выступы во время движения ошупывающей головки по испытуемой поверхности, игла колеблется относительно головки соответственно огибаемому профилю. Механические колебания иглы преобразуются, как правило, в электрические при помощи электромеханического преобразователя того или иного типа.

Производимая мной методика представляет собой нанесение капли жидкости на подложку, фиксирование массы и радиуса с помощью фотографии (рис.1). Далее следует вычисление угла смачиваемости, перевода его в значение шероховатости.

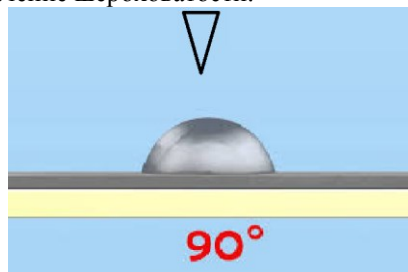


Рис.1 - Нанесение капли жидкости на подложку

Таблица 1- Средние значения шероховатости исследуемых материалов

Материал	Средняя шероховатость, nm
Кремний полированный	424,885 nm
Стекло	236,184 nm
Нержавеющая сталь	389,71 nm
Ситалл	123,139 nm

В таблице 1 представлены средние значения шероховатости исследуемых материалов. Оценив диапазоны, можно сделать вывод, что большинство методик измерения шероховатости неспособны измерять представленный диапазон. Методики же, которые способны это сделать нуждаются в специализированном дорогостоящем оборудовании.

Вывод

Представляемая мной методика выигрывает по сравнению с другими тем, что не требуется специализированного оборудования, проста в применении и не требует квалифицированных специалистов.

Список литературы

1. Шарова, Н.В. Керамика из Al_2O_3 для подложек интегральных микросхем [Текст] / Успехи в химии и химической технологии том 30 2016 №7 Стефанович Г. Б. - Петрозаводск, 2013.- 127 с., Москва
2. Бесогонов, В.В. Уменьшение шероховатости поверхности ситалловой подложки до наноразмерных значений [Текст] :: / Изв. вузов. Приборостроение 2009. Т. 52, № 9. – С.73-76
3. Невлюдов, И.Ш. Анализ методов контроля шероховатости подложек для изделий электронной техники //Журнал прикладной физики, 2014 - С.25-29

УДК 621/396

Сагдиева Алсу Рустемовна

Направление Радиотехника (бакалавриат), гр. 5415

Научный руководитель Веденькин Денис Андреевич,

канд.техн.наук, доцент кафедры радиофотоники и микроволновых технологий
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань

РАСЧЕТ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ АНТЕНН НА ПЛОСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ЗАДАЧЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭМС

Цель работы – обеспечить выполнение требований электромагнитной совместимости путем оптимизации мест расположения антенн.

Уже с первых шагов развития радиотехники появилась проблема непреднамеренных воздействий радиотехнических устройств и систем друг на друга. Задача электромагнитной совместимости (ЭМС) – обеспечить работоспособность устройства и/или комплекса устройств с заданным качеством, при воздействии комплекса различных электромагнитных помех, а также самому не создавать электромагнитные помехи выше допустимых.

Актуальность проекта. Обеспечение ЭМС касается всех технических средств, которые используют электромагнитные процессы для выполнения своих задач. Без его учета работа современных технических систем была бы попросту невозможной.

Обеспечение ЭМС учитывается на самых первых ступенях разработки радиотехнического устройства. Любые электрические или электронные изделия, которые способны создавать и/или же сами восприимчивы к воздействию электромагнитных помех, должны конструироваться с учетом:

- Создаваемые ими электромагнитные помехи не превышали уровень допустимых помех, при котором не нарушалась бы работоспособность радио- и телекоммуникационного оборудования других систем, в соответствии с их назначением.

- Сами изделия должны быть достаточно устойчивыми к воздействию электромагнитных помех, обеспечивая свое функционирование.

В теории ЭМС оперируют двумя терминами: «Приемник» (рецептор) и «Передатчик» помех. В качестве передатчиков помех могут выступать различные теле- и радиовышки, базовые станции сотовых сетей, любые электрические или электронные изделия, электрические цепи и сети и т.д. Рецепторами помех являются различного рода антенны, радиоприемники, устройства обработки информации и т.д. некоторые из устройств могут в одно время быть источником помехи, в другое же время быть приемником.

Меры обеспечения ЭМС могут быть различными и в общем случае носят комплексный характер. В работе рассматриваются системотехнический метод: обеспечение ЭМС путем оптимального размещения различного типа и назначения антенн на общем носителе.

При размещении антенн в пределах какой-либо плоскости необходимо обеспечить его таким образом, чтобы обеспечить минимально возможный уровень взаимных помех. Минимальное расстояние между антеннами, при котором создаваемые друг другом взаимные помехи являются допустимыми, называют координационным расстоянием.[1]

Этапы размещения антенн рассмотрены в [2]

При размещении антенн рассчитываются и учитываются:

- Мощности излучения источника помехи, чувствительность рецептора помехи, полоса и характеристики антенн в интересующих полосах частот;

- Возможность обеспечения требуемых характеристик направленности;

- Коэффициент связи между антеннами как на частотах основного излучения, так и на каналах приема;

- Бюджет ЭМС между источников и рецептором.

Рассмотрим 3 антенны со следующими характеристиками [табл.1]

Таблица 1 – **Параметры антенн**

Антенна	1	2	3
Центральная частота f , ГГц	1	2	3
Длина волны λ , см	300	150	100
Размер четвертьволнового штыря, см	69	34	22,35
Значение главного лепестка ДН, дБ	-2,37	-0,83	0,0538
Направление главного лепестка ДН, град	135	90	16
Мощность передатчиков, дБ	-10	-10	-10
Чувствительность приемников, дБ	-30	30	30

Выводы

Проведя моделирования антенн в программной среде были получены диаграммы направленности антенн на основной частоте и на частотах гармоник. После расчетов получили, что минимально допустимое расстояние между 1 и 2 антенной не менее 151мм, между 1 и 3 – не менее 116мм, между 2 и 3 – не менее 115мм.

Список литературы

1. Седельников Ю.Е., Веденькин Д.А. Э45 Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств: Учебное пособие/ под ред. Ю.Е. Седельникова. – Казань: ООО «Новое знание», 2016.-344с.
2. Седельников Ю.Е., Веденькин Д.А., Латышев В.Е., Никишина Д.В., Гуцина Д.С. Антенные системы радиосредств перспективных БЛА: проблемы и направления решения. Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2015. № 2. С. 81-86.

УДК 681.532.55

Семёнова Алина Владимировна

направление «Управление и информатика в технических системах»
(бакалавриат), гр. УИТС-41

Научный руководитель **Алиев Марат Туфикович**,

канд.техн.наук, доцент каф. ПиПЭВС

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

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Энергосбережение стало одним из приоритетных направлений технической политики во всех развитых странах мира. Связано это, во-первых, с ограниченностью основных энергоресурсов, во-вторых, с

непрерывно возрастающими сложностью их добычи и стоимостью, в-третьих, с глобальными экологическими проблемами, наиболее остро обозначившимися в последнее время.

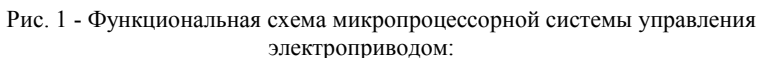
До 90% потерь электроэнергии приходятся на сферу энергопотребления (остальные 10% теряются в генерирующих установках и сетях электроснабжения), поэтому очевидно, что основные усилия по энергосбережению должны быть сконцентрированы именно в сфере потребления электроэнергии. Поскольку электроприводы потребляют до 70% вырабатываемой электроэнергии, работы по их энергосбережению должны концентрироваться именно здесь, а в сочетании с широкими возможностями современных средств автоматизации это может обеспечить оптимальное использование не только электроэнергии, но и других ресурсов[1,2].

Цель работы: разработка энергосберегающей микропроцессорной системы управления (МПСУ) электроприводом (ЭП).

Задачи: провести патентно-информационный поиск; проанализировать типовые структуры построения ЭП; провести анализ математической модели электропривода; разработать микропроцессорную систему управления.

Анализ типовых структур построения ЭП выявил возможность применения современных технических принципов реализации ЭП, а именно внедрение в состав ЭП, осуществляющего необходимый процесс преобразования энергии [3]. В предлагаемой электрической машине (ЭМ) для электромеханического преобразования используются два ротора – внутренний и внешний – вращающиеся в противоположные стороны, при этом реализация электромеханического преобразования построена таким образом, что внутренний ротор взаимодействует с промежуточным, функционируя как ЭМ, и передавая крутящий момент на технологическое оборудование; статор взаимодействует с промежуточным ротором, работая в генераторном режиме и вырабатывая электрическую энергию.

Для реализации энергосберегающего управления необходим ЭП, структура которого приведена на рисунке 1.



МПСУ ЭП включает блок управления, датчики, систему автоматического регулирования, систему импульсно-фазового управления, контроллер заряда аккумуляторной батареи, преобразователь частоты.

Функционирование МПСУ ЭП происходит следующим образом. После подключения МПСУ ЭП к блоку аккумуляторных батарей преобразователь частоты осуществляют плавный пуск ЭМ по заранее заданным параметрам. Измерители напряжения и тока служат для анализа входных параметров энергии аккумуляторных батарей и выработки управляющих сигналов с системы импульсно-фазового управления для преобразователя напряжения с целью формирования требуемых параметров энергии для ЭМ. Измеритель тока предназначен для измерения напряжения на статорных обмотках ЭМ с передачей значений в блок управления МПСУ. Блок управления осуществляет обработку измерительных сигналов с датчиков системы управления. Контроллер заряда аккумуляторной батареи осуществляет подключения внешнего источника питания при недостаточной выработке

электрической энергии и низком уровне заряда аккумуляторной батареи.

Блок управления формирует задание на блок системы автоматического регулирования. В свою очередь система автоматического регулирования через систему импульсно-фазового управления контролирует работу преобразователя частоты, что ведет к изменению значения действующего напряжения на обмотках питания ЭМ, и управляемого выпрямителя напряжения, осуществляя изменение параметров вырабатываемой энергии на выходе.

Блоком управления производится оценка механических параметров на выходе двухроторной ЭМ с требуемой величиной. В случае обнаружения избыточного или недостаточного крутящего момента, МПСУ формирует сигналы управления в виде управляющих импульсов для преобразователя частоты и выпрямителя напряжения таким образом, чтобы электромагнитный момент ЭМ не перераспределялся между его выходными валами с целью соответствия требуемому значению крутящего момента нагрузки.

Вывод.

Анализируя взаимодействия электромагнитных преобразований в двухроторной ЭМ можно сделать вывод о зависимости распределения входной мощности ЭМ на две составляющие как от конструктивных параметров самой ЭМ (массогабаритных, формы роторов и др.), так и от соотношения моментов нагрузок внутреннего и внешнего роторов. Учитывая, что момент нагрузки, определяемый технологическим оборудованием, является внешним (заданным), то управлять распределением выходных мощностей можно изменяя параметры и величину вырабатываемой энергии двухроторной ЭМ.

Список литературы

1. Ильинский, Н. Ф. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение / Н. Ф. Ильинский, В. В. Москаленко. – Москва: Академия, 2008. - 105 с.
2. Муравлева, О. О. Энергоэффективные асинхронные двигатели для регулируемого электропривода / О. О. Муравлева // Известия Томского политехнического университета. – 2005. – Т. 308. № 7. – С. 135-139.
3. Пат. 2400006 Российская Федерация, МПК⁷Н 02К 16/02 Электрическая машина [Текст] / Савиных А.Б., Буканова Т.С.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Марийский государственный технический университет. – № 2009104680/28; заявл. 11.02.2009; опубл. 20.09.2010 Бюл. №26. – 2с.: ил.

Семёнова Алина Владимировна

направление «Управление и информатика в технических системах»
(бакалавриат), гр. УИТС-41

Научный руководитель **Кудрявцев Игорь Аркадьевич**,
начальник СКБ ПГТУ

Бусыгин Георгий Валентинович, ст. преподаватель каф. ПиПЭВС,
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

РОБОТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС РЕАБИЛИТАЦИИ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ С ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИЕЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ (ФЭС)

Нарушение двигательных функций верхних конечностей происходит по многим причинам, в их основе - повреждение центральной нервной системы (ЦНС).

Восстановление функций работы мышц рук стало возможным благодаря современным методам медицины. Однако скорость реабилитационных процессов и их результат не всегда предсказуемы.

Предлагаемый проект относится к медицинской технике, в частности, к техническим средствам реабилитации инвалидов с биологической обратной связью и может быть использован для задания желаемых траекторий движения рук пациента в экзоскелете, предназначенном для пациентов с нарушением двигательных функций рук.

Цель работы: повышение качества реабилитации больных с нарушением двигательной функции верхних конечностей за счет использования аудиобиологической обратной связи совместно с ФЭС.

Задачи: рассмотреть существующие устройства, относящиеся к техническим средствам реабилитации для пациентов с нарушением функции рук; оценить преимущества и недостатки данного способа; оформить заявку на изобретение и реализовать проект.

При патентно-информационном поиске выявлен способ реабилитации пациентов с нарушением двигательных функций с использованием автоматизированной информационной системы для реализации аудиовизуальной биологической обратной связи, согласно которому пациенту предлагается выполнить ряд образцовых движений, совпадение или несовпадение с которыми сопровождается музыкальными фрагментами, понятными пациенту [2].

Недостатком данного способа, принятого за прототип, является то, что движения пациента ничем не ограничены и на первых порах ему трудно выполнить образцовые движения в пространстве, что отрицательно влияет на психоэмоциональное состояние пациента и не способствует качественной реабилитации.

В предлагаемом способе реабилитации пациентов с нарушениями двигательной функции рук используется музыкальный инструмент типа «Терменвокс», способный генерировать звуки определенной тональности и громкости, которые зависят от движений рук пациента. При этом движениями рук пациента управляет экзоскелет, воспроизводя заранее заданную мелодию. Далее пациенту предлагается воспроизвести эту мелодию при поддержке экзоскелета, причем, по мере освоения пациентом процедуры воспроизведения, участие экзоскелета должно ослабевать и в конце реабилитации, когда пациент сможет полностью воспроизводить заранее заданную мелодию, участие экзоскелета становится пассивным, а пациенту, освоившему таким образом игру на музыкальном инструменте, предлагается самостоятельно создать мелодию.

При осуществлении заявляемого способа используют программно-аппаратный комплекс, в состав которого входят музыкальный инструмент типа «Терменвокс» с соответствующим оборудованием, экзоскелет с контроллером и необходимым программным обеспечением, объединенные в тренажер «Termmove» и закрепленные на плече, предплечье и на запястье датчики ФЭС.

ФЭС— метод лечебного воздействия импульсными токами, включая прерывистый ток, с целью возбуждения или усиления деятельности определенных органов или систем[1].

Предложенный способ работает в следующей последовательности. Вначале ассистент, экипированный в экзоскелет и, включив терменвокс, в режиме параметризации (запоминания) проигрывает заранее определенную мелодию. Далее экзоскелет надевается на пациента и экзоскелет воспроизводит заранее определенную мелодию движениями обеих рук, при этом пациент запоминает последовательность движений и воспроизводимую мелодию. Для лучшего запоминания пациентом эта операция может быть повторена несколько раз. Затем пациенту предлагается самому воспроизвести заранее определенную мелодию под патронажем экзоскелета, т.е. в случае отклонения траектории движения рук и, соответственно, мелодии от заранее определенной экзоскелет ограничивает движения рук, направляя их на траектории, соответствующие заранее определенной мелодии.

Способ реабилитации верхних конечностей с дополнительной функцией электростимуляции указан на рисунке 1.

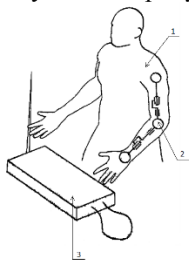


Рис. 1 - Способ реабилитации верхних конечностей с дополнительной функцией электростимуляции:

1 – пациент; 2 – датчики ФЭС; 3 – Терменвокс

Роль датчиков ФЭС в данном способе заключается в стимуляции мышц верхних конечностей для возобновления работоспособности.

Процесс воспроизведения заранее определенной мелодии пациентом и восприятие им на слух представляется в виде биологической обратной связи, способствующей процессу реабилитации пациентов с нарушениями двигательных функций рук может многократно повторяться. Степень участия экзоскелетов воспроизведении мелодии может меняться по мере освоения пациентом, т.е. экзоскелет играет роль податливой силы, а степень соответствия воспроизводимой и заранее определенной мелодии переходит в компетенцию пациентом. По тому, насколько соответствуют движения рук пациента заранее определенным, можно судить о степени его реабилитации.

Вывод

Отличительным признаком данного проекта от существующих аналогов является исключение необходимости тактильного воздействия на музыкальный инструмент, что ведет к упрощению конструкции системы, повышению безопасности, раскрепощению пациента во взаимодействии с музыкальным инструментом.

Список литературы

1. Автор перевода Горшков Б.Л., редактор перевода Силантьев В.И. Методы практического конструирования при нормировании сигналов с датчиков. По материалам семинара «Practical design techniques for sensor signal conditioning». – Санкт – Петербург. – 2016. - 251 с.
2. Способ реабилитации пациентов с нарушением двигательной функции с использованием автоматизированной информационной системы для

реализации аудиовизуальной биологической обратной связи [Текст]: пат. 2666517 Рос. Федерация: МПК ⁷А61В 5/103/ Асадуллин Т.Я. Трегубов В.М.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «АЭЛИНА ЛС». - №2017120427; заявл. 06.09.2017; опубл. 09.08.2018, Бюл. N 25.

УДК 62-115

Семикин Алексей Дмитриевич

Направление Электроника и нанoeлектроника (магистр), 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

ПРИМЕНЕНИЕ МЕМРИСТОРОВ В КАЧЕСТВЕ НОВОГО ТИПА ЭЛЕМЕНТА ПАМЯТИ В НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ

Целью работы- объяснение мемристивного эффекта и возможность практического использования мемристоров.

Одно из важнейших направлений развития современной микро- и нанoeлектроники – разработка новых типов полупроводниковой памяти [1]. Жизнь человека в настоящее время трудно представить без применения информационных технологий. Вычислительная техника используется для работы, общения, досуга, функционирования коммунальных и транспортных систем, для расчёта сложных научных задач и многого другого. Именно по причине интенсивного использования компьютерных технологий возникает проблема их усовершенствования для потребностей постоянно развивающегося общества. Мемристор четвертый базовый тип элемента электротехники, который открывает возможности, выходящие далеко за пределы используемых в настоящее время трех классических элементов: резисторов, конденсаторов и катушек индуктивности.

Существование мемристора было теоретически предсказано более 40 лет назад американским исследователем Чуа в 1971 году [2] и подтверждено экспериментально только в 2008 году в лаборатории компании Hewlett Packard [3]. В настоящее время фирма взяла эту технологию на вооружение и находится на передовом крае разработок в данной области.

Мемристор можно представить как элемент электрической цепи, сопротивление которого определённым образом зависит от прошедшего через него заряда. После отключения напряжения мемристор способен «запоминать» последнее значение сопротивления, т.е. не изменяет своего состояния. Перспективы использования такого элемента очень обширны— от появления устройств памяти нового поколения, которые уже на сегодняшнем этапе разработок более эффективны и компактны по сравнению с классической DRAM и Flash-памятью и применения мемристоров в нейросетях.

Память, построенная на основе мемристоров называется Resistive random-access memory или сокращенно PRAM (ReRAM), резистивная память с произвольным доступом. Чтобы понять принцип его работы рассмотрим принцип работы мемристора.

Принцип работы мемристора довольно прост и представлен на рис.1. Массив мемристоров в общем случае – это два слоя токопроводящих проводников, пересекающихся под прямым углом. В местах пересечения верхних и нижних проводников находятся небольшие вкрапления из двух наложенных друг на друга слоёв диоксида титана. Нижний слой содержит избыток кислорода и обладает, большим сопротивлением, в то время как верхний содержит дефицит кислорода и является токопроводящим. Прилагая достаточное напряжение между слоями, можно привести в действие диффузию кислорода из нижнего слоя в верхний и изменить структуру диоксида титана, уменьшив сопротивление нижнего слоя во много раз. При этом изменившаяся проводимость слоёв останется такой до тех пор, пока не будет приложено обратное сопротивление. Таким образом реализуется энергонезависимое хранение информации.

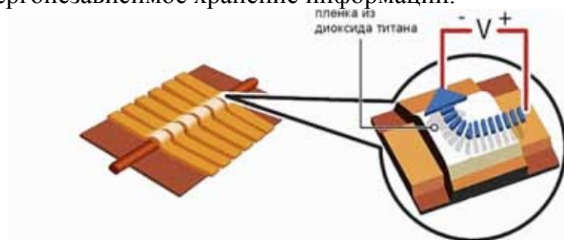


Рис. 1 - Принцип работы мемристора

Конструктивно мемристоры можно представить в виде тонкой плёнки из двух вышеописанных слоёв, которая расположена между

двумя электродами, что, значительно проще структуры классической Flash-памяти.

Полное сопротивление рассматриваемого устройства можно представить как сумму сопротивлений двух переменных резисторов, соединенных последовательно (рис.2а). Один из резисторов (проводящая область – недоокисленный слой Ti) имеет низкое сопротивление R_{ON} , другой (диэлектрик – TiO_2) – намного более высокое сопротивление R_{OFF} . Когда к металлическим контактам прикладывается напряжение, заряженные ионы начинают дрейфовать и граница между двумя областями смещается. Если к мемристору приложено переменное синусоидальное напряжение определенной частоты, его вольтамперная характеристика (ВАХ) принимает вид, напоминающий фигуру Лиссажу с центром в начале координат (рис.2б) [4].

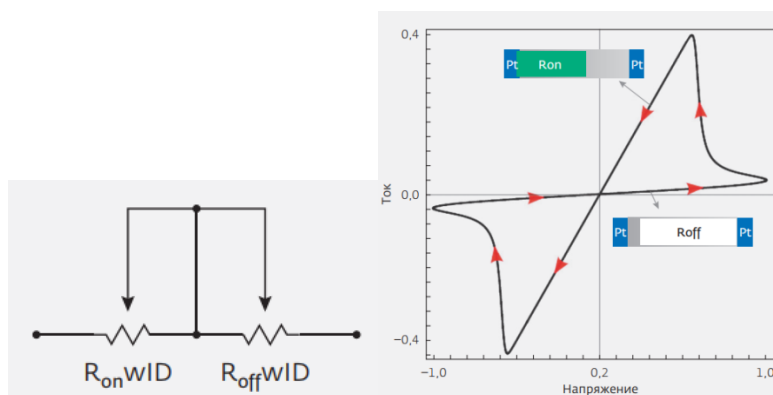


Рис. 2 - Полное сопротивление мемристора (а), ВАХ мемристора (б)

Таким образом, ВАХ мемристора имеет следующие основные особенности:

- при протекании через мемристор биполярного периодического тока или напряжения в ВАХ наблюдается гистерезисный характер (типа фигуры Лиссажу независимо от любых начальных условий). В данном случае, что природа гистерезиса внутреннее свойство мемристора, а не измерительной цепи;
- при увеличении частоты периодического сигнала амплитуда гистерезиса уменьшается, и форма ВАХ вырождается в прямую линию, наклон которой зависит от амплитуды питающего сигнала.

Регулируя уровень насыщения нижнего слоя кислородом, можно изменять сопротивление каждого элемента плавно, что позволяет использовать элементы не только в цифровом, но и в аналоговом режиме.

В реальных системах за счет сильных электрических полей и эффектов термического разогрева, присутствующих при наномасштабных размерах прибора, в транспорте ионов проявляются сильные нелинейные эффекты и вид вольтамперной характеристики может изменяться. Проведенные исследования показали, что мемристивный эффект наблюдается в большом классе материалов на основе окислов: MgO, TiOx, ZrOx, HfOx, VOx, NbOx, TaOx, CrOx, MoOx, WOx, MnOx, FeOx, CoOx, NiOx, CuOx, ZnOx, AlOx, GaOx, SiOx, SiOxNy, GeOx, SnOx, BiOx, SbOx; окислов редкоземельных металлов: Y, Ce, Sm, Gd, Eu, Pr, Er, Dy и Nd; перовскитов: SrTiO₃, Ba_{0,7}Sr_{0,3}TiO₃, SrZrO₃,

Изученные свойства мемристоров позволяют говорить о возможности создания на их основе компьютеров новой архитектуры, значительно превышающих по производительности полупроводниковые. Компьютер на базе мемристоров способен моделировать работу человеческого мозга, не имеющего единого центра сбора и обработки информации, ведь каждый его блок и получает, и хранит, и обрабатывает информацию. Таким образом и работа мемристорного компьютера будет основана на параллельной работе множества модулей, а такая возможность оперировать множеством значений позволит вырваться за границы двоичной логики.

Главным препятствием при коммерческом распространении мемристорных технологий можно назвать тот факт, что на данный момент они плохо оптимизированы для массового производства в связи с использованием дорогостоящих и редких металлов и малые размеры элементов требуют использования высоко технологического оборудования. Но работы в направлении преодоления этих проблемы уже ведутся, и ведущие компании планируют запуск устройств на основе мемристоров уже в ближайшие годы.

Список литературы

1. Niwa M. Development of 32nm CMOS and Recent Trend for Beyond 32nm. – 110622 SMT Symp. (2011).
2. Chua L.O. Memristor – the missing circuit element. – IEEE Trans. Circuit Theory, 1971, v.18, p.507–519.
3. Strukov D.B., Snider G.S., Stewart D.R., Williams R.S. The missing memristor found. – Nature letters, 2008, v.453, p.80–83.

4. Интернет-магазин «Фцентр». – Мемристор НР – транзистор будущего? -2010 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fcenter.ru/online/hardnews/2010/04/12> (дата обращения 06.10.19)

5. Yang J., Strukov D.B. and Stewart D.R. Memristive devices for computing. – Nature Nanotechnology, 2013, v.8, p.13-24.

УДК 621.371

Ситдиков Дамир Данилевич

направление Радиотехнические и квантовые системы (бакалавриат), гр. 5415

Научный руководитель **Веденькин Денис Андреевич,**

канд.техн.наук кафедры Радиотехники и микроволновых технологий
*ФГБОУ Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*

РЕАЛИЗАЦИЯ ДВОЙНОЙ ФОКУСИРОВКИ ЭМП КОМБИНИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКОЙ В ЗОНЕ БЛИЖНЕГО ИЗЛУЧЕННОГО ПОЛЯ

Цель работы - разработка и анализ математической модели фокусировки электромагнитного поля комбинированной антенной решёткой в две точки плоскости в зоне ближнего излученного поля.

В настоящее время существует несколько способов фокусировки в две и более точки пространства. Вопросы, связанные с фокусировкой ЭМП, рассмотрены также в [1-4]. При некотором упрощении, допустимо считать, что излучение формируется системой одинаково ориентированных элементарных источников определённого типа, локализованных в пределах линейной апертуры. Одним из самых простых методов реализации мультифокусировки электромагнитного поля является использование комбинированных антенных решёток, состоящих из двух и более групп излучателей, каждая из которых концентрирует электромагнитное поле в определённую область. Рассмотрим формирование электромагнитных полей в зоне ближнего излученного поля этим методом. Важным параметром, влияющим на интенсивность электрического поля в точке, являются амплитудно-фазовые характеристики возбуждающих токов и учет поляризационных эффектов в ближней зоне.

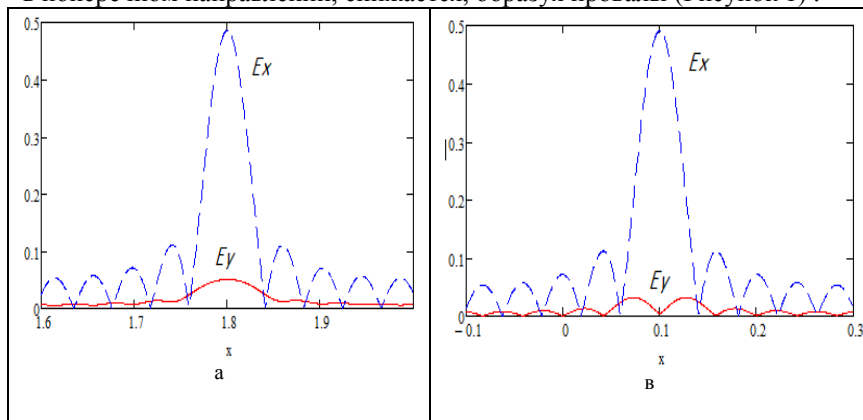
В качестве исследуемого пространства рассматривается двумерная область. Реализация фокусировки осуществляется следующим образом: группа элементарных источников, в качестве которых удобно взять

изотропные излучатели, представляет собой линейную антенную решетку, излучающую ЭМП таким образом, чтобы в заданной точке пространства сконцентрировать поле максимальной интенсивности. Для фокусировки в две точки пространства необходимо вдвое больше излучателей, одна половина из которых концентрирует электромагнитное поле в одной точке, а другая в другой.

Задачами исследования являются:

1. Анализ модуля напряженности электрического поля в окрестности точек фокусировки
2. Изучение изменения свойств поля при наличии второй точки фокусировки
3. Рассмотрение векторной структуры поля ЭМП в точках фокусировки

По результатам исследований определено, что в окрестности точек фокусировки наблюдается максимум модуля напряженности электрического поля и области с боковыми лепестками. Также, изучена векторная структура поля при изменении положения точек фокусировки. Так, например, при приближении точки фокусировки к центру апертуры, компонента E_y , отвечающая за перенос энергии ЭМП в поперечном направлении, снижается, образуя провалы (Рисунок 1).



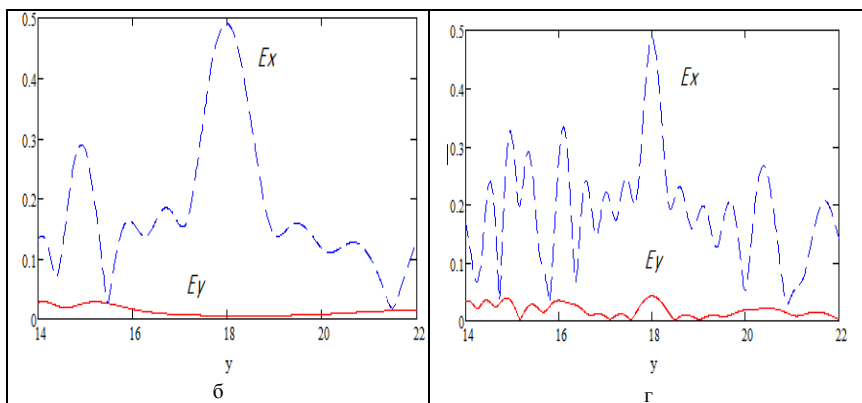


Рис. 1 – Распределение сфокусированного поля линейной антенны: а,б - фокусировка в точку $x_{\phi 1}=1.8$, $y_{\phi 1}=18$ в.г - фокусировка в точку $x_{\phi 1}=0.1$, $y_{\phi 1}=18$

Резльтирующий вектор, напряженности электрического поля будет содержать максимум и область боковых лепестков поля при движении точки наблюдения вдоль и поперек точки фокусировки. (Рисунок 2)

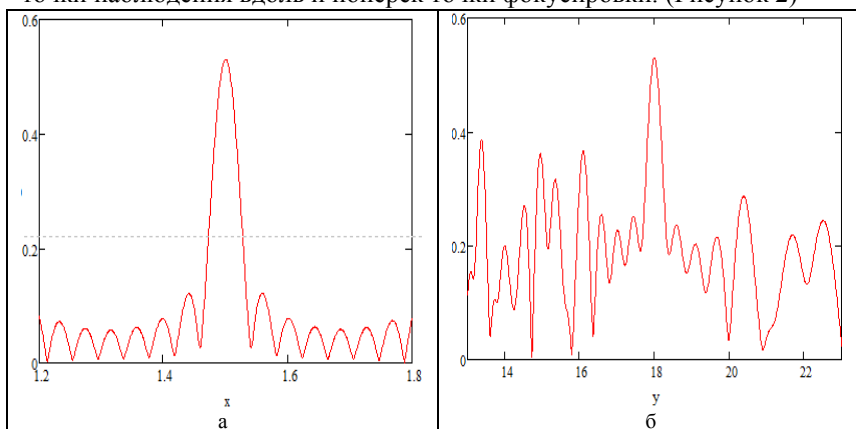


Рис. 2 – Результирующий вектор модуля напряженности электрического поля. Точка фокусировки $x_{\phi 1}=1.5$, $y_{\phi 1}=18$

Добавим вторую точку фокусировки на одной линии (оси) с первой, и мы видим, что суммарное электрического поле имеет 2 выраженных максимума, а также область с боковыми лепестками, причем боковых лепестков тем больше, чем дальше точки фокусировки от центра апертуры, так как присутствуют обе компоненты вектора поля (Рис. 3).

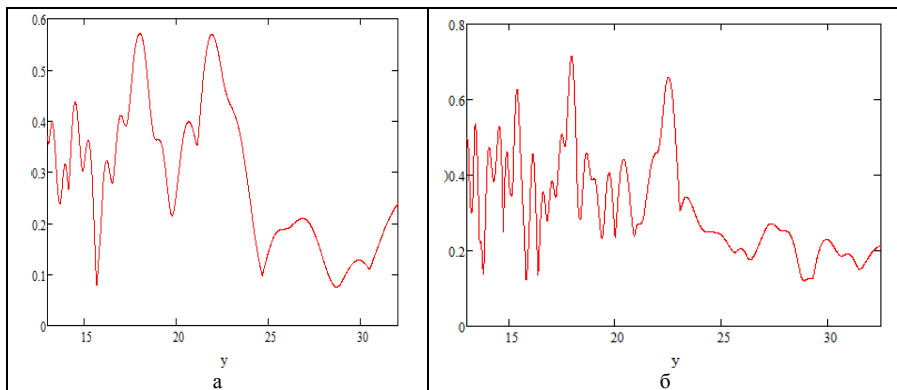


Рис.3 – Распределение суммарного электрического поля в окрестности двух точек фокусировки, при расположении их на одной линии:

а-точки фокусировки $x_{\phi 1}$ и $x_{\phi 2}=0.3$, $y_{\phi 1}=18$, $y_{\phi 2}=22$ б - точки фокусировки $x_{\phi 1}$ и $x_{\phi 2}=1.5$, $y_{\phi 1}=18$ и $y_{\phi 2}=22.5$

Выводы

Электромагнитное поле в ближней зоне излученного поля в двумерной плоскости содержит 2 составляющие вектора: E_y – переносящая энергию параллельно апертуре и E_x – переносящая энергию перпендикулярно апертуре. Следовательно, при оценке свойств необходимо учитывать обе из них. При выборе точек фокусировки ближе к оси апертуры, влияние компоненты переносящей энергию параллельно апертуре E_y будет уменьшаться, и, следовательно, уменьшаться не только уровни максимумов, но и боковые составляющие суммарного напряженности поля от каждой из точек.

Список литературы

1. Седельников Ю.Е. Антенны, сфокусированные в зоне ближнего излученного поля/ Седельников Ю.Е., Тестоедов Н.А., Веденькин Д.А. и др. // под общ. ред. Ю.Е. Седельникова, Н.А. Тестоедова: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2015. -308 с.
2. Седельников Ю.Е. Антенные решётки, сфокусированные по широкополосному сигналу / Седельников Ю.Е., Веденькин Д.А.// Физиква волновых процессов и радиотехнические системы, 2015. - с. 23-30
3. Vedenkin D.A. Control of parameters of large aperture antenna arrays with using the overflight method and principles of virtual focused apertures / Vedenkin D.A., Klassen V.I., Sedelnikov Yu.E. // Нелинейныймир, 2017. - с. 32-36.

4. Веденькин Д.А. Фокусировка электромагнитного излучения в диссипативной среде / Веденькин Д.А., Седелников Ю.Е., Насыбуллин А.Р.// Вестник Поволжского гос. тех. ун-та, 2017. - с. 61-68

УДК 681.7.068

Смирнов Алексей Николаевич

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

Научный руководитель **Григорьевых Елена Андреевна,**

канд.техн.наук, координатор отдела региональной координации Техническая
дирекция

АНО «Общественное телевидение России»

г. Йошкар-Ола

ОБЗОР И СРАВНЕНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ РЕФЛЕКТОМЕТРИИ

Основной причиной возникновения повреждения на действующих волокноно – оптических линиях связи (ВОЛС), является механическое напряжение оптического волокна. Это, в меньшей мере, также относится и к вновь строящимся ВОЛС.

На сегодняшний день, освоены методы измерения натяжения волокон, в основе которых лежат принципы оптической рефлектометрии. Эти методы являются наиболее эффективными, но чрезвычайно высокая стоимость современного измерительного оборудования, становится серьезной проблемой для их широкого внедрения. И весьма актуальной задачей становится исследование возможностей использования альтернативных методов и поиск новых технических решений, которые позволили бы, проводить подобные измерения более простыми средствами.

Метод OTDR. В данном методе используют мощный зондирующий импульс (оптический или электрический), посылаемый в линию, с последующими измерениями мощности и времени запаздывания отраженных, по разным причинам, импульсов [1]. Основное отличие в работе OTDR проявляется в том, что в оптических волокнах обратная волна формируется не только в результате отражения от больших (по сравнению с длиной волны) дефектов, но и за счет релеевского рассеяния.

В электрической линии наблюдаются только отраженные импульсы, образуемые в местах, где в линии присутствуют скачки волнового сопротивления.

Рассеяние света происходит на флуктуациях показателя преломления кварцевого стекла, застывших при вытяжке волокна.

Корреляционная рефлектометрия с применением псевдослучайного сигнала. Одним из предполагаемых свойств псевдослучайных сигналов, является то, что они содержат импульсы с положительной и отрицательной амплитудой. Лазерный источник излучения не имеет возможности одновременного формирования импульсов положительной и отрицательной полярности, поэтому сначала формируется пачка зондирующих импульсов, положительной амплитуды, затем происходит формирование пачка импульсов отрицательной амплитуды. Эти пачки поочередно поступают на лазерный источник, который формирует две пачки импульсов излучения с положительной интенсивностью, а принятые сигналы обратного рассеяния этих пачек, суммируются. В результате значения принятые от первой пачки, имеют знак плюс, а принятые от второй – знак минус [3, 4].

Применение псевдослучайного сигнала для получения традиционной рефлектограммы, предусматривается введение в волоконно-оптический тракт сложного зондирующего сигнала, с последующим приемом и регистрацией отраженного от неоднородностей и рассеянного излучения, и вычисления взаимно корреляционной функции принятого и опорного сигналов с помощью коррелятора. Эта функция является описанием отклика коррелятора на принятый сигнал.

Рефлектометрия на основе счета фотонов. В основе метода счета фотонов (РС-OTDR), лежит использование квантовой природы света и статистики Пуассона, которая приобретает актуальность при сверхнизких уровнях оптической энергии [5].

Вероятность регистрации k -го фотоэлектрона в момент времени t задана сложной вероятностью, которую можно описать как произведение вероятности появления фотоэлектрона в единичном интервале времени, начиная с момента времени t , и вероятности того, что $(k-1)$ фотоэлектронов будут зарегистрированы в интервале времени $(0, t)$.

Рефлектометрия с частотным сканированием. Рефлектометрия с частотным сканированием является одним из методов увеличения пространственной разрешающей способности. Метод предусматривает

использование в качестве зондирующего сигнала, непрерывной частотно модулированной оптической волны [5].

Основной принцип рефлектометрии с частотным сканированием заключается в том, что несущая частота оптического излучения, генерируемого высоко когерентным лазерным диодом, медленно и линейно изменяется около центральной частоты ω_0 и подается в волоконно-оптический интерферометр Майкельсона, опорная ветвь которого оканчивается зеркалом.

Бриллюэновская оптическая рефлектометрия. В настоящее время, метод бриллюэновской рефлектометрии применяется в бриллюэновском оптическом импульсном анализаторе (B-OTDA – Brillouin Optical Time Domain Analyzer) и в бриллюэновском оптическом импульсном рефлектометре (B-OTDR – Brillouin Optical Time Domain Reflectometer). Основным приложением B-OTDR является измерение натяжения в волокне.

В B-OTDA используется явление вынужденного бриллюэновского рассеяния (SBS – Stimulated Brillouin Scattering), а в B-OTDR – явление спонтанного бриллюэновского рассеяния (SPBS – Spontaneous Brillouin Scattering) [2].

В качестве источника излучения в B-OTDR, используется DFB-лазер. Частотная модуляция излучения осуществляется с помощью акустооптической ячейки (АОМ). Импульсная модуляция реализуется электроабсорбционным модулятором (ЕОМ), а поляризационная модуляция – фарадеевским вращателем (FC).

В данной главе были рассмотрены различные методы рефлектометрии, как получившие практическое применение, так и экспериментальных, перспективных методов.

Основными проблемами импульсной рефлектометрии является значительное снижение динамического диапазона при повышенных требованиях на пространственное разрешение. При этом динамический диапазон уменьшается как за счет уменьшения отраженного релеевского сигнала, так и за счет увеличения шумов ФПУ при расширении полосы пропускания.

В современных OTDR успешно решены обозначенные выше проблемы. Использование малошумящих фотоприемных устройств, быстродействующих АЦП и вычислительной техники позволило создать высокоэффективные измерительные приборы.

Список литературы

1. Здоровцов И.А., Семенюта Н.Ф. Системы оптической связи // Автоматика, телемеханика и связь. – 2002. – 336 с.

2. Jasenek J. Low correlation OTDR (LC-OTDR) // The theory and application of the fiber optic sensors with spread parameters / THEIERE project No.10063-CP-1-2000-1-PT-ERASMUS-ETNE.

3. Листвин А.В., Листвин В.Н. Рефлектометрия оптических волокон - ЛЕСАРпт, 2005. – 208 с.

4. Пальчун Ю.А., Ситнов Н.Ю., Горлов Н.И. Мониторинг и методы ранней диагностики повреждений оптических волокон // Измерительная техника №5,2010г. / Новосибирск, 2010. - С. 24-28.

5. Ракк, М. А. Измерения в цифровых системах передачи / М. А. Ракк : учеб. пособие для вузов – М. : Маршрут, 2004. – 196 с.

УДК621.396.946:519

Стрельников Алексей Артурович,

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

Научные руководители **Рябова Наталья Владимировна,**

д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры радиотехники и связи;

Шомин Евгений Игоревич,

старший преподаватель кафедры радиотехники и связи

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

РОЛЬ И ВОЗМОЖНОСТИ ИМИТАТОРОВ ИОНОСФЕРНЫХ РАДИОКАНАЛОВ

Цель работы - описание основных сфер применения и задач имитаторов ионосферных радиоканалов.

Основное преимущество декаметровой (*ДКМ*) связи - это возможность передачи данных на очень большие расстояния, используя ионосферные пути распространения.

На распространение *ДКМ* сигналов влияют различные ионосферные изменения, носящие как естественный характер происхождения, так и искусственный. Частотная дисперсия, пожалуй, наиболее существенное препятствие для работы широкополосных радиосистем передачи информации в декаметровом диапазоне.

Раньше, единственным способом проверки *ДКМ* радиоканала, предоставляющим точные актуальные данные, было изготовление образца и опытные испытания в реальных условия применения радиоканала. Подобные испытания попросту необходимы, так как

являются одними из требований разработки широкополосных систем связи декаметрового диапазона.

Минусами такого метода являлись: высокая стоимость изготовления образца и дальнейшая его доработка или отбраковка, а так же невозможность точного воспроизведения условий испытаний из-за постоянно меняющихся параметров ионосферной оболочки.

С развитием науки и технической составляющей, и резко усилившейся значимостью проведения компьютерного моделирования, появились требования, которые нуждались в своей реализации:

- разработка программного продукта, предназначенного для исследования явлений, имеющих влияние на передачу данных в декаметровом канале связи;
- проводить с помощью моделей исследования приёмо-передатчиков близкие к натурным, но дешевле себестоимостью, с широкой возможностью изменения параметров радиоканала и возможность заново смоделировать похожую ситуацию в любое время суток;
- позволяет научно обосновывать выбираемые технические решения, существенно сокращать время опытно-конструкторских работ, повышать качество этих работ и уменьшать время на проведение испытаний.

Классификация большинства моделей ионосферных радиоканалов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация моделей ионосферных радиоканалов

По ширине полосы	Узкополосные
	Широкополосные
По методу моделирования	Статические
	Воспроизводящие
	Структурно-физические

Имитаторы каналов создаются на основе некой принятой и известной математической модели реально существующего ионосферного канала.

Отличие статических моделей канала от воспроизводящих, заключается в сильно урезанных возможностях вариации состояния канала, однако они способны воспроизводить более тонкую настройку особенностей канала, найденных, например, при натурном эксперименте.

Структурно-физические модели канала адекватное описание физических процессов в ионосфере Земли, однако для их разработки необходимо решение волнового уравнения, в случае многократного отражения луча от земли и различных неоднородностей процедура сложна, поэтому решение происходит в рамках приближений.

Например, имитатор ионосферных радиоканалов PathSim, чье главное программное окно показано на рисунке 1, достаточно простой, однако умеющий моделировать популярные модели каналов: канала Ватерсона, Воглера-Хофмайера, модель Герма-Зернова-Стрэйнджвэйса.

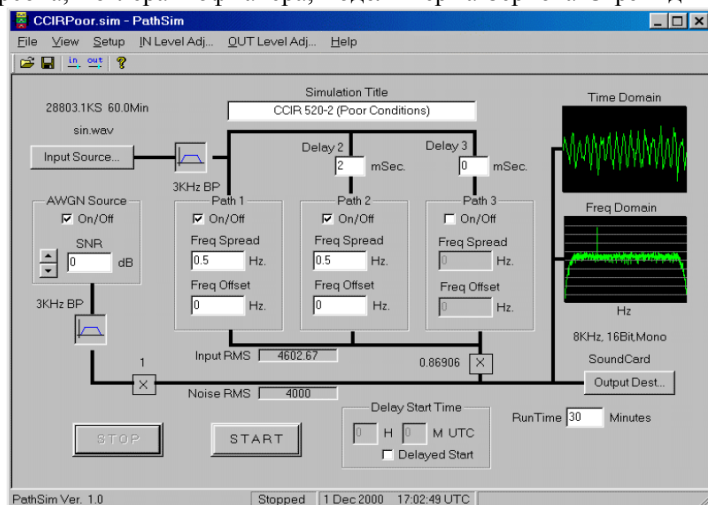


Рис.1 – Главное окно программы PathSim

Выводы

Таким образом, наличие имитаторов ионосферных каналов расширяет границу возможностей каналаообразования и натурных испытаний, отбирая на этапе программного моделирования самые оптимальные решения и реализуя их в дальнейшем для аппаратной реализации, позволяет сэкономить время, средства, а главное – получения стабильного варианта радиоканала. И только после прохождения серии испытаний и доработки, можно осуществлять к более затратному шагу – вывоз макетов на натурные испытания.

Список литературы

1. Иванов, В. А. Зондирование ионосферы и декаметровых каналов связи сложными радиосигналами / В. А. Иванов, Д. В. Иванов, Н. В.

Рябова // Вестник МарГТУ: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. - 2010. - № 1. - С. 3-37.

2. Иванов Д. В. Методы и математические модели исследования распространения в ионосфере сложных декаметровых сигналов и коррекции их дисперсионных искажений / Д. В. Иванов – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 266 с.

Watterson C, Juroshek J, Bensema, W. Experimental Confirmation of an HF Channel Model // IEEE Transactions on Communication Technology, Vol.

УДК 621.865.8

Тарасов Радомир Бахромович,
аспирант

Научный руководитель **Пряничников Валентин Евгеньевич**
доктор техн.наук, в.н.с. ИПМ РАН, зав. каф. СиУС МГТУ “Станкин”,
*Федеральное государственное учреждение "Федеральный исследовательский
центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской
академии наук", г. Москва*

РАЗРАБОТКА АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЙ ЧАСТИ ГУСЕНИЧНОГО СЕРВИСНОГО РОБОТА АМУР-307

В настоящее время проводятся исследования по созданию технологий изготовления группы мобильных роботов применительно к задачам телемедицины, а именно: транспортировки объектов внутри больниц и офисов. Разрабатываемый робот Амур-307 (рис.1) предназначен для предоставления необходимых телекоммуникационных возможностей по комплексному обслуживанию внутренних помещений поликлиник [1].



Рис.1 - Сервисный робот Амур-307

Данный робот обладает гусеничным приводом и навесным customizable манипулятором при помощи которого, робот взаимодействует с окружающими объектами. Из датчиков робот имеет: широкоугольную FullHD камеру, шесть энкодеров для одометрии и пространственной ориентации манипулятора, 9-ти осный инерциальный датчик (MPU-9250), датчик атмосферного давления, лидар и систему ультразвуковых сонаров (Рис.2).

В качестве вычислительной платформы был выбран Raspberry Pi 3 B+ вследствие, доступности и наличия большого количества проектов, поддерживаемых её сообществом. Для управления электродвигателями был выбран драйвер моторов Sparkfun Monster Moto Shield, обеспечивающий большой регулируемый ток до 30А.

Связь с аналоговыми датчиками обеспечили АЦП-модули, том числе для обработки показаний токовых сенсоров драйверов моторов, а также для потенциометров манипулятора. Так как для каждого драйвера мотора требуются независимые ШИМ каналы, то использована аппаратная реализация DMA (PiBlastar).

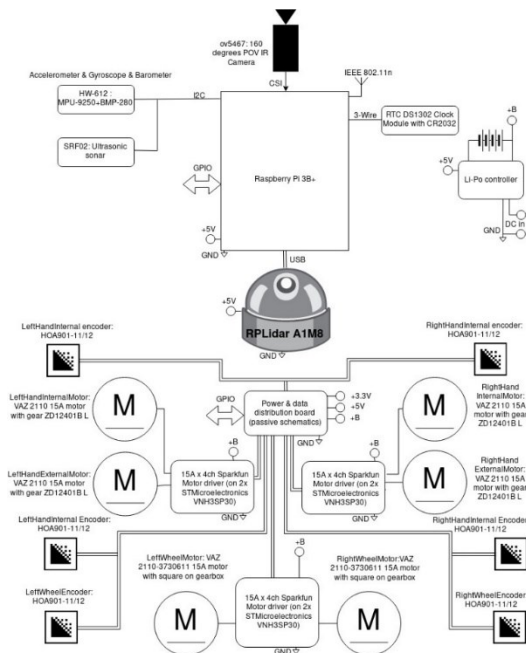


Рис.2 - Блок-схема сенсорно-управляющей системы робота Амур-307

Для обеспечения энергоэффективности и простоты конструкции, моторы манипулятора разных звеньев были подключены через коммутатор, таким образом из двух моторов манипулятора с каждой стороны в конкретный момент времени работает только один. Моторы имеют червячный редуктор, поэтому при отключении питания привода не изменяют своё осевое положение.

В связи с возросшим количеством входных и выходных сигнальных линий потребовались сдвиговые регистры двух типов serial to parallel для подключения драйверов моторов и parallel to serial для подключения энкодеров.

В Raspberry Pi отсутствует система часов реального времени, поэтому был добавлен внешний модуль часов реального времени.

Для обеспечения связи с другими роботами и/или со стационарным центром управления и мониторинга применены два канала: Wi-Fi (802.11n) и дальнедействующий радиоканал.

Робот питается от бортового литий-полимерного аккумулятора со стабилизированными напряжениями: 5В/2А и 12В/10А, ёмкостью 12000mAh.

Была разработана и изготовлена компактная коммутирующая кросс-плата для робота Амур-307, позволяющая быстро заменять модули в случае неисправностей [2] (Рис.3).

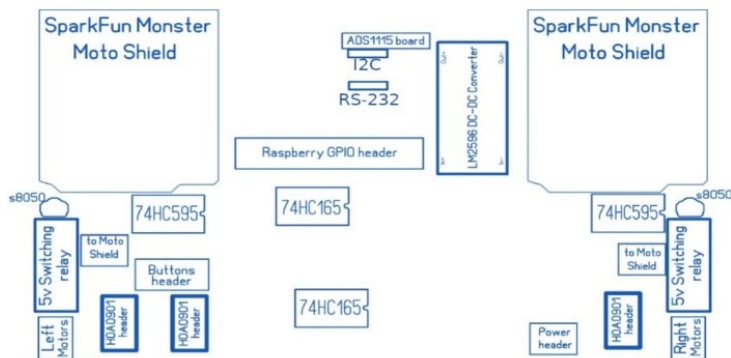


Рис.3 - Компоновка модулей и деталей на плате

Выводы

В результате проведенных исследований различных трехмерных и лазерных технологий был разработан высокотехнологичный сервисный робот, который позволяет существенно сократить время тиражирования и упростить сборку группы роботов. Работа выполнялась по актуальному техническому заданию для конкретных практических применений.

Список литературы

1. Davydov D.V., Eprikov S.R., Kirsanov K.B., Pryanichnikov V.E. (2017). Service Robots Integrating Software and Remote Reprogramming, Proceedings of the 28th DAAAM International Symposium, pp.1234-1240, B. Katalinic (Ed.), Published by DAAAM International, ISBN 978-3-902734-11-2, ISSN 1726-9679, Vienna, Austria DOI: 10.2507/28th.daaam.proceedings.172.
2. Pryanichnikov V. E. Artificial intelligence and software and hardware robotic systems. Information-measuring and control systems. - 2018. — Vol. 16, No. 12. - Pp. 3-11. ISSN 2070–0814.
3. Богданович А.В., Кирсанов К.Б., Пряничников В.Е., Хелемендик Р.В. Программно-аппаратные компоненты интеллектуальных сервисных мобильных роботов / Информационно-измерительные и управляющие системы (вып.

Интеллектуальные адаптивные роботы, т.14, № 1-2, 2019), М.: Радиотехника, 2018, т.16, № 12, с.33-39.

УДК 621.37

Таратин Иван Андреевич

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

Научный руководитель **Евдокимов Алексей Олегович**,

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

Поволжский государственный технологический университет,

г. Йошкар-Ола

РАЗРАБОТКА ЛОГОПЕДИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ РАЗВИТИЯ РЕЧИ

На сегодняшний день логопедия развита очень сильно, имеет множество методик по развитию речи человека. Логопеды чаще всего встречаются в заведениях среднего образования, детских садах, в медучреждениях. Наш проект будет направлен на разработку логопедического робота.

Основной упор будет сделан на речевой диапазон и движение мимики лица. В программе задан речевой диапазон для букв, слогов. Речевой сигнал будет поступать в микрофон компьютера, информация будет записываться в хранилище, после чего будет преобразовываться в цифровой сигнал, затем происходит фильтрация сигнала. После фильтрации сигнал будет сравниваться с заданным диапазоном, после чего на экране будет выдана информация, правильно было произведено произношение, или нет.

Анализ сигнала будет происходить по его частотному спектру. Для этого используется дискретное преобразование Фурье. После преобразования используется функция Хэмминга, для «сглаживания» значений на границах фреймов. После ДПФ необходима параметризация сигнала. Для этого можно использовать анализа методы MFCC, LPCC или PLP.

Программа для распознавания и обработки речевого сигнала будет писаться на базе программы Amazon Transcribe, а моделирование головы – на базе Autodesk Maya.

Программа будет разработана на операционные системы Windows. Для программы достаточно будет микрофон настольный, с подключением по 3.5-миллиметровому аудиоразъёму «джек» со звуковым давлением 70-

75 дБ, чувствительностью 20-25 дБ. В программе так же будут отображены упражнения для правильного произношения звуков.

Выводы

На сегодняшний день существует множество приложений связанным с повторением речи. Самым популярным приложением является «Мой говорящий Том», в котором персонаж повторяет слова за человеком. В нашей программе модель будет не только повторять за человеком, но и помогать в правильном становлении звуков. Так же будут использоваться логопедические упражнения.

Список литературы

1. Хабр, Распознавание речи для чайников, 2014 год.
2. Т.В. Шарий, «О проблеме параметризации речевого сигнала в современных системах распознавания речи, 2017 год.
3. Баскаков С.И., «Радиотехнические цепи и сигналы», 2005 год.

УДК.539.234

Терентьев Владислав Валериянович

направление Электроника и нанoeлектроника (магистратура), гр. ЭИм-21

Научный руководитель Сушенцов Николай Иванович,

канд.техн.наук, доцент, заведующий кафедрой конструирования и производства радиоэлектронной аппаратуры

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

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ

Современное развитие электронного оборудования, его усложнение и миниатюризация требует создания новых элементов и усовершенствования старых. Уменьшение размеров конденсаторов становится все более актуальной задачей при разработке новых электронных устройств, содержащих большое число конденсаторов. Однако при этом возникает ряд физических и технологических проблем, для решения которых требуется коренная перестройка производства; предъявляются более высокие требования к диэлектрическим материалам, обусловленные уменьшением толщины слоев; изменяются требования к материалам металлических электродов; существенную

роль начинает играть геометрия такого многослойного конденсатора. основные направления развития конденсаторов, это – миниатюризация, увеличение удельной емкости[1]. Технологии, необходимые для уменьшения размеров и увеличения номиналов (ёмкость, напряжение и т. д.). Наиболее эффективным способом получения представляется распыление материалов в защитной среде вакуума: или в плазме газового разряда с помощью магнетронной распылительной системы, или в плазме дугового разряда, с применением вакуумно-дуговых источников плазмы[2].

Цель работы: разработать технологию многослойного конденсатора методом магнетронного распыления

Техника эксперимента

Разработан типовой технологический процесс формирования многослойного конденсатора методом магнетронного распыления с использованием масочного метода нанесения слоев и фотолитографии.

Выбраны конструктивные материалы для изготовления многослойных конденсаторов.

Подобраны технологические режимы в зависимости от выбранных конструктивных материалов.

Исследованы полученные конденсаторные структуры.

Плётку хрома напыляли методом магнетронного распыления при температуре 120°C, давлении 2 Па в течении 45 секунд.

Плётка оксида кремния напыляли методом магнетронного распыления при температуре 120°C, давлении 0,8 Па в течении 330 секунд.

Диэлектрический слой отжигался при температуре 450 °C, в течении 45 минут.

Толщину пленки оксида кремния измерили при помощи методом атомно-силовой микроскопии.

В ходе измерений средняя толщина диэлектрического слоя равна 100 нм.

Для измерения емкости тонкопленочного конденсатора применялось устройство измеритель иммитанса Е7-20.

Эффективная величина емкости определяется на основе экспериментальной зависимости полного сопротивления тонкопленочного конденсатора от частоты, показана на таблице 1. В данном случае рассматривались диапазоны от 50 Гц до 1 МГц.

Таблица 1– Зависимости изменения ёмкостей от изменения частоты

Гц	50 Hz	100 Hz	500 Hz	1 kHz	20kHz	100kHz	500kHz	1MHz
Ёмкость (C)	2,605nf	2908,4pf	2812,3pf	2,797,5pf	2701,3pf	2424,2pf	894,5pf	401,3pf
Потери (D)	0,4800	0,0133	0,0263	0,0231	0,0795	0,3083	1,3192	2,0753



Рис. 1– Зависимость распределения емкостей от изменения частоты



Рис. 2 – График зависимости распределения емкостей от изменения температуры

Исходя из зависимости распределения емкостей тонкопленочного конденсатора от изменения частоты, изображена на рисунке 1, можно сделать вывод, что зависимость соответствует типичной зависимости ёмкости от изменения частоты. Это обусловлено тем, что величина ёмкости обратно пропорциональна частоте.

Исследование зависимости изменения емкости тонкопленочного многослойного конденсатора от изменения температуры изображена на таблице 2.

Таблица 2 – Зависимости изменения ёмкостей от изменения температуры

	20°C	40°C	60°C	80°C	100°C
Емкость (C)	2,797,5pf	2821,6pf	2778,2pf	2705,8pf	2682,1pf
Потери (D)	0,0231	0,0227	0,0219	0,0231	0,0252

Исследование на пробой двухслойного конденсатора равна от 23 до 25 вольт.

Выводы

Использование отжига для диэлектрической пленки существенно увеличило выход годных многослойных конденсаторов. Произведено измерения емкости конденсаторов, измерение толщины диэлектрической пленки. Исходя из таких критериев работоспособности конденсатора как его емкость и тангенса угла диэлектрических потерь из 80 штук сформированных конденсаторов признано годными 7 штук. Их емкость изменяется от 1.5 до 3 нФ. При этом тангенс угла диэлектрических потерь изменялся от 0,0060 до 0,0733. Исследования зависимости изменения емкости от изменения частоты диапазоны от 50 Гц до 1 МГц, а так же зависимость изменения емкости тонкопленочного конденсатора от температуры, диапазон от 20 °C до 100 °C, емкость менялась от 2797,5pf до 2682,1pf.

Список литературы

1. Патент РФ № 2367046 , 2008-08-11, Пленочный конденсатор//патент РФ № 2367046, 10.09.2009 /Галушко Владимир Сергеевич , Осипов Андрей Михайлович.

2. Основы технологии микроэлектроники: Лабораторный практикум / Н.И. Сушенцов, В.Е. Филимонов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 184с.

УДК. 687.0

Тихонов Александр Станиславович
направление Радиотехника (магистратура), гр. 5188

Научный руководитель **Насыбуллин Айдар Ревкатович**,
канд. техн. наук, доцент кафедры РФМТ
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», г. Казань

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ СОЗДАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СВЧ ТЕХНИКИ МЕТОДАМИ 3D ПЕЧАТИ

Целью данной работы является разработать принципы создания легковесных волноводных СВЧ структур при помощи 3D-печати.

В работе предложен комплекс действий для изготовления волноводной структуры СВЧ от создания проекта в программной среде до конечного продукта. Волновод состоит из смеси АБС пластика и промышленной сажи, чтобы создать проводящий слой на структуре, но также проводящий слой был нанесен с помощью проводящих покрытий, а затем структура была металлизирована методом электрохимического осаждения металла.

Актуальность работы по производству волноводных СВЧ трактов при помощи 3D-печати состоит в том, что процесс 3D-печати позволит снизить вес этих структур, а может, в последующем, уменьшить стоимость их изготовления.

Если говорить простым языком, волноводы это, входящие в антенно-фидерные устройства, представляют собой особую форму линии передачи, состоящую из полой металлической трубки.

Волноводы обладают рядом преимуществ таких как:

- 1) Простота формы и жесткость конструкции
- 2) Нет потерь на излучение
- 3) По сравнению с коаксиальными кабелями потери в стенках волновода меньше

Следовательно, встает вопрос в поиске наиболее благоприятного и более простого метода получения и обработки волновода, в числе которых рассматривается и порошковая металлургия, поиск новых

методов получения и применяемых материалов. Особое внимание следует уделить требованиям, предъявляемым к качеству и контролю рабочей поверхности волновода, проанализировать влияние направления, высоты неровностей внутренних его стенок.

Все известные на данный момент методы заключаются в том, что первоначально изготавливают сам волновод, а затем приступают к обработке внутреннего канала и нанесению на его поверхность гальваническим методом токопроводящего покрытия из серебра, золота или платины. Однако небольшие по размеру и сложные по конфигурации каналы обработать равномерно практически невозможно, отсюда вытекает несоответствие параметров проводящих характеристик волноводов - их основной недостаток. К тому же такие типы производства требуют специального оборудования и больших затрат.

Когда речь идет о технологиях аддитивного производства, очень важно иметь возможность металлизировать конечные 3D-печатные диэлектрические детали.

В работе было решено исследовать нанесение гальванического покрытия при помощи создания проводящего покрытия на структуре, а также при помощи печати проводящим пластиком.

Как оказалось в результате исследований, промышленная сажа, которую замешивали в качестве проводящего вещества в пластик, забивала сопло принтера, что негативно сказалось на качестве печати, поэтому от данного способа создания проводящего покрытия пришлось отказаться.

В данной работе было решено изготовить волновод сечением 23×10 и длиной 60 мм.

В среде программы CSTStudioSuite было проведено моделирование параметров S_{11} (рис. 1) и S_{21} (рис. 2) при разных величинах шероховатости проводящей поверхности на частотах от 8 до 12 ГГц. Значения шероховатости брали равными 0,3, 10,225, 20,15, 30,075 и 40 мкм.

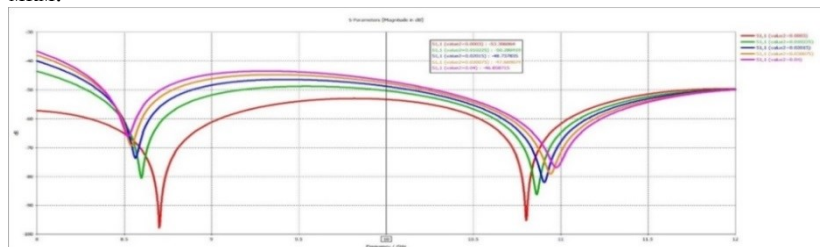


Рис. 1 – График зависимости параметра S_{11} от частоты при разных значениях шероховатости поверхности

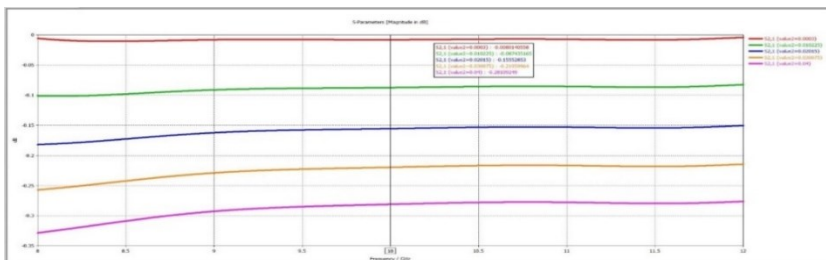


Рис. 2 – График зависимости параметра S21 от частоты при разных значениях параметра шероховатости

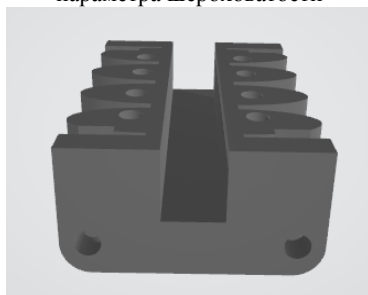


Рис. 3 – Модель части волновода в формате STL



Рис. 4 – Конечный вариант волноводной структуры

На рис. 3 представлена модель части проектируемого волновода. Такая модель была выбрана по причине удобства нанесения проводящего покрытия в канале волновода и в отсутствие поддерживающего пластика в структуре.

В качестве проводящего покрытия была использована медь. Покрытие наносили в гальванической ванне, используя метод обратного тока при гальванизации.

Параметры напечатанного волновода измерялись, подключив его к анализатору при помощи коаксиально-волноводных переходов.

Измерения проводились на частоте от 8 до 12 ГГц. Проводились они следующим образом:

1) На первом этапе замерялись S-параметры волновода с подключенными к нему коаксиально-волноводными переходами

2) На втором этапе замерялись S-параметры только коаксиально-волноводных переходов, соединенных между собой, чтобы учесть их потери.

Выводы

Затухание напечатанного волновода на частоте 10 ГГц составила - 0.43 дБ, тогда как у металлического волновода затухание составило - 0.08 дБ.

Такие значения можно объяснить неидеальностью конструкции волновода и отсутствие постобработки после процесса гальванизации, а также невозможностью точно выдержать величину скин-слоя при гальванизации.

Список литературы

1. Семенов Н. А. Техническая электродинамика. Учебное пособие для вузов. М., «Связь», 1973. - 480 с.

2. Литвиненко Д. С., Дорофеева Е. С., Зверинцева Л. В. Анализ методов производства волноводов //Решетневские чтения. – 2017. – №. 21-1.

3. William J. Otter 3D printed waveguides: a revolution in low volume manufacturing for the 21st century / Nick M. Ridler and StepanLucyszyn // International Microwave Workshop Series on Advanced Materials and Processes (IMWS-AMP 2018), 20-22 September 2018. - P. 978

УДК 621.3

Тришина Евгения Валерьевна

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

Научный руководитель: **Сушенцов Николай Иванович,**

канд.техн.наук, доц., зав. каф. конструирования и производства

радиоаппаратуры

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,

г. Йошкар-Ола

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕНИ НАПЫЛЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК CUO НА ИХ ОПТИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Актуальность. Тонкие пленки оксида меди представляют собой полупроводник р-типа с шириной запрещенной зоны, равной 1.21 эВ при температуре 300 К. Спектр поглощения тонких пленок оксида меди хорошо согласуется со спектром солнечного излучения, что позволяет

применять их при изготовлении солнечных элементов. Пример конструкции такого элемента приведен в [1].

Цель работы: исследовать влияние времени напыления тонких пленок CuO на их оптические и электрические свойства для применения в солнечной энергетике.

Предмет исследования: процесс формирования тонких пленок CuO.

Задачи: 1) исследовать влияние времени напыления пленок CuO на спектр пропускания и поглощения;

2) исследовать влияние времени напыления пленок CuO на их поверхностное сопротивление;

3) определить толщину полученных образцов и их значение запрещенной зоны.

Методика эксперимента. Для проведения исследований методом реактивного магнетронного распыления было изготовлено 3 образца тонких пленок оксида меди с временем напыления, равным 1, 3 и 5 минут. Технологические параметры напыления представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технологические параметры напыления

Технологический параметр	Значение
Материал мишени	Cu
Диаметр мишени	90 мм
Активный газ	50% Ar
Реактивный газ	50% O ₂
Давление	1 Па
Температура нагрева подложек	110 °C
Ток разряда, А	1,0
Рабочее напряжение	360 В
Время напыления, мин.	1, 3, 5

Материал подложек – стекло марки М-3, размер подложек – 60x48 мм. Для построения зависимостей использовано ПО Mathcad Excel. Спектры пропускания тонких пленок оксида меди получены при помощи спектрофотометра СФ-2000. Исследование поглощения тонких пленок оксида меди основывалось на анализе данных спектров пропускания. Методика вычисления коэффициента поглощения описана в работе [2]. Расчет производился по формуле (1).

$$k = \frac{1}{d} \cdot \ln\left(\frac{1}{T}\right) \quad (1),$$

где k – коэффициент поглощения; d – толщина пленок, T – пропускание.

Оценка ширины запрещенной зоны производилась по краю собственного поглощения [3]. Для расчета значения ширины запрещенной зоны была построена кривая зависимости $(kh\nu)^2 = f(h\nu)$, где h – постоянная Планка, ν – частота, Гц. Затем было произведено экстраполирование ее линейного участка до пересечения с осью энергий. Значение энергии, отсекаемое прямой на оси абсцисс, представляет собой ширину запрещенной зоны CuO.

Удельное поверхностное электрическое сопротивление тонких пленок CuO было исследовано четырехзондовым методом. Морфология поверхности тонких пленок оксида меди оценена при помощи СЗМ NtegraPrima.

Результаты эксперимента. Определена толщина полученных поликристаллических пленок – 120, 360 и 600 нм. Результаты исследования оптических характеристик тонких пленок оксида меди, а именно спектры пропускания и поглощения, показаны на Рис. 1, а и б.

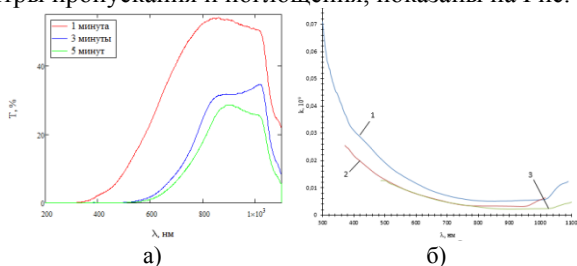


Рис.1 - Спектры пропускания тонких пленок CuO (а) и зависимость коэффициента поглощения от длины волны излучения (б): 1 – 1 минута; 2 – 3 минуты; 3 – 5 минут

В коротковолновой области видимое излучение практически полностью поглощается тонкими пленками. С увеличением времени напыления и толщины пленки, граница, при которой пленка начинает пропускать излучение смещается в сторону больших длин волн. Максимальное пропускание света тонкой пленкой снижается с увеличением толщины. Показатель поглощения снижается с увеличением длины волны и увеличивается при росте толщины пленки[4].

На рис. 2 показана морфология поверхности тонких пленок CuO.

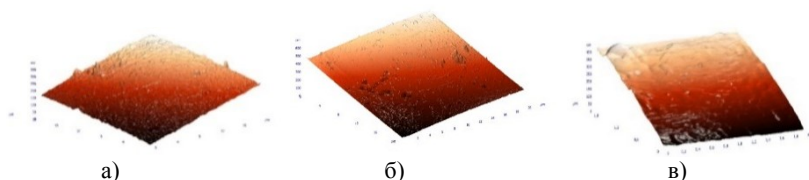


Рис. 2 – Морфология поверхности тонких пленок CuO: а) – 1 минута; б) – 3 минуты; в) – 5 минут

Результаты вычислений ширины запрещенной зоны, удельного поверхностного электрического сопротивления (R_s), среднеквадратичной шероховатости представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты вычислений

Время напыления, мин	1	3	5
E_g , эВ	2.75	2.07	1.95
R_s , кОм·см	$61.4 \cdot 10^3$	91.4	6.9
Среднеквадратичная шероховатость, нм	68.6	117.8	96.6

Удельное поверхностное электрическое сопротивление тонких пленок оксида меди уменьшается с увеличением толщины от 61,4 МОм·см до 6,9 кОм·см.

Выводы.

1. В ходе проведения исследований были получены тонкие пленки CuO методом реактивного магнетронного распыления для дальнейшего применения в солнечной энергетике.

2. Для каждого из 3 образцов были вычислены оптические константы тонких пленок.

3. С увеличением времени напыления пленок снижается показатель поглощения.

4. В коротковолновой области видимое излучение практически полностью поглощается тонкими пленками. С увеличением времени напыления и толщины пленки, граница, при которой пленка начинает пропускать излучение смещается в сторону больших длин волн.

5. Удельное поверхностное электрическое сопротивление тонких пленок оксида меди уменьшается с увеличением толщины от 61,4 МОм·см до 6,9 кОм·см.

6. Полученные значения ширины запрещенной зоны отличаются от теоретического, что объясняется различием свойств тонких пленок и объемного материала.

Список литературы

1. Тришина, Е.В. Патент РФ №192815, 02.10.2019. Тонкопленочный фотоэлектрический элемент на основе структуры ZnO/CuO.
2. Сушенцов, Н.И. Основы технологии микроэлектроники: лаб. практикум / Н.И. Сушенцов, В.Е. Филимонов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 184 с.
3. Заглубский, А.А. Физический практикум. Структура и электронные свойства твердых тел: лаб. практикум. – Работа №7. Фотопроводимость. – 35 с.
4. 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.

УДК621.396.946:519

Трушкова Ольга Александровна

инженер группы обеспечения использования радиочастотного ресурса
Управления по Республике Марий Эл филиала ФГУП «ГРЧЦ» в Приволжском
федеральном округе

Научный руководитель **Зуев Алексей Валерьевич**,
канд.техн.наук, доцент кафедры радиотехники и связи,

Кислицын Алексей Александрович,
ст.преподаватель кафедры радиотехники и связи
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОСЫ ЧАСТОТ УСТОЙЧИВОЙ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ С УЧЕТОМ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ФАКТОРА

Цель работы – разработка информационно-коммуникационной модели определения надежной радиосвязи с использованием модуля корректировки дисперсионных искажений для применения проектировании оборудования систем спутниковой связи и радионавигации.

Проведение комплексных исследований трансионосферного радиоканала в современном мире необходимо для повышения эффективности работы космических систем связи в различных

частотных диапазонах при различных состояниях околоземного космического пространства.

Научная новизна состоит в разработке методики определения составляющих дисперсионной характеристики трансионосферных радиоканалов по результатам измерения полного электронного содержания.

Тестовая версия модели создана в виде базы данных. С помощью встроенного календаря производится выбор конкретного дня. Выбор времени доступен с шагом в 30 минут в 24 часовом формате. Количество регионов России ограничено занесенным в базу данных списком, который в результате работы будет расширяться. Далее производится выбор системы спутниковой связи. После того, как предыдущее поле будет заполнено, открывается поле выбора частот из списка используемых заданной спутниковой системой. Значения потока радиоизлучения, Кр-индекса, количества вспышек на солнце и значение полного электронного содержания вводятся вручную в числовом формате. Форма определения полосы частот представлена на рисунке 1.

Сервис доступен пользователю для получения рекомендации о полосе частот устойчивой спутниковой связи в зависимости от различных геофизических условий. Для получения рекомендации необходимо выбрать интересующую дату и время, регион, спутниковую систему и частоту для которой необходим расчёт, значения данных полей выбираются из выпадающего списка.

Поле вариации TEC заполняется при наличии данной информации. Рекомендацию можно получить, не заполняя данную ячейку, но пользователь получит информацию только о полосе частот (рекомендация на рисунке 2).

The image shows a web application interface for determining a stable satellite communication frequency band. The title is "Satellite band" and the main heading is "Определение полосы частот устойчивой связи". The form includes the following fields and values:

- Выбор даты и времени: 01.04.2019, 12:00
- Выбор региона: Иркутск-Ойя (dropdown menu)
- Выбор системы: GPS (dropdown menu)
- Выбор частоты, МГц: 1575.42 (dropdown menu)
- Поток радиоизлучения: 23
- Индекс Кр: 1
- Количество вспышек на солнце: 4
- Вариация TEC, тесла: 0.992154

A button labeled "Назад/Печать" is located at the bottom of the form.

Рис. 1 – User form - форма определения полосы частот устойчивой спутниковой связи с учетом геофизического фактора на ПК

Заполненное поле значений ПЭС позволяет получить рекомендацию с данными о погрешностях полосы частот (рисунок 3).

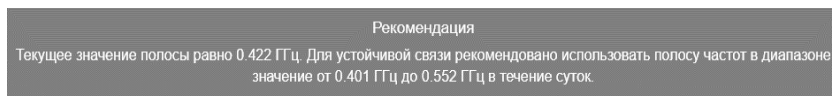


Рис. 2 – Рекомендация о полосе частот устойчивой спутниковой связи без учета значения полного электронного содержания

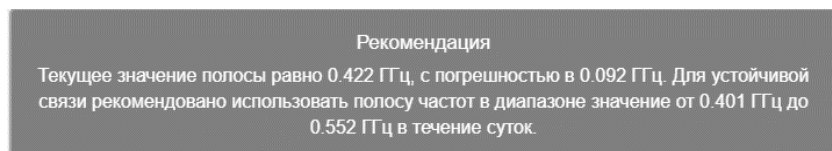


Рис. 3 – Рекомендация о полосе частот устойчивой спутниковой связи с учетом значения полного электронного содержания

Выводы.

Разработанный сервис предназначен для аккумулирования информации в базе данных о солнечной активности и полном электронном содержании ионосферы для соответствующей локации, даты и времени. Кроме того, на основе собранных данных генерируется рекомендация о рекомендуемой полосе частот устойчивой спутниковой связи, а при наличии данных о вариациях полного электронного содержания можно получить значения погрешности к вычисленной полосе частот.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-37-00079.

Список литературы

1. Иванов, Д. В. Искажения широкополосного радиосигнала в ионосфере, вызванные нелинейной частотной дисперсией / Д. В. Иванов, В. А. Иванов, М. И. Рябова, Н. Н. Михеева, Е. В. Катков // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер. Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2013. №2(18). –С. 5-15.
2. Иванов, В. А. Влияние частотной дисперсии на распространение сигналов при трансионосферном зондировании / В.А. Иванов, Н. В. Рябова, М. И. Рябова, А. А. Кислицын // Материалы XV Международной научно-технической конференции «Проблемы техники и технологий телекоммуникаций» (ПТиТТ-2014). – Казань. – 2014. – С. 136-139.

Данилова Марина Анатольевна, Федоров Борис Алексеевич
направление Электроника и Нанoeлектроника (магистратура),
гр. ЭИНЭМ-21

Научный руководитель **Попов Иван Иванович**,
доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры КиПР,
Степанов Сергей Александрович,
канд. техн. наук, преподаватель кафедры КиПР
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК ТИТАНА МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ

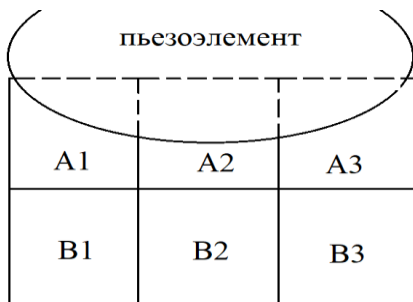
Цель работы - разработать технологический режим получения методом магнетронного распыления параллельных элементов в текстуре тонких титана и определен участок пленки, соответствующий заданным требованиям.

Рост научного интереса к тонкопленочным материалам [1] обусловлен специфичностью их физико-химических свойств, связанных с малой толщиной и размерным эффектом. Однако планирование свойств тонких пленок наряду с прикладными задачами позволяет решать и фундаментальные материаловедческие задачи, связанные с разработкой и оптимизацией режимов термической обработки пленок титана. **Актуальность проекта** заключается в выборе оптимальных параметров процесса напыления при магнетронном распылении тонких пленок.

Методика эксперимента. Пленки титана наносились магнетронным распылением в вакууме на подложку из стекла. Применялась установка магнетронного распыления с неодимовой магнитной системой, водяной системой охлаждения колпака вакуумной камеры, встроенным изолированным анодом и подачей газа в зону распыления. Напыление производилось на неподвижной подложке при напускном давлении в камеру газа аргона при 0,5 Па. Возбуждение разряда в камере магнетрона производилось при напряжении 4 кВ и силе тока 10 А, время воздействия 10 минут, частоты воздействия: несущая 6300 Гц и моделируемая 17 Гц. В качестве материала катода использовалась титановая мишень с содержанием примесей не более 0,01 %. Получение структур пленок

производилось на сканирующем зондовом микроскопе NTEGRAPRIMA.

Результаты и обсуждение. На рисунке 1 видно масштабное влияние пьезоэлектрического элемента на поверхность стеклянной подложки.



стеклянная подложка

Рис. 1. - Схема расположения пьезоэлектрика относительно подложки

При сканировании на зондовом микроскопе были получены 3D изображения тонких пленок титана, показанные на рисунке 2.

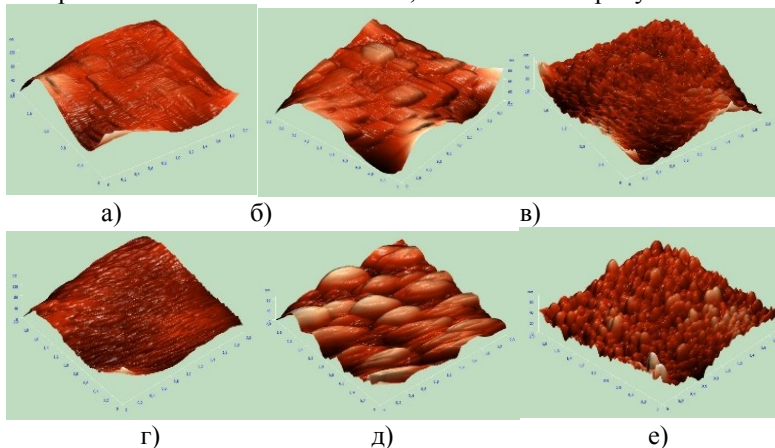


Рис. 2. Изображения пленок титана, зависящие от расположения пьезоэлектрического элемента: а) A1, б) A2, в) A3, г) B1, д) B2, е) B3

Поместив источник акустического излучения с амплитудно-временной модуляцией снизу подложки, получаем форму текстуры пленки, распределенную на поверхности подложки. Разные формы

текстуры пленки на различных ее участках мы связываем с различными условиями возбуждения поверхностных акустических волн. Наибольшая согласованность фаз поверхностных акустических волн позволила получить участок пленки с однотипными параллельными друг другу элементами текстуры. На этом участке, составляющем порядка 16 % от общей площади пленки, были воспроизведены заданные требования, предъявлявшийся к текстуре пленок.

Как видно на рисунках, появляется возможность планирования структуры титана в зависимости от расположения пьезоэлектрического элемента, поэтому, если необходимая структура находится в приведенных параметрах, велика вероятность получения пленки с заданным строением [2].

Выводы. Представленные данные по изменению структур пленок титана могут быть использованы для практических оценок зависимости структуры напыляемого слоя от расположения пьезоэлектрика применительно к любому магнетронному распылительному устройству. Для этого достаточно определить интенсивность воздействия пьезоэлектрика на разных участках его поверхности. Пленка, показанная на участке В2 (см. рисунок 2д), соответствует требованиям к предъявляемой текстуре тонкой пленки титана, обеспечиваемой при заданном технологическом режиме.

Таким образом, это свойство воздействия можно использовать для получения пленок титана определенной структуры или для сравнения пьезоэлектрических элементов с учетом требуемых эксплуатационных условий при выборе наилучшего.

Список литературы

1.Рогов А.В., Капустин Ю.В., Мартыненко Ю.В. Факторы, определяющие эффективность магнетронного распыления. Критерии оптимизации // Журнал технической физики. – 2015. – № 85 (выпуск 2). – С. 126-134.

2.Сушенцов Н. И, Филимонов В. Е. Основы технологии микроэлектроники. Лабораторный практикум. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. – 155 с.

Филареева Ирина Дмитриевна
направление Радиотехника (магистратура), гр. 5288

Научный руководитель **Веденькин Денис Андреевич**
канд.техн.наук, доцент кафедры радиофотоники и микроволновых технологий
*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.
Туполева - КАИ, г. Казань*

ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АНТЕННЫ ДЛЯ СВЧ- УСТАНОВКИ ПО САНИТАРНОЙ ОБРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ

С древних времен и по настоящий день древесина является незаменимым строительным материалом. Однако, на древесину в процессе эксплуатации воздействует целый ряд факторов окружающей среды, приводя к ее старению и разрушению. Самым сложно устранимым недостатком является борьба с биологическим фактором. Биологические факторы - это живые организмы, способные оказывать на древесину разрушающее воздействие, среди них: грибы, насекомые, бактерии.

Радикальным средством стерилизации очагов поражения является тепловая обработка древесины. Стоит заметить, что обработка древесины нагревом снижает ее прочностные показатели, так же имеются технические и организационные трудности с реализацией такого способа. Тепловая обработка древесины в электромагнитном поле СВЧ не имеет указанных выше недостатков. Поэтому **данная тема актуальна** для всех потребителей. **Целью данной работы** является моделирование микрополосковой антенны, антенной решетки, существующей рупорной антенной решетки и получение их выходных характеристик.

Микрополосковая антенна

Питание осуществляется микрополосковой линией, сигнальный проводник которой расположен в плоскости тонкой металлической пластины и подходит к одной из его излучающих сторон [1].

Подобные антенны просты по конструкции, имеют низкую стоимость, малые габаритные размеры и массу, обеспечивают высокую повторяемость размеров, могут работать с любым типом поляризации поля [2].

Недостатками полосковых антенн являются их узкополосность и относительно небольшой КНД.

На рис. 1 представлена электродинамическая модель микрополосковой антенны.



Рис.1 - Модель антенны: а) в общем виде, б) в разрезе

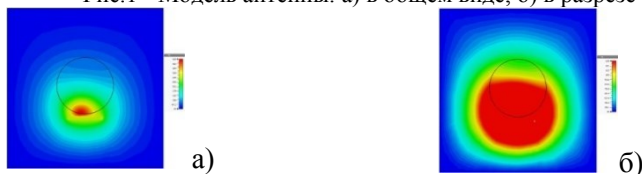


Рис. 2 – Температурное распределение по сечению бревна: а) при максимальной температуре, б) с максимальной температурой 130°C

Как видно из рис. 2 а, после 16 минут моделирования, бревно прогрелось до 439°C . Как можно увидеть из рис. 2 б, что математическая модель рассматриваемого бревна практически полностью нагревается до 130°C .

После получения данных результатов была смоделирована антенная решетка из 4 идентичных полосковых антенн (рис. 1). Данные антенны расположены между собой на расстоянии 35 мм (рис. 3).

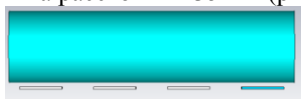


Рис. 3 – Модель антенны в общем виде с бревном

Далее так же проводилось температурное моделирование данной рупорной решетки. И были получены следующие температурные характеристики:

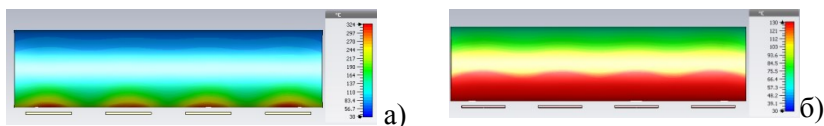


Рис. 4 - Температурное распределение по сечению бревна: а) при максимальной температуре, б) с максимальной температурой 130°C

Как можно увидеть из рис. 17, что математическая модель рассматриваемого бревна практически полностью нагревается до 130□С.

Так же альтернативой микрополосковым антенным решеткам может выступить сфокусированная фазированная антенная решетка (СФАР). Для нахождения жука можно использовать акустические методики. Используя СФАР, мы можем сфокусировать СВЧ–излучение в конкретной точке и уничтожить жука/личинку. Свойства СФАР и методы акустического поиска более подробно рассмотрены в данных статьях [3-7].

Существующая рупорная антенная решетка

Антенная решётка – сложная антенна, состоящая из совокупности идентичных излучающих элементов, расположенных в пространстве в определённом порядке. Антенная решётка может возбуждаться одним или комплексом когерентных источников.

Применение антенных решеток обусловлено следующими причинами. Решетка из N элементов позволяет увеличить приблизительно в N раз КНД антенны по сравнению с одиночным излучателем, а также сузить луч для повышения точности определения угловых координат источника излучения. С помощью антенной решетки удастся поднять электрическую прочность антенны и увеличить уровень излучаемой мощности путем размещения в каналах решетки независимых СВЧ усилителей [8].



Рис. 5 - Электродинамическая модель рупорной антенной решетки: а) передний план, б) вид сбоку

На данный момент идет поиск более эффективного метода решения поставленной задачи. В дальнейшем будет рассматривается вариант практической реализации данного прототипа и проведение его испытаний.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках базовой части Государственного Задания №8.6872.207/БЧ.

Отдельная благодарность выражается заслуженному профессору КНИТУ-КАИ Г.А. Морозову за ценные советы и возможность

использования в качестве прототипа шестиэлементную антенную решетку.

Список литературы:

1. Антенны: учеб. для втузов / Г.Т. Марков. - М. ; Л. : Госэнергоиздат, 1960. - 535 с. : ил., табл. - Библиогр.: 528 с.;
2. Панченко Б.А. Микрополосковые антенны [Текст] / Б.А. Панченко, Е.И. Нефедов – М.: Радио и связь, 1986. – 145 с.;
3. Веденькин Д.А., Чикляев Н.А. Разработка алгоритма пеленгации с использованием сфокусированной апертурой //Вестник НЦ БЖД – 2018. №3 – С.134-138.
4. Веденькин Д.А., Седелников Ю.Е. Особенности построения решеток излучателей для задач акустического неразрушающего контроля // Перспективы науки. 2013. №10(49). С. 152-154.
5. Веденькин Д.А., Седелников Ю.Е., Потапова О.В. Свойства сфокусированных антенн для задач акустической эхолокационной диагностики // Нелинейный мир. 2014. Т. 12. №10. С. 64-68.
6. Веденькин Д.А., Седелников Ю.Е., Насыбуллин А.Р., Рябова Н.В., Иванов В.А. Свойства объемных случайных антенных решеток, сфокусированных в зоне ближнего излученного поля // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2015. № 12. С. 30-34.
7. Веденькин Д.А. Сфокусированные антенны для систем радиосвязи с группой малоразмерных летательных аппаратов // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2007. Т.10 №5. С. 36.
8. Воскресенский Д.И., Гостюхин В.Л., Максимов В.М., Пономарев Л.И. Устройства СВЧ и антенны / М: Издательство «Радиотехника», 2016 г. – 560 стр.: ил. ISBN 978-5-93108-120-5. С. 243-250.

УДК 539.376

Чернядьев Андрей Владимирович

Направление Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(Магистратура), гр.ИТСм-11

Научный руководитель **Бастракова Марина Ивановна**

канд.техн.наук, доцент кафедры радиотехники и связи
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет».
г. Йошкар-Ола

**ТЕХНОЛОГИИ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ
ДЛЯ КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ**

Рассмотрим технологии *ZigBee*, *Wi-Fi*, *Bluetooth* и 434/868 МГц.
Можно выделить три существенных преимущества каждой технологии:

- *Wi-Fi* обладает максимальной скоростью передачи данных;
- *ZigBee* и технологии 434/868 МГц обладают минимальным энергопотреблением;
- технологии 434/868 МГц обладают максимальной дальностью действия в прямой видимости.

Bluetooth

Данная технология представляет собой универсальный и надежный радиointерфейс беспроводного доступа. Bluetooth использует для своей работы принцип FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum). Т.е данные разбиваются на пакеты и передаются по псевдослучайному алгоритму скачкообразной перестройки частоты. Для работы устройств по технологии Bluetooth отведен диапазон частот от 2.402 ГГц до 2.480 ГГц.

Достоинства:

- высокий уровень стандартизации и совместимость между устройствами Bluetooth разных производителей;
- защита передаваемых данных;
- низкая стоимость;
- высокая дальность действия (до 1000 м);
- универсальность и большое разнообразие модулей под разные задачи.

Недостатки:

- относительно высокое энергопотребление (работа от автономных источников питания не всегда возможна).
- относительно невысокая скорость обмена данными (до 1 Мбит/с).

Финская компания *Bluegiga* предлагает обширную линейку модулей, которые можно интегрировать в функциональные устройства контроля в комплексных системах безопасности (датчики и т.п.). В качестве примера можно выделить модуль *WT41* (Рисунок 1).



Рис. 1 – Bluetooth модуль WT41

Wi-Fi– это стандарт беспроводной связи, объединяющий несколько протоколов, его официальное название IEEE 802.11. Самым

распространенным в настоящее время является протокол IEEE 802. 11b. Центром беспроводной сети Wi-Fi является точка доступа (AccessPoint), которая, чаще всего, подключается к Ethernet-сети. После подключения вокруг точки доступа образуется зона Wi-Fi (хот-спот) радиусом от 50 до 100 метров, в пределах которого можно использовать беспроводную сеть.

Достоинства:

- высокая скорость передачи данных;
- компактность;
- большое разнообразие модулей под разные задачи;
- высокий уровень стандартизации и совместимость между устройствами *Wi-Fi* разных производителей;
- защита передаваемых данных.

Недостатки:

- большое энергопотребление и невозможность работы в течение длительного времени от автономных источников питания;
- относительно высокая стоимость (по сравнению с Bluetooth и ZigBee).

Одним из наиболее популярных в России производителей модулей *Wi-Fi* является тайваньская компания WIZnet. В качестве примера можно привести модуль WIZ610wi (Рисунок 2), который можно использовать в комплексной системе безопасности для удаленного контроля датчиков, регистраторов и других устройств.



Рис. 2 – Wi-Fi- модуль WIZ610wi

ZigBee

В случаях, когда дальность радиосвязи в прямой видимости оказывается недостаточно большой и возникает необходимость ее наращивания при сохранении энергопотребления на низком уровне, целесообразно обратить внимание на стандарт беспроводной связи ZigBee. Характерные особенности данного стандарта позволяют:

- создавать сложные сетевые решения с автоматической маршрутизацией, ретрансляцией пакетов данных и автоматическим восстановлением сети в случае выхода из строя отдельных узлов;

- обеспечивать высокий уровень защиты передаваемых данных;
- гибко настраивать узлы сети;
- поддерживать в одной сети от нескольких сотен до нескольких тысяч узлов;
- получить скорость обмена данными 250 кбит/с по радиоканалу.

Достоинства:

- защита передаваемых данных;
- поддержка сложных беспроводных сетей;
- ультранизкое энергопотребление (возможна автономная работа от батарейки до 10 лет).

Недостатки:

- недостаточно высокий уровень стандартизации и отсутствие единой программно-аппаратной платформы для разработки сложных приложений;
- невысокая скорость передачи данных.

В качестве примера подходит ряд модулей стандарта ZigBee известной итальянской компании Telit, построенных на основе чипа CC2430. Для построения радиоканала в комплексных системах безопасности подходят модули ZE51 и ZE61 (Рисунок 3).



Рис.3 – Модуль *ZigBeeZE61*

434/868 МГц

Иногда на практике встречаются ситуации, когда ни один из существующих стандартов беспроводной связи ShortRange RF не удовлетворяет требованиям приложения разработчика. Специально для таких случаев во всем мире существует группа радиочастотных диапазонов 434/868 МГц, открытых для свободного использования, в которых не существует стандартов беспроводной связи.

Достоинства:

- высокая дальность (до 10 км);
- ультранизкое энергопотребление (возможна автономная работа от батарейки до 10 лет);
- возможность беспрепятственной разработки собственного стека.

Недостатки:

•невысокая скорость передачи данных (до нескольких десятков кбит/с).

В качестве примера можно привести модули компании SimCom, например, модуль Sim20.

Список литературы

- 1.Мялянов В.С. Мир связи:учеб.пособие. Спб.: Наука и техника, 2012. 214с.
2. Андрусенко С.И. Интегрированные системы безопасности на крупных объектах // Все о вашей безопасности. 2011. № 2. С.67-73
- 3.Технология Wi-fi// Учебные материалы –[электронный ресурс] – Режим доступа - URL: <http://works.doklad.ru/view/uRYMp9PznQw.html> (дата обращения 14.02.16)
- 4.Финогеев А. Г. Беспроводные технологии передачи данных для создания систем управления и персональной информационной поддержки. // Единое окно –[электронный ресурс] – Режим доступа - URL: <http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/177/56177/27140>.

УДК 537.87

Чикляев Никита Александрович

направление Радиотехника(магистратура), гр. 5288

Научный руководитель **Веденькин Денис Андреевич,**

канд.техн.наук, доцент кафедры РФМТ, *КНИТУ-КАИ им .А.Н. Туполева,*
г. Казань

РАЗРАБОТКА ДЕЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ С ИСОЛЬЗОВАНИЕМ ОДНИЧНОГО ШТЫРЯ, ДЛЯ ДИАГРАММООБРАЗУЮЩЕЙ СХЕМЫ СВЧ УСТАНОВКИ ПО ДЕЗИНФЕКЦИИ ДРЕВЕСИНЫ

Цель работы – В работе рассматривается созданием делителя мощность, для установки по санитарной обработке древесины. Рассмотрены основные свойства согласования работы плеч делителя мощности. Создана и оптимизирована математическая модель в среде CST Studio. Получены и приведены коэффициенты передачи и отражения модели

Делитель мощности — общее название группы многополюсников СВЧ, осуществляющих разделение потока мощности электрического колебания, поступающего на вход (входной порт, входное плечо), между несколькими выходами (портами, плечами) и (или) объединяющего такие потоки мощности с нескольких входов в одном выходе.

Наиболее часто применяются делители мощности с одним входом и двумя выходами, реже — с тремя выходами. Делители мощности с большим числом выходов, которое может достигать нескольких тысяч, называют распределителями мощности. Как правило, они строятся по «схемотехническому» принципу на основе каскадного соединения более простых делителей мощности либо по «эфирному» принципу (например, на основе линзы Ротмана).

Согласование волновода с нагрузкой заключается в создании в нем бегущей волны при наличии отражений от нагрузки. При этом имеют место наименьшие потери в волноводе, а на его нагрузке выделяется наибольшая мощность.

Диафрагмой называется тонкая металлическая пластинка в поперечной плоскости волновода, перекрывающая часть его сечения. Диафрагмы являются реактивными элементами, так как почти не вносят дополнительных активных потерь, но создают значительное местное поле за счет возбуждения не распространяющихся волн. Поэтому они служат в качестве отражающих элементов для согласования волноводов и волноводных устройств, в фильтрах СВЧ и т. п.

Одиночный металлический штырь, погруженный в волновод и соединенный с его стенкой (рис. 4), создает значительное реактивное поле за счет токов проводимости, наведенных в нем набегающей волной. Активной мощности он почти не поглощает. В какой-то мере он эквивалентен линии с волной ТЕМ, замкнутой с одной стороны и разомкнутой с другой. У основания штыря ток и окружающее его магнитное поле максимальны. Электрическое реактивное поле имеет наибольшие значения у конца штыря.

В волноводных резонаторах и фильтрах широко применяются индуктивные диафрагмы, состоящие из нескольких равноотстоящих металлических стержней в поперечной плоскости волновода (рис. 5). Реактивная проводимость диафрагмы увеличивается с ростом числа стержней и их диаметра. Эта проводимость не равна сумме, вычисленных для одиночного штыря, так как сильное взаимодействие между созданными ими полями не позволяет рассматривать стержни диафрагмы независимо.

Для моделирования математической модель была выбрана среда CST Studio Suite. Высота внутреннего сечения волновода составила 90 мм. Ширина внутреннего сечения волновода составила 45 мм. Угол поворота колена составил 20 градусов. Диаметр штыря 4 мм. Штырь расположен в 10 мм от угла распределения мощностей. Результат моделирования модели представлен на рисунках ниже.

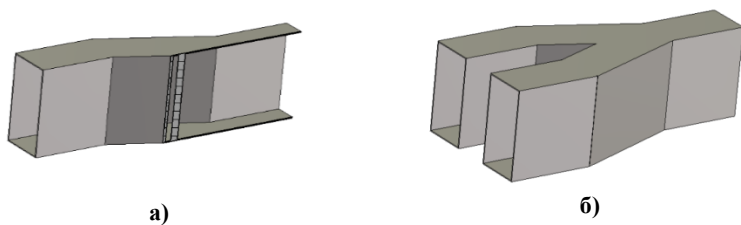


Рис.1 - Разработанная модель делителя – а) в разрез; б) внешний вид разработанной модели

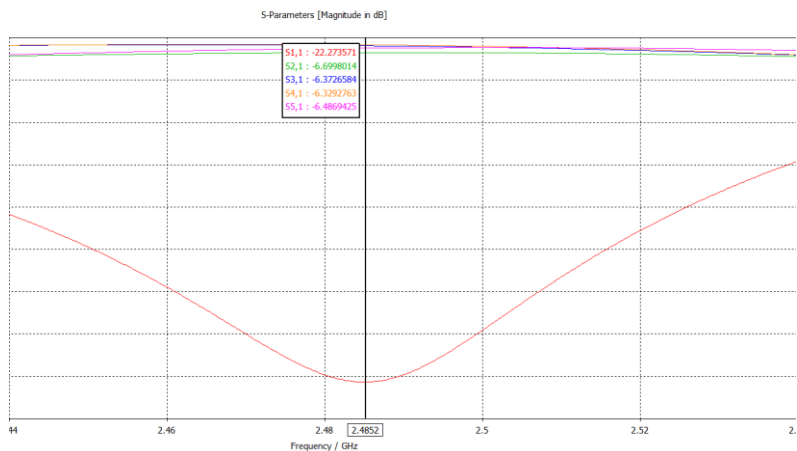


Рис.2 - Коэффициенты передачи и отражения созданной модели:
 $S_{1,1}$ – Коэффициент отражения; $S_{2,1}$ – коэффициент передачи на первый выход с входа; $S_{3,1}$ – коэффициент передачи на второй выход с входа; $S_{3,2}$ – коэффициент передачи

На данный момент ведется активная проработка материалов на данную тематику. Прорабатываются варианты подхода к данной проблеме, прорабатывается литература по данной тематике, ведется поиск более эффективного метода решения поставленной задачи.

Список литературы

1. Иванов И.А., Тихонов В.Н., Пронина О.Э. СВЧ установка для дезинсекции древесины // Современная техника и технологии. 2015. № 8 [Электронный ресурс]. URL: <http://technology.snauka.ru/2015/08/7713>
2. Веденькин Д.А., Седельников Ю.Е., Латышев В.Е. оценка электромагнитной совместимости радиотехнического оборудования перспективных беспилотных летательных аппаратов на этапах разработки // Вестник Поволжского Государственного Технологического Университета. Серия: Радиотехнические И Инфокоммуникационные Системы. 2016. №1(20). С. 57-64.
3. Веденькин Д.А., Чикляев Н.А. Разработка алгоритма пеленгации с использованием сфокусированной апертуры // Вестник НЦ БЖД – 2018. №3 – С.134-138.
4. Веденькин Д.А., Латышев В.Е., Седельников Ю.Е. Оценка коэффициентов связи антенн для задач обеспечения ЭМС бортового РЭО перспективных беспилотных авиационных комплексов // Журнал радиоэлектроники. 2014. № 12. С.14.
5. Веденькин Д.А., Седельников Ю.Е. Особенности построения решеток излучателей для задач акустического неразрушающего контроля // Перспективы науки. 2013. №10(49). С. 152-154.
6. Веденькин Д.А., Седельников Ю.Е., Потапова О.В. Свойства сфокусированных антенн для задач акустической эхолокационной диагностики // Нелинейный мир. 2014. Т. 12. №10. С. 64-68.
7. Веденькин Д.А., Седельников Ю.Е., Насыбуллин А.Р., Рябова Н.В., Иванов В.А. Свойства объемных случайных антенных решеток, сфокусированных в зоне ближнего излученного поля // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2015. № 12. С. 30-34.

УДК 621.396.96

Шаронов Дмитрий Евгеньевич

направление Электроника, радиотехника и системы связи (аспирант)

Научный руководитель **Веденькин Денис Андреевич**,

к.т.н., доцент каф. Радиофотоники и микроволновых технологий

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», г.Казань

ПОГЛОЩАЮЩИЕ СВЧ-СТРУКТУРЫ С НЕОДНОРОДНОСТЯМИ

В статье рассмотрена актуальная тема исследования новых покрытий. Частотно – селективная поверхность (ЧСП) представляет

собой массив пассивных резонансных элементов, который идеально ведет себя как отражающая металлическая поверхность на своей резонансной частоте, а также позволяет передавать радиочастотную энергию через него на других частотах. Эти периодически размещенные массивы металлических патчей в металлическом экране также называются сетками.

На данный момент очень много внимания уделяется теоретическим и экспериментальным исследованиям частотно-селективных структур. Это может быть связано с довольно быстрым развитием информационно-телекоммуникационных технологий.

Существует три типа таких сеток:

1. Индуктивная сетка (Inductive Grids) – металлические элементы соединены (массив квадратных отверстий), рис. 1.

2. Емкостная сетка (Capacitive Grids) – металлические элементы изолированы (массив металлических квадратных или кольцевых элементов), рис. 2.

3. Band Pass Grids – среднее между первым и вторым видами сеток (массив Jerusalem cross, double (triple) square – двойных (тройных) квадратов), рис 3.

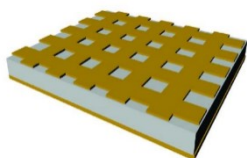


Рис. 1 – Индуктивная сетка



Рис. 2 – Емкостная сетка

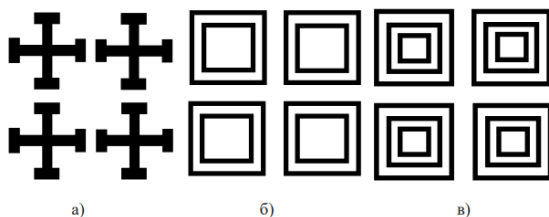


Рис. 3 – Band Pass Grids: а) Jerusalem cross array; б) Double square array; в) Triple square array

Таким образом, можно сказать, что ЧСП - это плоские периодические структуры, которые ведут себя как фильтры электромагнитной энергии. Когда электромагнитная энергия падает на

ЧСП, токи индуцируются на проводящих элементах. Эти индуцированные токи затем повторно излучают ЭМ волны [1,2].

Целью работы является повышение потенциала электромагнитных экранов в СВЧ диапазоне.

Для оценки характеристик частотно-селективных поверхностей (ЧСП) был смоделирован делитель, на выходах которого сигналы излучаются в противофазе. [3] На расстоянии равном двум длинам волн над делителем был установлен приемный порт. Коэффициент отражения и передачи на приемном порте составили -7,8 dB и -179 dB соответственно.

В связи с тем, что на выходах делителя сигналы находятся в противофазе, то, следовательно, при закрытии одного выхода делителя листом из проводника коэффициент передачи увеличивается, за счет снижения передачи из порта, над которым находится лист из идеального проводника. [4]

После этого лист из идеального проводника был заменен листом из диэлектрика, который в дальнейшем выступит базовой поверхностью для создания ЧСП, размеры листа не изменились. Полученные коэффициенты отражения и передачи составили -8 dB и -41 dB соответственно. В дальнейших исследованиях будет учитываться только коэффициент передачи, поскольку он должен быть минимален (в случае «разностного» метода на приемной стороне максимальный). [3]

В лист диэлектрика были внедрены объемные неоднородности, имеющие форму листа Мебиуса (рис. 4). Варьировались радиус и толщина от 6 мм до 12 мм, и от 4 мм до 10 мм соответственно. Полученные коэффициенты передачи представлены на рис. 5. Наилучшие коэффициенты передачи и отражения получены при следующих размерах листа Мебиуса: радиус 12 мм, толщина 10 мм, и составили -31,78 dB, -8,38 dB соответственно. [5]

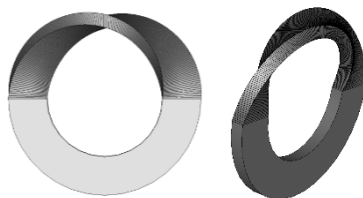


Рис. 4 – Структура ЧСП в форме листа Мебиуса

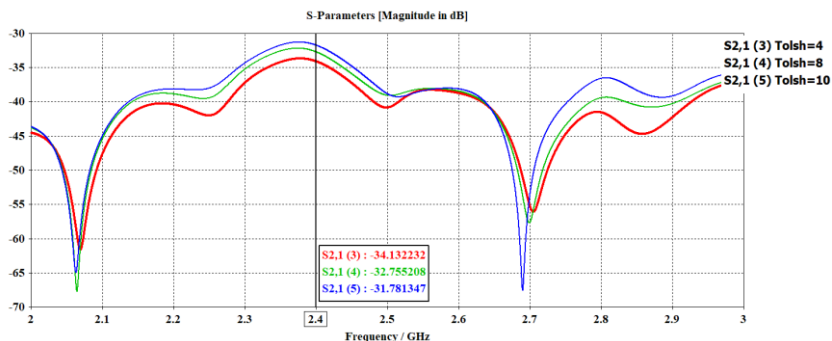


Рис. 5 – Коэффициент передачи через ЧСП с неоднородностями в форме листа Мебиуса (Толщина 4 – 10 мм, Радиус 12 мм)

Выводы

В ходе исследования выявлено, что применение ЧСП для снижения уровня электромагнитного поля довольно перспективное направление и может найти применение совместно с идеями, которые описаны в [6]. По полученным в результате моделирования данным видно, что разработанные ЧСП имеют поглощающие свойства. Так при «разностном» методе измерения видно, что без неоднородностей коэффициенты отражения и передачи составляют -7,9 dB и -184,8 dB соответственно. При размещении над одним из портов листа идеального проводника -8,6 dB и -25,6 dB. А в случае использования неоднородностей в форме листа Мебиуса полученные коэффициенты отражения лежат в диапазоне от -8,38 dB до -8,67 dB, а коэффициенты передачи -31,7 dB до -35,78 dB. Таким образом, видно, что разработанная модель ЧСП может использоваться для снижения электромагнитного поля, в том числе в целях улучшения электромагнитной экологии.

Список литературы

1. Ravi Panwar, Jung Ryul Lee Progress in frequency selective surface-based smart electromagnetic structures: A critical review // *Aerosp. Sci. Technol.* (2017) . – Vol. 66. – № 18. P. 216-234
2. Nanjia Zhou, Chengye Liu, Jennifer A. Lewis, Donhee Ham Gigahertz Electromagnetic Structures via Direct Ink Writing for Radio-Frequency Oscillator and Transmitter Applications // *Advanced Materials.* – 2017. – Vol. 29. P.9.
3. Веденькин Д.А., Шаронов Д.Е., Ишкаев Т.М. «Разностная» модель оценки свойств частотно-селективной поверхности. Материалы международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов

«Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы-2018». –2018. –Т. 3. – С. 452-456.

4. Веденькин Д.А., Седельников Ю.Е. Свойства сфокусированных волновых полей в промежуточной зоне излучения // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2016. № 1 (29). С. 18-31.

5. Веденькин Д.А., Шаронов Д.Е. Анализ характеристик управляемой частотно-селективной поверхности в СВЧ-диапазоне // Инженерный вестник Дона. 2017. № 2 (45). <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4233>

6. Веденькин Д.А., Седельников Ю.Е., Насыбуллин А.Р., Рябова Н.В., Иванов В.А. Свойства объемных случайных антенных решеток, сфокусированных в зоне ближнего излученного поля // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. -2015. -№12. -С. 30-34.

УДК 53.083.91

Шилов Никита Сергеевич

направление Радиотехника (бакалавриат), гр. 5415

Научный руководитель Веденькин Денис Андреевич,

канд.техн.наук, доцент кафедры радиофотоники и микроволновых технологий
*ФГБОУ ВО Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТЕЙ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЗАДАЧАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ В ЗАМКНУТОМ ПРОСТРАНСТВЕ

В настоящее время проблема определения координат объекта внутри помещения, а также позиционирование устройством своего положения в замкнутом пространстве является важной проблемой при решении вопроса зарядки устройства без фиксированного расположения его на зарядной платформе.

При выборе метода позиционирования отталкиваются от задач и требований, которые они должны решать. Методы подразделяют на:

1. Глобальный – определение абсолютных координат, посредством определения широты и долготы.

2. Персональный – определение координат в пределах какой-либо территории.

3. Локальный – определение координат посредством позиционирования на определенную точку.

4. Гибридный – совокупность разных методов и средств.[1]

Ввиду того, что нам необходима точность позиционирования соизмеримая с единицами сантиметров, глобальные системы, такие как спутниковые системы и системы GSM, не подходят для определения координат в замкнутом пространстве, в связи с низкой точностью (единицы или даже десятки метров).

В пределах одного замкнутого помещения при отсутствии преград до устройства, такие технологии как Bluetooth low energy, а также определение координат посредством Wi-Fi сигнала, позволяют измерять расстояние с заданной точностью, с помощью определения уровня сигнала. Приемопередатчики отправляют сигнал и принимают параметр, показывающий силу принятого сигнала. Исходя из которого рассчитывается расстояние до устройства. 4 таких приемопередатчика расставляются по периметру комнаты, и, при сопоставлении полученных данных, определяются точные параметры устройства. Главным недостатком является то, что слабый сигнал может быть получен в связи с внешними факторами, такими как заграждение, затухание.[2]

Оптимальным методом, подходящим под заданные требования определения координат в замкнутом пространстве, но с некоторыми ограничениями, является технология UWB, начало которой было положено три десятка лет назад. Она использует короткие импульсы с широким спектром частот при низком энергопотреблении, но работает только при небольших расстояниях. Преимуществами технологии являются надежность, высокая точность, устойчивость к затуханию. Существенным недостатком является то, что, обладая широкой полосой и значительной мощностью, UWB может создавать помехи другим устройствам, работающим на этих частотах. Также важно отметить, что в связи с малой длительностью сигнала сложной задачей становится синхронизация приема, которая требует высокостабильного генератора тактовой частоты. Составляющие спектра, проходя через препятствия, ослабляются неодинаково. Таким образом приемник становится не согласованным с источником. [3]

Рассчитаем погрешности измерений с учетом ширины полосы частот от 2400 до 2500 МГц с шагом 20 МГц

Таблица 1 – Длина волны при заданной частоте

f , МГц	2400	2420	2440	2460	2480	2500
λ , см	12,5	12,4	12,3	12,2	12,1	12

По полученным данным посчитаем мат. ожидание и дисперсию.

$$M_x = \sum_{i=1}^6 \frac{1}{6} x_i = 12,25 \quad (1)$$

$$D_x = \sum_{i=1}^6 \frac{1}{6} (x_i - M_x)^2 = 0,02917 \quad (2)$$

Видно, что при сбое в синхронизации приема и передачи погрешность будет составлять, в среднем, не более 12,25см.

Сопоставляя преимущества с недостатками, данная технология нашла широкое применение, например, во флагманском смартфоне компании Apple, позволяя передавать информацию между телефонами просто направив одно устройство на другое.

Вторым интересным методом, также отвечающим требованиям, является метод триангуляции. Он заключается в определении координат устройства, посредством пеленгации устройства с помощью нескольких Wi-Fi модулей. Сигнал, отправленный с одного из модулей, доходит до устройства, обрабатывается и переизлучается на остальные модули. При использовании от трех модулей и более, мы уже можем определить положение устройств в пространстве. Увеличивая число модулей – растет точность определения координат, но, соответственно увеличивается стоимость оборудования. Зная время распространения сигнала в пути «источник-объект-приемник» и скорость распространения электромагнитного поля, мы получаем необходимое и достаточное количество информации для точного определения координат устройства в объеме. Период вычисления координат объекта должен быть соизмерим с единицами секунд, что вызовет увеличение энергопотребления. Сигнал, пришедший на объект, обрабатывается не мгновенно, что вызывает неизбежные временные задержки, которые необходимо учесть или исключить, дабы избежать ошибок при вычислении координат объекта. Помимо возможных временных задержек существует проблема синхронизации часов на устройстве и модулях, определяющих координаты.[4]

$$S = c \cdot t = 3 \cdot 10^8 \cdot 1 \cdot 10^{-9} \quad (3)$$

Как видим, несоответствие даже в одну наносекунду дает отклонение на 30 сантиметров, что недопустимо. Для того, чтобы погрешность не превышала $\lambda=12\text{см}$, необходимо не допускать погрешность свыше 0,4 наносекунд.

Определение координат устройства в замкнутом помещении усложняет переотражение сигнала от стен и предметов интерьера. В результате чего, после переотражений сигнал долетает с задержками, а также ослабевает если на сигнал воздействует негативная интерференция, т.е. если волны накладываются друг на друга после отражения в противофазе.

Список литературы

1. Москаленко Т.А., Киричек Р.В. Методы позиционирования робототехнических систем внутри помещения на базе телекоммуникационных технологий / Москаленко Т.А., Киричек Р.В. // Информационные технологии и телекоммуникации. 206. Том 4. №1. С. 37-45.
2. Веденькин Д.А. Разработка алгоритма пеленгации с использованием сфокусированной апертуры / Веденькин Д.А., Чикляев Н.А. // Вестник НЦБЖД, 2018. - № 3 (37). с. 134-138
3. Веденькин Д.А. Разреженные сфокусированные антенные решетки в задачах радиосвязи и радиопротиводействия / Веденькин Д.А., Седельников Ю.Е. // Электросвязь, 2018. - № 8. с. 52-57.
4. Веденькин Д.А. Элементарный излучатель для антенной решётки, сфокусированной в зоне ближнего излучённого поля / Веденькин Д.А., Филареева И.Д., Макарова Д.Г. // Вестник Поволжского гос. тех. ун-та, 2018. - с. 67-75

УДК 621.382:612.08

Широкова Ксения Николаевна

направление «Управление и информатика в технических системах»
(бакалавриат), гр. УИТС-41

Научный руководитель **Алиев Марат Туфикович,**

канд.техн.наук, доцент каф. ПиП ЭВС

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

УСТРОЙСТВО ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОПЕРАТОРА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

В настоящее время одной из ярких особенностей научно-технического прогресса в производственной деятельности является возрастание роли управления автоматизированными системами на основе использования дисплейной технологии [1].

Известно, что профессиональная деятельность за видеодисплейным терминалом оказывает влияние на зрительное и общее утомление человека. Доминирующими факторами зрительного утомления, в первую очередь, являются продолжительность и темп работы, которые обуславливают психоэмоциональное напряжение и усугубляют отрицательное воздействие прочих трудовых факторов.

Исходя из вышеизложенного, компьютеризация современного общества вместе с огромными преимуществами создала и новые проблемы, которые связаны с рядом внешних факторов, негативно воздействующих на функциональное состояние человека [2].

Цель работы: разработать устройство оценки функционального состояния оператора в процессе ввода информации с использованием устройства управления и ввода текста, направленного на выявление зрительного утомления при длительном воздействии нагрузки.

Задачи: провести патентный поиск; разработать модель и устройство оценки функционального состояния оператора.

Структурная модель разрабатываемой системы оценки функционального состояния оператора с учетом внешних факторов нагрузки, проявляющихся в процессе взаимодействия с ЭВМ, представлена на рисунке 1.

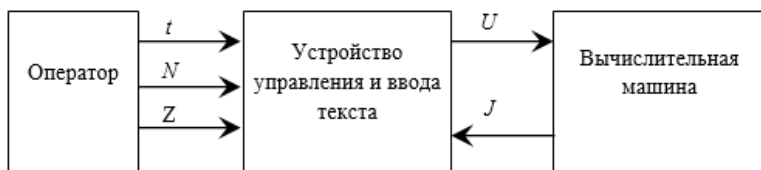


Рис. 1 - Структурная модель системы оценки функционального состояния оператора с учетом внешних факторов

В разрабатываемой системе можно выделить 3 основных объекта, участвующих во взаимодействии системы оценки функционального состояния оператора:

- оператор, осуществляющий трудовую деятельность;
- устройство управления и ввода текста, которое служит для конвертации и передачи воздействия со стороны оператора на машину;
- вычислительная машина, посредством которой осуществляется трудовая деятельность оператора.

Между этими объектами формируются связи, характеризующие влияние одного объекта на другой:

Z - количество введенных знаков за единицу времени t;

N - количество ошибок, допущенных оператором при вводе текста;

U -данные, получаемые вычислительной машиной от устройства управления и ввода текста;

J-управляющие сигналы, передающиеся от вычислительной машины на устройство управления и ввода текста.

В ходе выполнения операторской деятельности внешними факторами являются коэффициент правильности ввода текста и производительность трудовой деятельности.

Для оценки деятельности оператора определяют коэффициент правильности ввода текста K по формуле (1):

$$K = \frac{\left(\frac{Z \cdot X}{Y} - N\right)}{\frac{Z \cdot X}{Y}}, \quad (1)$$

где X - допустимое количество ошибок, Y - количество введенного текста.

Производительность трудовой деятельности оператора A вычисляется согласно формуле (2):

$$A = \frac{Z}{t}, \quad (2)$$

где t – время работы оператора.

Для характеристики функционального состояния оператора разработано устройство оценки ошибок в процессе ввода информации с использованием устройства управления и ввода текста. На рисунке 2 представлена структурная схема устройства оценки функционального состояния оператора в процессе выполнения трудовой деятельности.



Рис. 2 - Структурная схема устройства оценки функционального состояния оператора

Разработанное устройство обеспечивает по предложенной модели оценку таких параметров как: количество введенных знаков за единицу времени; количество ошибок, допущенных оператором при вводе текста; данные, получаемые вычислительной машиной от устройства управления и ввода текста; управляющие сигналы, передающиеся от вычислительной машины на устройство управления и ввода текста; согласование координатного устройства для управления курсором; вычисление коэффициента правильности ввода текста, а также производительности и темпа выполнения трудовой деятельности.

При подключении устройства к интерфейсу ЭВМ, вычислительное устройство инициализируется, определяет тип устройства управления и ввода текста, а также координатное устройство для управления курсором.

При успешной инициализации устройство оценки функционального состояния оператора выдает запрос на ввод начальных данных - установка допустимого количества ошибок X на количество текста Y , а также интервал вычисления производительности трудовой деятельности оператора.

Вычислительное устройство отслеживает ввод данных, поступающих с блока декодирования символьной информации. В процессе трудовой деятельности оператор вводит текст и использует координатное устройство для управления курсором, предпринимает попытки исправления путем нажатия клавиш delete или backspace. При обнаружении кода ошибки, соответствующего клавишам исправления, проводятся соответствующие вычисления, и по их результатам формируется решение о состоянии оператора, о котором он информируется посредством сообщений на дисплее и звуковых уведомлений.

Вывод.

Разработаны модель и устройство оценки функционального состояния оператора ЭВМ, позволяющие выполнять измерения в ходе выполнения трудовой деятельности без отрыва оператора от работы в фоновом режиме и установить регламентированные перерывы.

Список литературы

1. Зайцева Н.В., Власова Е.М., Малютина Н.Н. Особенности психологического статуса работающих с компьютерной техникой // Медицина труда и промышленная экология. 2011. № 1. С.14-18.
2. Хасанова Н.Н., Трохимчук Л.Ф., Филимонова Т.А. Особенности функционального состояния организма студентов в условиях работы на

компьютерах // Вестник Адыгейского государственного университета. Сер. Естественно-математические и технические науки. 2012. Вып. 1 (98). С. 64-70.

УДК 615.477.22

Широкова Ксения Николаевна

направление «Управление и информатика в технических системах»
(бакалавриат), гр. УИТС-41

Научные руководители **Кудрявцев Игорь Аркадьевич**,
начальник СКБ ПГТУ

Бусыгин Георгий Валентинович, ст. преподаватель каф. ПиП ЭВС
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»
г. Йошкар-Ола*

РОБОТИЗИРОВАННЫЙ ДЕТСКИЙ ЭКЗОСКЕЛЕТ С ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИЕЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ (ФЭС)

Люди с ограниченными возможностями движения часто оказываются в своем замкнутом мире из-за невозможности передвигаться. Особенно остро данная проблема возникает у детей, поскольку посредством движений ребенок уже с самого раннего возраста начинает познавать окружающий его мир, взаимодействует с ним, выражает свое отношение к нему.

Исходя из данной проблемы, возникла потребность в создании проекта роботизированных детских экзоскелетов. Данный проект относится к медицинской технике, в частности, техническим средствам реабилитации инвалидов и может быть использован для расширения диапазона желаемых траекторий движения экзоскелета, предназначенного преимущественно для детей с нарушением функций опорно-двигательного аппарата.

Цель работы: расширение диапазона движений пользователей экзоскелета, повышающего эффективность процесса реабилитации, совместно с использованием датчиков ФЭС.

Задачи: провести патентный поиск; изучить основные проблемы детей с ограниченными возможностями передвижения; изучить способы обучения детей ползанию на четвереньках, которыми пользуются на начальных этапах реабилитации больных; оценить эффективность данного способа реабилитации.

В ходе патентно-информационного поиска выявлено немало способов по реабилитации детей, страдающих нарушениями функций опорно-двигательного аппарата.

Наиболее близким к предложенному проекту является способ передвижения больных, реализуемый известной испанской компанией «MarsiBionics». Принятый в качестве прототипа экзоскелет предполагает принудительное передвижение пользователя с нарушением функций опорно-двигательного аппарата по горизонтальной поверхности за счет экзоскелета нижних конечностей с опорой на стопы, при этом стопы снабжены датчиками реакции опоры, интегрированными в контроллерах экзоскелета, по заранее предопределенному алгоритму [2].

Недостатком данного способа следует считать утомительное однообразие траекторий движений пользователя, что снижает эффективность реабилитации пользователя, поскольку детей всегда привлекает разнообразие возможных движений.

Сущность предлагаемого проекта заключается в том, что при необходимости пользователь может перераспределить опору на колени и ладони рук, снабженные опорными элементами и датчиками реакции опоры, интегрированными в контроллер экзоскелета и двигаться в соответствии с заранее предопределенным алгоритмом ползания на четвереньках, а управление движением осуществляется через пульт управления ассистентом. Совместно с детским экзоскелетом предлагается использовать ФЭС.

ФЭС - метод лечебного воздействия импульсными токами, включая прерывистый ток, с целью возбуждения или усиления деятельности определенных органов или систем [1].

Блок ФЭС соединен беспроводной связью с центральным контроллером и служит для формирования импульсов функциональной стимуляции, воздействующих на мышцы пациента через накладные электроды.

Четырехопорное передвижение пользователя в экзоскелете указано на рисунке 1.

Способ четырехопорного передвижения осуществляется с помощью экзоскелета 1, представляющего собой охватывающий пользователя 2 шарнирный каркас, и осуществляющего принудительное передвижение за счет бедренных и коленных приводов 3 и 4 соответственно. Экзоскелет содержит также стопы 5, снабженные датчиками реакции опоры 6. При этом на руках и коленях пользователя 2 надеты опорные элементы 7 и 8 с датчиками реакции опоры 9 и 10 соответственно.

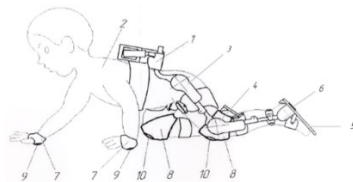


Рис. 1 – Четырехопорное передвижение пользователя в экзоскелете

Способ четырехопорного передвижения детского экзоскелета реализуется следующим образом. При четырехопорном передвижении с опорой на колени и руки пользователя 2 датчики реакции опоры 9 и 10 фиксируют положение конечностей пользователя 2 относительно опорной поверхности, что обеспечивает возможность синхронизации работы бедренных и коленных приводов 3 и 4 с моментами устойчивого положения на конечностях.

Выводы

Предложенный способ позволяет повысить безопасность и комфортность пользователя при четырехопорном передвижении и, как следствие, расширить функциональные возможности и повысить реабилитационный эффект применения экзоскелета.

Список литературы

1. Автор перевода Горшков Б.Л., редактор перевода Силантьев В.И. Методы практического конструирования при нормировании сигналов с датчиков. Поматериаламсеминара« Practical design techniques for sensor signal conditioning». – Санкт – Петербург. – 2016. - 251 с.
2. Merodio D.S., Cestari Soto M.J., Armada E.G., De Hijes X.C., Exoskeleton for assisting human movement. Patent US,no. US 2017 / 0340504 A1, Nov. 30, 2017.

УДК 681.7.068

Ядыков Александр Сергеевич

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

Научный руководитель Чернышев Александр Юрьевич

канд.техн.наук, доцент кафедры радиотехники и связи
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ GPONи EPON

Технология EPON основана на технологии IEEE 802.3 Ethernet, модифицированной с целью поддержки соединения «точка-

многоточка». Транспортировка трафика Ethernet осуществляется по умолчанию, все функции Ethernet полностью поддерживаются. GPON, с другой стороны, является протоколом транспортного уровня, в котором услуги Ethernet адаптированы к интерфейсам OLT и ONT Ethernet и осуществляются на структуре независимого синхронного кадра из конца в конец.

Уровень сходимости передачи GPON (GTC) отвечает за преобразование интерфейсов отдельных сервисов (например, Ethernet) в общую, независимую от услуги структуру.

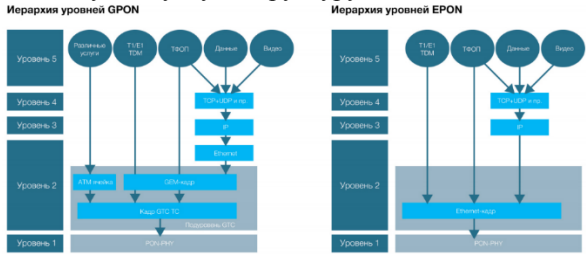


Рис. 1 - Сравнение протоколов GPON и EPON

Ethernet-кадры инкапсулируются в кадры GEM (GTC Incapsulationmethod), которые имеют GFP-подобный формат (Generic Frame Procedure ITU G.7401). Кадры GEM, в свою очередь, инкапсулируются в SONET/SDH—подобный кадр GTC (как в восходящем, так и в нисходящем направлении), который синхронно передается каждые 125 мс по сети PON.В противоположность этому, EPON переносит Ethernet-кадры на PON без каких-либо изменений или модификаций. Нет необходимости в дополнительной адаптации и инкапсуляции.

Как показано выше, EPON представляет собой архитектуру сетей Ethernet IEEE. Ее управление доступом к среде (MAC) в нисходящем направлении работает аналогично стандарту GbE MAC, В котором осуществляется вещание всех трафиков Ethernet. Оптические разветвители используются для пассивного распределения одного нисходящего сигнала по каждой из конечных точек ONT.Все данные передаются во все блоки ONU, а адрес ONU управляет данными в нисходящем направлении.

Использование в восходящем направлении требует программирования с помощью OLT каждой передачи ONT во избежание возникновения конфликтов. В принципе, каждый ONT получает допуск с указанием времени начала и окончания передачи. В

технологии GPON допуски программируются по T-CONT; а в EPON — по LLID. В случае GPON допуски передаются в заголовке кадра в нисходящем направлении.

В технологии EPON сообщения о допуске отправляются по LLID в виде отдельных клиентских кадров управления MAC (GATE), промежуточных постоянных Ethernet-кадров. В каждом допуске указывается (LLID+Start+Length).

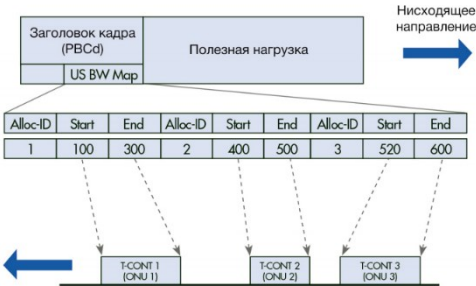


Рис.4 -Управление доступом к среде GPON

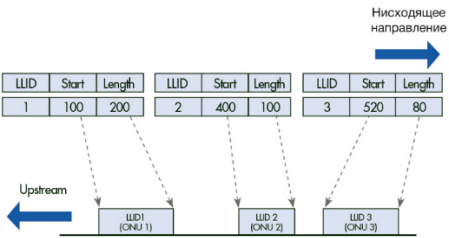


Рис5 -Управление доступом к среде EPON

Как EPON, так и GPON поддерживают кодирование AES-128bit. В GPON обмен ключевыми управляющими сообщениями осуществляется через PLOAM-ячейки. По запросу OLT ONT направляет ключ три раза. При получении OLT переключает бит в заголовок GTC для инициализации переключателя по ключу. В EPON обмен сообщениями управления ключами осуществляется через VLAN управления либо через сообщения OAM IEEE 802.3ah в зависимости от варианта реализации производителя. Наверное, самым значимым заявлением производителей GPON является тот, что данная сеть имеет скорость 2,448 Гб/с в нисходящем направлении и 1,24416 Гб/с в восходящем направлении, тогда как EPON имеет симметрично 1,25 Гб/с (1,0 Гб/с до кодирования 8B/10B). Эффективность необходимо учитывать в обоих

направлениях сети PON. Каждый PON-протокол вводит свою строку в каком-либо из направлений. Общая эффективность сети PON — это функция инкапсуляции протокола и эффективность программирования. В нисходящем направлении строка протокола должна быть незначительной. В восходящем направлении общая строка программирования в EPON составляет от 2,92% до 9,67%. Другими словами, эффективность сети EPON составляет от 90,33% до 97,08% по сравнению с двухточечным соединением GbE. В нисходящем направлении эффективность сети EPON достигает 97,13% — 98,92% от эффективности двухточечного соединения 1 GbE. При этом сеть GPON в режиме GEM может достичь приблизительно 95% эффективности своей используемой полосы пропускания. Следует отметить, что сеть EPON дополнительно может работать в так называемом «турборежиме». В турборежиме скорость передачи данных по сети EPON в нисходящем направлении удваивается до 2,5 Гб/с, таким образом, обеспечивая производительность полосы пропускания, сопоставимую с сетью GPON.

Выводы

Как технология EPON, так и технология GPON признали необходимость дальнейшего развития сети PON, чтобы сделать ее решением гигабитных скоростей передачи данных для транспортировки Ethernet— и IP—трафиков. Варианты их реализации, учитывая использование общей оптической инфраструктуры, очень разные. Технология EPON расширила возможность исходной сети Ethernet с целью поддержки архитектуры PON P2MP, тогда как технология GPON направлена на методы, аналогичные SONET/SDH с GFP—кадрами, что позволяет создать эффективный транспортный механизм сети Ethernet.

Список литературы

1. Никитин А.В., Никульский И.Е., Филипов А.А. Особенности внедрения PON на сети оператора, занимающего существенные рыночные позиции // Вестник связи. – 2019. – №4. – С. 18 – 23
2. Дэвид Бейли, Эдвин Райт. Волоконная оптика: теория и практика\ Пер. с англ. — М.: КУДИЦ-ПИРЕСС, 2008. -320с
5. Дэвид Клири, Ph.D. Fundamentals of Passive Optical Network (PON) – [электронный ресурс] – Режим доступа - URL: <http://www.ftthcouncil.org/> (дата обращения: 15.04.2016)
6. Гладышевский М.А. Сравнение технологии EPON и GPON // LIGHTWAVE Russian edition. – 2015. – №2. – С. 16 – 22.

Ямбаршева Диана Леонидовна

Направление Радиотехника (магистратура), гр. РТм-21

Научный руководитель **Хафизов Ринат Гафиятуллович**,

д-р техн. наук, профессор кафедры радиотехнических и медико-биологических систем

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

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПУПИЛЛОМЕТРИИ МЕТОДАМИ КОНТУРНОГО АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ

В настоящее время пупиллометрия применяется, как диагностический метод, в офтальмологии, невропатологии, наркологии, а также в токсикологии. Данное обследование является эффективным, неинвазивным и безопасным для человека. При этом необходимо в динамическом режиме определять размера зрачка.

Анализ опубликованных работ показал, что существующие подходы более или менее эффективно работают при фронтальном расположении человека к видеокамере. Для устранения неинвариантности к масштабу изображения применяется предварительная обработка изображений, основанная на масштабировании исходных размеров изображения с переходом к стандартной величине по ширине или высоте.

Выводы

В данной работе предложен подход к решению задач пупиллометрии методами контурного анализа изображений [1,2]. Контурный анализ изображений представляет собой совокупность методов и алгоритмов выделения, кодирования и преобразования контуров изображения и распознавания образов. Контур полностью определяет форму изображения и содержит всю информацию, необходимую для распознавания изображений по их форме [1]. На основании этого можно не рассматривать внутренние точки изображения и значительно сократить объем обрабатываемой информации. Это обеспечивает возможность работы системы в режиме реального времени.

Список литературы

1. Хафизов Р.Г., Охотников С.А. Распознавание непрерывных комплекснозначных контуров изображений // Известие вузов. Приборостроение, 2012, т. 55, № 5. С. 3-9.
2. Хафизов, Р.Г. Модели контуров изображений объектов при наличии геометрических искажений / Р.Г. Хафизов, С.А. Охотников, Т.В. Яранцева // Компьютерная оптика. – 2016. – Т. 40, № 3. – С. 415-420.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	3
Абдуллин Д.В. Практически нулевой температурный коэффициент сопротивления гибридного резистора, изготовленного из углеродной нанотрубки и металлического сплава.....	4
Аленбаев А.И. Исследование спектра пропускания пленок оксида цинка.....	7
Архиреев И.А. Принципы построения уз генератора и его испытания на электромагнитную совместимость.....	11
Волков К.А. Эффект Джозефсона: физика и технологии.....	15
Гайфуллин Э.Н. Проведение синтеза термотропных полиарилатов с использованием СВЧ излучения.....	19
Гильфанова А.Ф. Повышение помехозащищенности канала связи с квадратурной амплитудной модуляцией.....	22
Ермилов Р.Р. Формирование проводящих поверхностей на алюмооксидной керамике методом магнетронного распыления.....	25
Ефимов С.Г. Разработка технологии получения тонких пленок оксида титана для нанoeлектронных приборов.....	27
Дождикова Е.И. Статистические особенности графических паролей, используемых для обеспечения безопасности персональных устройств, используемых студентами.....	30
Жураев А.А. угли Технологическая установка магнетронного распыления функциональных тонких пленок меди с двойным шагом винтовой наливки.....	34

Закиров В.Р.

Разработка генератора псевдослучайных последовательностей
с внешним источником энтропии.....37

Заколупина У.Н.

Активная система обеспечения безопасности водителя и пешехода
на нерегулируемых дорожных переходах.....41

Иванов А.Э.

Анализатор загрузки широкополосных ВЧ-каналов.....44

Иванова Л.С.

Разработка конструкции тонкопленочного датчика
влажности почвы.....47

Калинин М.В.

Методы и средства диагностики и измерения устройств
радиосистем передачи информации.....50

Каримов Р.Ф.

Влияние ионоферы на низких и сверхнизких частотах при
радио-интерферометрических наблюдениях.....52

Козырев А.Г.

Получение электрохромных тонкопленочных структур.....55

Конкин Н.А.

Модернизированный аппаратно-программный комплекс
для диагностики пространственно-временной изменчивости
полос когерентности в трансионосферном радиоканале.....58

Крылов Е.С.

Разработка гелиотрекера для повышения КПД солнечных панелей.....61

Кузнецова А.В.

Обзор и сравнительный анализ технологий LPWAN сетей.....64

Курбатова А.С.

Инструменты для разработки сетей мониторинга подстанций.....67

Ландышев Ф.А.

Методы формирования ионосферных карт.....69

Левченко А.А.

Расчет затухания радиосигнала для 10 городов приволжского
федерального округа по модели COST 231- XATA.....72

Максимов М.А.

Анализ широкополосных сигналов для радиолокационных и
связных станций.....74

Мальцева С.А.

Разработка системы слежения за солнцем для применения в
солнечной энергетике.....78

Медведев В.В.

Алгоритм обнаружения и выделения полезного сигнала на
фоне комплекса помех в спектрах сигнала разностной частоты
ЛЧМ
ионозонда.....80

Москвина А.Е.

Проект системы управления роботизированным экзоскелетом
голосовыми командами.....82

Нуриев Ф.Ф.

Разработка устройства контроля степени старения
оливкового масла на основе диэлектрического метода
анализа в СВЧ диапазон.....85

Олехов М.В.

Результаты исследования параметров трехэлементных
вибраторных антенн при расстоянии между активным
вибратором и рефлектором $0,16\lambda$88

Островерхова Е.В.

Способ повышения безопасности пешеходного перехода.....92

Павлова А.А., Павлова О.И.

ПИД регулятор для управления приводом антенны РЛС.....94

Пасова А.Д., Лоскутова В.О.

Разработка автоматизированной системы мониторинга
беспилотных летательных аппаратов с помощью навигационных
систем
GPS/ГЛОНАСС.....98

Петров М.А. Разработка и исследование технологии получения алмазоподобных плёнок.....	100
Потапов А.Г. SIMULINK-моделирование узлов систем управления преобразователями.....	104
Ронинград С.В. Использование дополненной реальности в системах ночного видения.....	109
Румянцева Д.Е. Разработка методики исследования шероховатости.....	112
Сагдиева А.Р. Расчет местоположения антенн на плоской поверхности в задаче обеспечения ЭМС.....	115
Семёнова А.В. Энергосберегающая микропроцессорная система управления электроприводом.....	117
Семёнова А.В. Роботизированный комплекс реабилитации верхних конечностей с дополнительной функцией электростимуляции (ФЭС)	121
Семикин А.Д. Применение мемристоров в качестве нового типа элемента памяти в нанoeлектронике.....	124
Ситдинов Д.Д. Реализация двойной фокусировки ЭМП комбинированной антенной решеткой в зоне ближнего излученного поля.....	128
Смирнов А.Н. Обзор и сравнение существующих методов рефлектометрии.....	132
Стрельников А.А. Роль и возможности имитаторов ионосферных радиоканалов.....	135

Тарасов Р.Б. Разработка аппаратно-программной части гусеничного сервисного робота АМУР-307.....	138
Таратин И.А. Разработка логопедическая программа для развития речи.....	142
Терентьев В.В. Разработка технологии изготовления многослойных конденсаторов...	143
Тихонов А.С. Разработка принципов создания элементов СВЧ техники методами 3D печати.....	147
Тришина Е.В. Исследование влияния времени напыления тонких пленок CUO на их оптические и электрические свойства.....	150
Трушкова О.А. Разработка программы определения полосы частот устойчивой спутниковой связи с учетом геофизического фактора.....	154
Данилова М.А., Федоров Б.А. Исследование режимов получения тонких пленок титана методом магнетронного распыления.....	157
Филаресва И.Д. Электродинамическое моделирование антенны для СВЧ-установки по санитарной обработке древесины.....	160
Чернядьев А.В. Технологии беспроводной передачи данных для комплексных систем безопасности.....	163
Чикляев Н.А. Разработка делителя мощности с использованием одиночного штыря, для диаграммообразующей схемы СВЧ установки по дезинфекции древесины.....	167
Шаронов Д.Е. Поглощающие СВЧ-структуры с неоднородностями.....	170
Шилов Н.С. Оценка погрешностей параметров электромагнитного поля в задачах определения координат в замкнутом пространстве.....	174

Широкова К.Н.	
Устройство оценки функционального состояния оператора вычислительных машин.....	177
Широкова К.Н.	
Роботизированный детский экзоскелет с дополнительной функцией электростимуляции (ФЭС)	181
Ядыков А.С.	
Сравнение технологий GPONи EPON.....	183
Ямбаршева Д.Л.	
Решение задач пупиллометрии методами контурного анализа изображений.....	187

Научное издание

ИНЖЕНЕРНЫЕ КАДРЫ – БУДУЩЕЕ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Материалы V Всероссийской
студенческой конференции

Йошкар-Ола, 5-8 ноября 2019 г.

Часть 3

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ, РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ДЛЯ ПРОРЫВНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Излагается в авторской редакции
Техническая подготовка материалов *А.В. Зувев*

Материалы конференции опубликованы за счет средств гранта Всероссийского конкурса молодежных проектов среди образовательных организаций высшего образования, проводимого Федеральным агентством по делам молодежи (Росмолодежь)

Подписано в печать 02.12.2019. Формат 60×84 ¹/₁₆.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 8,2. Тираж 110 экз. Заказ № 6101.

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