

**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
ПРАВИТЕЛЬСТВО НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
МЕЖВУЗОВСКИЙ ЦЕНТР СОДЕЙСТВИЯ  
НАУЧНОЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
СТУДЕНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ  
НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**МАТЕРИАЛЫ  
54-й МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**МНСК–2016**

**16–20 апреля 2016 г.**

**РАДИОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА, СВЯЗЬ**

Новосибирск  
2016

УДК 656  
ББК 39

Материалы 54-й Международной научной студенческой конференции МНСК-2016: Радиотехника, электроника, связь / Новосиб. гос. техн. ун-т. Новосибирск, 2016. 90 с.

ISBN 978-5-4437-0518-7

Конференция проводится при поддержке Сибирского отделения Российской академии наук, Правительства Новосибирской области, инновационных компаний России и мира, Ассоциации выпускников «СОЮЗ НГУ».

**Научный руководитель секции** – д-р техн. наук, проф. Вострцов А. Г.

**Председатель секции** - д-р техн. наук, проф. Разинкин В.П.

**Ответственный секретарь секции** –  
канд. техн. наук, доцент Соколова Д. О

ISBN 978-5-4437-0518-7

© Новосибирский государственный  
технический университет, 2016

**NOVOSIBIRSK NATIONAL RESEARCH STATE UNIVERSITY  
SIBERIAN BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES  
NOVOSIBIRSK OBLAST GOVERNMENT  
NOVOSIBIRSK STATE TECHNICAL UNIVERISTY  
INTERUNIVERSITY CENTER FOR SUPPORT OF THE  
SCIENTIFIC  
AND INNOVATION ACTIVITIES OF THE STUDENTS  
AND YOUNG SCIENTISTS**

**PROCEEDINGS  
OF THE 54th INTERNATIONAL STUDENTS  
SCIENTIFIC CONFERENCE**

**ISSC-2016**

**April, 16–20, 2016**

**RADIO, ELECTRONICS, TELECOMMUNICATIONS**

**Novosibirsk, Russian Federation  
2016**

Proceedings of the 54<sup>th</sup> International Students Scientific Conference. Radio, electronics, telecommunications / Novosibirsk State Technical University. Novosibirsk, Russian Federation. 2016. 90 pp.

ISBN 978-5-4437-0518-7

The conference is held with the significant support of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk Oblast Government, innovative companies of Russia, NSU Alumni Union.

**Section scientific supervisor** – Dr. Tech., Prof. Vostretsov A.G.

**Section head** – Dr. Tech., Prof. Razinkin V. P.

**Responsible secretary** – Cand. Tech., Assoc. Prof.

# РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

УДК 621.316.549

## **Разработка коммутатора для автоматизированной системы контроля параметров безразъемных разветвителей с трансформаторной связью**

Александров И. И.

Томский государственный университет систем  
управления и радиоэлектроники

В настоящее время в технологии создания спутниковых систем в космической отрасли широко используются проводные информационные магистрали. В их состав входят кабельные сборки, согласующие резисторы, разветвители с трансформаторной и непосредственной связями и др. В соответствии с существующими требованиями к надежности и обеспечению безотказной работы элементы магистралей проходят проверку на соответствие регламентированных параметров по ГОСТ Р 52072-2003.

В связи с тем, что необходимо контролировать такие параметры разветвителей как электрическое сопротивление, сопротивление изоляции и др., то система контроля [1] в целях обеспечения тестирования компонентов включает набор измерительного оборудования. В последнее время всё чаще промежуточные узлы изготавливаются в бескорпусном и безразъемном исполнении. Основной проблемой при контроле параметров таких узлов является надежная коммутация с системой [1]. Для решения этой проблемы ведется разработка коммутатора, содержащего модули управления, коммутации и аналоговой обработки. Разветвитель будет размещаться в специальном отсеке и фиксироваться прижимным механизмом, это даст возможность при однократном подключении объекта проводить весь перечень тестов. В результате разрабатываемая конструкция позволит сократить время тестирования объектов и исключить человеческий фактор и возникающие ошибки.

---

1. Автоматизированная система контроля параметров информационных магистралей и их компонентов для систем управления космических аппаратов / А.Г. Лоцилов, С.П. Караульных, М.А. Лазько и др.// Известия вузов. Физика. – 2012. – № 9/3. – С. 72–78.

Научный руководитель – канд. техн. наук Бомбизов А. А.

## **Применение симплексного кода для улучшения соотношения сигнал шум для стоксовой и антистоксовой компоненты в распределённом температурном оптоволоконном датчике на комбинационном рассеянии**

Алексеевко З. Н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Объектом исследования является распределенный температурный датчик, основанный на комбинационном рассеянии (КР) света в волоконном световоде. Основная сложность при работе с датчиками на основе КР – это малая интенсивность рассеянного света. При этом интенсивность антистоксовой компоненты обратно рассеянного света, содержащей информацию о температуре в волокне, на 30 dB меньше чем интенсивность Рэлеевского рассеяния. Из-за того, что стекло является аморфным веществом, спектральные максимумы, соответствующие колебательным возбуждениям уширены и перекрываются между собой. Кроме вышеперечисленных ограничений существует максимальный уровень мощности зондирующего излучения, ограниченный такими нелинейными эффектами, как вынужденное рассеяние Манделштама-Бриллюэна и вынужденное комбинационное рассеяние света. Для уменьшения шума, применяется многократное усреднение полученных сигналов, что ведёт к инертности системы и не допустимому в промышленной эксплуатации увеличению времени измерения. Другой подход в уменьшении шума заключается в кодировании посылаемого в волоконную линию сигнала с последующим декодированием сигналов отражения. Симплекс-кодирование основано на кодах Адамара, которые относятся к локально декодируемым кодам (коды исправляющие ошибки).

Сравним теоретический выигрыш использований симплекс-кодирования по отношению к обычному усреднению.

$$\frac{\sigma_{averaging}}{\sigma_{simplex}} = \frac{N+1}{2\sqrt{N}} \xrightarrow{N \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{N}}{2}$$

Проведя экспериментальное сравнение, мы получили следующий результат: достигнуто уменьшение количества шума в сигнале в 4,6 раза относительно эквивалентного количества усреднений при длине последовательности в 64 бита и 5000 усреднений каждой последовательности. При этом пространственное разрешение было сохранено на всей длине линии равной 8000 м. Пространственное разрешение равно длительности единичного импульса. В 2016 году разработка будет внедрена в приборы компании Инверсия-Сенсор.

Научный руководитель - д-р техн. наук Стукач О. В.

## **Исследование принципов построения мобильных персональных информационно-измерительных систем для непрерывного мониторинга физиологических параметров человека**

Ашанина А. С.

Новосибирский государственный технический университет

На сегодняшний день весьма актуальна проблема мониторинга физиологического состояния человека вне медицинских учреждений. Однако создание носимых систем для удаленного контроля основных физиологических параметров сопряжено с решением множества технических задач. Это в первую очередь ограничивает число регистрируемых параметров, поскольку расположение датчиков должно обеспечивать достоверность результатов непрерывных измерений в течение продолжительного времени.

Отличительной особенностью исследуемых систем должно стать взаимодействие со смартфоном пациента. Это позволит осуществлять качественную цифровую обработку, анализ и интерпретацию измеренных параметров, хранение и передачу данных.

На основании изучения литературных источников нами выбраны основные измеряемые и оцениваемые параметры, а также способы их регистрации.

В проектировании подобных измерительных систем важную роль играет их структура. Она во многом определяет характеристики системы: предельное число каналов измерения, быстродействие, надежность системы, а также возможные конструктивные реализации.

Поскольку измерительные каналы неоднородны, возможны две реализации системы: с многоканальной структурой и с параллельно-последовательной структурой. Число элементов в системах первой структуры больше, что увеличивает габариты системы, потребляемую энергию и стоимость, однако, такая структура позволяет выполнять одновременное измерение во всех каналах.

Частным случаем многоканальной структуры может стать модульная структура: в этом случае для каждого параметра будет производиться также и цифровая обработка. Это позволит обособить измерительные узлы в отдельные модули, снизить нагрузку на головной процессор, но увеличит стоимость и габариты системы в целом.

Научный руководитель – канд. техн. наук Яковина И. Н.

## **Система управления и регистрации полетных данных беспилотного летательного аппарата**

Василевский Н. И., Черкасова Н. В.

Южно – Уральский государственный университет, филиал в г. Миассе

Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для решения различных научно-технических, народно-хозяйственных и прочих задач становится в настоящее время все более актуальным. В ряде задач требуется управление данными летательными аппаратами в автоматическом или автоматизированном режиме с минимальным вмешательством оператора.

В рамках данной работы решается задача синтеза системы управления для БПЛА класса «самолет» на основе корректируемой инерциальной навигационной системы, построенной на микроэлектромеханических (МЭМС) датчиках среднего класса точности. Архитектура системы управления представляет собой три замкнутых цифровых контура управления по каналам рысканья, тангажа, крена. В качестве чувствительных элементов системы управления выступают малогабаритные микроэлектромеханические акселерометры и микроэлектромеханические гироскопы. Исполнительными органами системы управления являются малогабаритные сервоприводы.

Бортовая цифровая вычислительная машина (БЦВМ) БПЛА построена на базе одноплатного компьютера RaspberryPi 2 и подключенных к нему модулей сопряжения.

Синтез контуров управления проводится в пакете прикладных программ MATLAB/Simulink с возможностью оперативной настройки коэффициентов контуров регулирования.

Сигналы измерительных каналов и управляющие сигналы на исполнительные органы регистрируются в энергонезависимой памяти БЦВМ с целью дальнейшего анализа полета в целом и работы контуров системы управления в частности. Система регистрации также позволяет выполнять запись сигналов дополнительных датчиков и видеосигналов бортовых камер с привязкой к времени и месту полета.

Программное обеспечение визуализации и анализа полетных данных реализовано на языке C++ с использованием библиотеки Qt 5.5 / QtQuick 2.0.

Испытания системы управления выполняются как в условиях реального полета, так и в аэродинамической трубе.

Научный руководитель – Носиков М. В.

## **Анализ возможности управления рыбопроизводным комплексом с использованием нейронных сетей**

Вергун Я. Ю.

Омский государственный технический университет

Россия располагает крупнейшим в мире водным фондом. В условиях критического состояния рыбных запасов, единственным надежным источником увеличения объемов является аквакультура.

**Целью** работы является анализ модели управления существующим рыбопроизводным заводом по воспроизводству ценных видов промысловых рыб в средней Оби в г. Ханты-Мансийск, с использованием нейронных сетей.

Искусственные нейронные сети - это адаптивные системы для обработки и анализа данных, а именно: математическая структура, имитирующая работу человеческого мозга, демонстрирующая способность к неформальному обучению, к обобщению информации, самостоятельному построению прогнозов на основе предъявленных временных рядов. Основным отличием от других методов, является то, что они не нуждаются в заранее известной модели, а строят ее сами на основе предъявляемой информации. Поэтому нейронные сети и генетические алгоритмы вошли в практику там, где нужно решать задачи прогнозирования, классификации, управления.

Нейронные сети наилучшим образом проявляют себя там, где имеется большое количество входных данных с неявными взаимосвязями и закономерностями. В этом случае нейросети помогут автоматически учесть нелинейные зависимости, скрытые в данных. Это особенно важно в системах поддержки принятия решений и системах прогнозирования в установках замкнутого водоснабжения.

Если между входными и выходными данными существует какая-то связь, не обнаруживаемая традиционными корреляционными методами, то нейронная сеть способна автоматически настроиться на нее с заданной точностью. Помимо этого, современные нейронные сети позволяют оценивать сравнительную важность различных видов входной информации, уменьшать ее объем без потери данных, распознавать симптомы приближения критических ситуаций и т.д.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Соломин В. Ю.

## **Метод синтеза широкополосных согласующих устройств с заданной фазовой характеристикой**

Вольхин Д. И.

Новосибирский государственный технический университет

Предлагается метод, позволяющий осуществить синтез широкополосных устройств, согласующих комплексные импедансы источника сигнала и нагрузки и воспроизводящих с необходимой точностью заданную зависимость фазочастотной характеристики в рабочем диапазоне частот.

Синтезируемое устройство представляет собой реактивный четырехполюсник, собственные параметры которого, выраженные в канонической форме Фостера, позволяют оценить сложность структуры цепи и полностью определяют ее рабочие характеристики. Поэтому задача синтеза сводится к определению структур функций собственных параметров минимальной сложности и отысканию значений их вычетов, при которых амплитудно-частотная характеристика в рабочем диапазоне частот максимально близка к единице, а фазочастотная характеристика повторяет заданную зависимость с необходимой точностью.

Сформулированная задача решается в два этапа. На первом этапе адекватно поставленной задаче выбираются структуры функций собственных параметров, и, с помощью аналитических выражений функций идеального согласующего реактивного четырехполюсника, находится начальное приближение. На втором этапе полученное решение улучшается численными методами оптимизации.

Задача оптимизации формулируется как минимизация максимальных отклонений амплитудно-частотной характеристики от единицы и фазочастотной характеристики от заданной зависимости с учетом ограничений физической и схемной реализуемости, которые накладываются на значения вычетов.

В работе предложены автоматизированные процедуры для решения сформулированной задачи синтеза на каждом этапе.

Предложенный метод позволяет существенно расширить круг решаемых задач, находить новые технические решения и достаточно просто и оперативно учитывать ограничения на физическую и схемную реализуемость.

Эффективность работы метода подтверждена результатами синтеза согласующего устройства с заданной фазовой характеристикой в сосредоточенном элементном базисе.

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Девятков Г. Н.

## Анализ существующих алгоритмов поиска путей в лабиринте

Воробьев А. С.

Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А. Н. Туполева – КАИ

Проход робота по лабиринту является одной из классических задач для всякого рода состязаний по робототехнике. Задача сама по себе интересна, тем, что ее базовый алгоритм достаточно прост. Но в тоже время он предоставляет большой простор как для усложнения поведения робота для выхода из сложных лабиринтов, так и, наоборот, для оптимизации поведения робота, для обхода лабиринтов специфичных видов.

Была поставлена задача разработать робота на основе ПЛИС SmartFusion2 компании Microsemi, способного передвигаться по лабиринту с использованием инфракрасных и ультразвукового дальномеров, инкодеров, системы GPS.

Одним из основных этапов выполнения данной задачи – является выбор алгоритма, по которому будет осуществляться движение робота. На данный момент приведено множество алгоритмов по прохождению лабиринтов, однако самыми популярными являются три: правило «правой (левой) руки», метод Люка-Тремо, метод Ойстина Оре.

Правило «правой (левой) руки» основывается на нахождении опорной стены, вдоль которой осуществляется движение к цели. Данный метод является самым быстрым, однако робот может попасть в «ловушку», если лабиринт многосвязный.

Метод Люка-Тремо подразумевает создание меток, по которым мы сможем ориентироваться в лабиринте. Данный метод медленнее предыдущего, однако пропадает опасность попадания в «ловушку». Так же данный метод позволяет получить правильный путь для выхода из лабиринта.

Метод Ойстина Оре подразумевает создание меток в каждом направлении от начальной точки, при этом, при достижении перекрестка, новые пути отмечаются двойной меткой и так далее. Данный метод позволяет подробно изучить лабиринт, однако слишком долгов.

Так как в поставленной задаче не указано является ли лабиринт односвязным, выберем особую тактику: основная программа будет основана на методе «правой (левой) руки», что является оптимальным решением точки скорости, но в случае попадания в пройденную точку зададим включение подпрограммы по методу Люка-Тремо.

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент Денисов Е. С.

## **Программное обеспечение для системы технического зрения**

Воробьев А. С.

Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А. Н. Туполева – КАИ

При модернизации современных технических предприятий внедряются технологии автоматизации. В КНИТУ-КАИ на кафедре радиоэлектроники и информационно-измерительной техники разработан макет системы технического зрения (СТЗ) с применением оборудования CVS-1454 фирмы National Instruments. Он позволяет производить измерения линейных размеров деталей оптическим методом на основе изображения, получаемого посредством видеокамеры.

Алгоритм работы СТЗ заключается в следующем: при запуске программного обеспечения пользователем задаются требуемые параметры искомого объекта. Далее происходит включение периферийных устройств. С видеокамеры передается изображение на компьютер, происходит его обработка. После этого происходит определение размеров и формы объекта.

Программное обеспечение разрабатывается в программной среде LabVIEW, с использованием программы Vision Builder, на основе алгоритма. На лицевой панели указывается название макета. Выводится изображение с видеокамеры. Так же размещаются индикаторы работы периферийных устройств и индикаторы основных подпунктов алгоритма. Указываются полученные размеры исследуемого объекта. Выключение программы происходит посредством нажатия пользователем клавиши «stop».

Параметры исследуемых объектов задаются в функциях обнаружения объекта и определения размеров. Это минимальные и максимальные размеры объекта, отклонение полученных значений от требуемых, количество исследуемых объектов, область поиска объекта. Так же производится калибровка, с внесением требуемой размерности.

На данный момент ведется разработка нового программного обеспечения к данному стенду на основе самообучающихся нейронных сетей.

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент Кирсанов А. Ю.

## **Магнитные поля ферромагнитных протяженных объектов**

Воронова Е. Н.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

Безопасность движения подвижного состава на железных дорогах РФ напрямую зависит от бесперебойной работы систем центральной блокировки. Намагниченность рельсовых цепей может отрицательно влиять на СЦБ поездов в процессе эксплуатации. В настоящее время для уменьшения намагниченности на железнодорожном транспорте применяются специализированные размагничивающие устройства. Эти устройства могут работать при скорости движения до 5 км/ч, что не согласуется с графиком движения поездов. Именно поэтому актуальным является исследование способов скоростного размагничивания рельсов на железных дорогах.

Целью исследований является изучение закономерностей формирования магнитного поля и процессов намагничивания и размагничивания протяженных стальных объектов с помощью продольного тока и соленоида.

Экспериментально установлено, что в процессе пропускания продольного тока через стальной стержень происходит его продольное намагничивание. В соленоиде МД-12 ПШ зона намагниченности для нормального поля составляет 200 мм, а тангенциального – 400 мм. При неподвижном положении относительно намагничивающего устройства невозможно равномерно намагнитить протяженный объект по всей длине.

Дальнейшая работа связана с разработкой способов размагничивания протяженного объекта с помощью поля обратной полярности и переменного поля с убывающей амплитудой.

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент Бехер С. А.

## **Разработка температурного модуля квазиоптического спектрометра для исследования электрофизических свойств материалов**

Выговский В. Ю., Бердюгин А. И.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

На сегодняшний день терагерцовый диапазон частот является перспективным для исследований, но в тоже время слабо освоенным. Исследования материалов различной природы в терагерцовом диапазоне частот позволяет получить новые знания об их электрофизических свойствах. Значительное влияние на параметры материалов оказывает температура образца, поддержание которой в строго заданных пределах является сложной трудоемкой задачей. Поэтому необходимо решить одну из главных технических задач - безынерционное регулирование температуры исследуемого образца в квазиоптическом тракте терагерцового спектрометра. Температурное воздействие на образец материала осуществляется с помощью керамических нагревателей, размещенных вокруг диафрагмы, на которую крепится образец. В качестве программно-аппаратной части были использованы следующие устройства: платформа Arduino Uno, датчик температуры DS18B20, выполняющий роль обратной связи, LCD-дисплей и матричная клавиатура в качестве устройств ввода-вывода и источник питания. На языке C++ была написана программа, позволяющая выполнять безынерционный нагрев образца и поддерживать температуру в заданных пределах. Алгоритм программы заключается в следующем: задание необходимой температуры образца; расчет скорости нагрева для уменьшения инерции; нагрев образца при постоянном контроле температуры; отображения данных на дисплее. Важно отметить, что при приближении температуры образца к заданной производится периодическая корректировка нагрева. В программе организован интерфейс с подсказками для простоты и удобства управления устройством безынерционного нагрева образца.

Апробация рабочего лабораторного макета температурного модуля была произведена в составе интерферометра Маха-Цандера в центре коллективного пользования "Центр радиофизических измерений, диагностики и исследования параметров природных и искусственных материалов" Национального исследовательского Томского государственного университета.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук Бадьин А. В.

## **Источник бесперебойного питания для низковольтного медицинского оборудования.**

Гребенчук В. Е.

Новосибирский государственный технический университет

Современное диагностическое, терапевтическое, лабораторное оборудование позволяет достичь больших успехов в лечении и профилактике различных заболеваний и, зачастую, является решающим фактором при решении экспертных вопросов.

Медицинское оборудование – это, прежде всего, высокая ответственность за здоровье и жизни людей. Поэтому к его источнику питания уделяют особое внимание, так как отказ оборудования во время его работы может привести к серьезным последствиям.

Определение параметров и выбор источника питания для медицинских приборов является специфической задачей, к которой необходимо подходить с осторожностью. Сейчас, когда основные медицинские стандарты безопасности и окружающей среды претерпевают существенные изменения, это особенно дает о себе знать в различных направлениях медицинской промышленности.

Цель нашей работы – разработка источника бесперебойного питания для низковольтного медицинского оборудования. Данный прибор имеет ряд преимуществ над уже существующими устройствами, объединяя в себе оптимальную конструкцию, низкую стоимость, мощность и безопасность в использовании.

В данной работе рассчитаны силовые элементы устройства, разработана принципиальная схема прибора в среде TINA-TI, спроектирована печатная плата в программе DipTrace и собран действующий прототип. Источник питания соответствует современным требованиям стандартов безопасности, имеет высокую прочность, мощность, набор универсальных коммутационных разъёмов для подключения, а его стоимость в разы ниже стоимости зарубежных аналогов.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Павлов А. В.

### **Умножитель частоты**

Данилов Д. С.

Томский государственный университет систем управления и радиотехники

Для формирования сигналов диапазона СВЧ применяется целый ряд способов. Одним из них является использование высокостабильного перестраиваемого генератора небольшого диапазона частот совместно с рядом умножителей частоты для расширения полосы рабочих частот. Как следует из названия, умножители частоты обеспечивают кратное преобразование (умножение) частоты входного сигнала.

В данном докладе представлено исследование пассивных удвоителей частоты. Был спроектирован балансный умножитель частоты, состоящий из двух широкополосных симметрирующих трансформаторов на основе мостов Маршанда и диодного кольца между ними. Топология была выполнена в монолитно-интегральном исполнении (МИС) на подложке из арсенид галлия (GaAs). В качестве нелинейных элементов использовались диоды Шоттки производства АО НПФ «Микран» При проектировании к удвоителю предъявлялись следующие требования:

- Полоса рабочих частот на входе 13-25 ГГц;
- Полоса рабочих частот на выходе 26-50 ГГц;
- Коэффициент преобразования не менее -15 дБ;
- Возвратные потери по входу не более минус 5 дБ;
- Подавление 1-й и 3-й гармоники 40 дБ.

В докладе представлены результаты электро-магнитного анализа топологии удвоителя, а также результаты расчета коэффициента преобразования и подавления основной и высших гармоник на выходе удвоителя. Все расчеты спроектированной топологии велись в САПР Advanced Design System (ADS).

Отличительной особенностью представленного удвоителя является высокий уровень подавления 1-й и 3-й гармоники сигнала на выходе.

Так же в докладе представлена таблица сравнения полученного умножителя частот и зарубежного аналога НМС331. По представленным данным можно увидеть, что спроектированный умножитель частоты превосходит зарубежный аналог, по ряду характеристик.

Научный руководитель – Дроздов А. В.

## **Разработка структуры единого информационного пространства предприятия-разработчика систем на кристалле**

Дрозд О. В.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

В настоящее время одним из важнейших требований, выдвигаемых к производителям микроэлектронных систем в современных условиях, является интеграция всех этапов жизненного цикла (ЖЦ) производства изделий и организация единого информационного пространства. Создание такой среды будет способствовать повышению эффективности, качества процесса проектирования и производства электронных изделий класса «Система на кристалле» за счет интеграции всех этапов ЖЦ изделий.

Поставленная задача заключается в разработке структуры системы управления данными (СУД), являющейся ключевым элементом единой информационной среды (ЕИС), отвечающей требованиям производства сверхбольших интегральных схем класса «система на кристалле» (СБИС СнК).

Для каждого документа, формируемого на этапе проектирования СБИС СнК в СУД выделяются следующие стадии его ЖЦ: новый, в разработке, готов к передаче, неактивный.

Документы, передаваемые на последующие этапы ЖЦ и непосредственно на производство, можно подразделить на два больших класса: информационная модель изделия (RTL-описание, список соединений) и конструкторская документация (отчеты и спецификации разного рода).

Собственно СУД имеет иерархическую структуру, на верхнем уровне которой находится разрабатываемая СБИС СнК, на нижних уровнях – документы, полученные в ходе процесса проектирования отдельных сложнофункциональных блоков и документы, полученные в ходе процесса проектирования собственно СБИС СнК.

В ходе решения поставленной задачи были проанализированы ключевые этапы проектирования и подготовки к производству СБИС СнК, сформированы требования к составу и содержанию документов, входящих в информационное обеспечение ЕИП обеспечения проектного цикла СБИС СнК. Предложена иерархическая структура системы управления данными ЕИП. Результаты исследования могут быть использованы при организации единого информационного пространства на предприятиях-разработчиках СБИС СнК.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Капулин Д. В.

**Вариации импульсной составляющей грозových радишумов по  
наблюдениям в Якутске  
в течении цикла солнечной активности 2001-2015 годов**

Дуюкова Н. С., Пинигина И. Я.

Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова,  
г. Якутск

Пороговый уровень поля, принимаемого антенной 1,75 мВ/м. Дальность регистрируемых атмосфериков – радиоимпульсов грозových разрядов до 10000 км. Уровень шумовой составляющей 1 мВ/м. В суточном ходе импульсов выделяются три экстремума: 3-7 УТ – минимум в суточном ходе обусловленный утренним временем в окрестности точки регистрации, при минимальной активности грозových очагов, входящих в зону регистрации, и максимальным затуханием на трассе распространения; 8-12 – максимум в летнее время, обусловленный максимумом вклада местной грозовой активности при максимальном затухании сигналов при их распространении; 15-19 – максимум, наблюдаемый зимой и второй летний максимум, обусловленный ночным временем в окрестности точки регистрации, максимумом вклада гроз предгорий Кавказа, Европейской территории России при минимальном затухании на трассе распространения. Вариация для суточного максимума в ~17 ч между летними и зимними месяцами составляет 2,3, в ~9 ч – 260, что определяется вкладом местной грозовой активности летом.

Сравнение вариаций ОНЧ сигналов радиостанций, зарегистрированных в 2009-2014 гг., с вариациями потока атмосфериков показало, что с учетом вклада распространения, отношение между количеством атмосфериков, принятых в минимуме солнечной активности 2009 г и максимуме 2013 г противофазно и составляет 159%. Изменение функции прохождения не может полностью объяснить величину наблюдаемой нами 11 летней вариации количества регистрируемых атмосфериков. Общая интенсивность гроз по нашим данным на Северо-Востоке Азии с 2009 по 2015 гг. нарастает, что также не объясняет наблюдаемую нами вариацию. С 2009 по 2015 гг. наблюдается уменьшение интенсивности локального максимума гроз западнее Новосибирска, что объясняет наблюдаемую нами летнюю вариацию количества регистрируемых атмосфериков в Якутске. Наблюдаемая вариация объясняется, в основном, перераспределением активности (смещением) грозových очагов в одиннадцатилетнем цикле.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Козлов В. И.

## **Получение эталона амплитудного распределения ФАР на основе данных, измеренных коммутационным методом**

Есин А. А.

Новосибирский государственный технический университет

Фазированные антенные решетки (ФАР) являются одним из наиболее перспективных типов антенных устройств. Это связано с возможностями быстрого изменения направления луча ФАР, формирования специальных диаграмм направленности (ДН), совмещения в одной антенне функций, для выполнения которых требуется несколько типов других антенн.

Объектом исследования является эквидистантная ФАР с пространственным питанием, осуществляющимся с помощью рупорных антенн.

Активные элементы ФАР нестабильны и имеют разброс коэффициента передачи. По этой причине необходимо наличие системы контроля и подстройки амплитудного распределения ФАР. Для осуществления подстройки требуется эталон амплитудного распределения ФАР.

Целью исследования было создание эталона амплитудного распределения ФАР. Первичной задачей является обработка экспериментальных данных, полученных коммутационным методом. Решением задачи является применение алгоритма сглаживания группы откликов от одного элемента ФАР по методу наименьших квадратов. Обработанные таким образом данные были усреднены по серии экспериментов и аппроксимированы с помощью полинома шестой степени.

Обработка данных производилась в среде MathCAD. Результатом исследования является метод обработки экспериментальных данных амплитудных распределений ФАР, позволяющий получить усредненное по серии экспериментов и аппроксимирование амплитудное распределение.

Выбранный алгоритм сглаживания позволил получить данные с минимальным отклонением от экспериментальных значений, а также ввести критерий их состоятельности. Полиномиальная аппроксимация позволила восстановить значения амплитудного распределения для точек, соответствующих дефектным элементам ФАР.

Сравнение усредненных данных, полученных коммутационным методом, и аппроксимированных показывает, что среднеквадратичная ошибка составляет 0.472 дБ, максимальная ошибка 6.52 дБ, минимальная ошибка 0.033дБ.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Степанов М. А.

## **Разработка и создание интерфейса передачи данных для микроволновой радиометрической системы с высокой электромагнитной совместимостью**

Жук Г. Г., Алексеев Е. В., Анишин М. Н., Газитов С. Р., Тарасов С. Е.,  
Уткин Б. В.

Томский государственный университет систем управления и  
радиоэлектроники

Методами микроволновой радиометрии успешно решаются задачи прогнозирования изменений климата, движения биомасс Мирового океана, исследования параметров атмосферы, влажности почвы, и т.д. Исследуемые при этом шумовые сигналы тепловой природы обладают низкой (порядка  $10E-21$  Вт/Гц) интенсивностью. Поэтому применение систем микроволновой радиометрии нецелесообразно без решения ряда задач электромагнитной совместимости. Одной из таких задач является реализация интерфейса передачи данных от измерительной высокочастотной части системы, располагаемой в непосредственной близости от антенны, к обрабатывающей ЭВМ, находящейся, как правило, на значительном (до нескольких километров) удалении. Ключевые требования к реализации интерфейса заключаются в минимизации побочного электромагнитного излучения в рабочей полосе частот радиометрической системы и пропускная способность не менее 1 Мбит/с.

Ранее нашим коллективом исследованы характеристики проводных интерфейсов USB, RS-232 – "Токовая петля", Ethernet и т.д.. Из-за малой дальности, низкой скорости передачи данных и технической сложности реализации использование этих интерфейсов не эффективно. В результате анализа принято решение, об использовании интерфейса RS-485 и его интеграции в блоки микроволновой радиометрические системы. Практическая реализация RS-485 заключается в следующем. Управляющий микроконтроллер радиометрической системы передает результаты измерений по последовательной шине на 3-канальный цифровой изолятор ADuM1301, предназначенный для гальванической развязки от физического уровня RS-485. Физический уровень интерфейса реализован на драйверах ADM485. На обрабатывающей ЭВМ интерфейс подключается к последовательному порту при помощи созданного преобразователя на базе микросхемы FT232.

В настоящее время проводятся испытания изготовленных макетов физического уровня RS-485 на электромагнитную совместимость, максимальную дальность и скорость передачи данных с заданной вероятностью ошибки.

Научные руководители – канд. техн. наук, доцент Убайчин А. В.,  
д-р техн. наук, проф. Филатов А. В.

## **Система измерения и компенсации малых магнитных полей в ускорителе ЛИУ-20**

Журавлёв А. А.

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск  
Новосибирский государственный университет

В ИЯФ СО РАН ведутся работы над созданием комплекса для импульсной рентгенографии на основе ЛИУ с энергией электронного пучка 20 МэВ. Данный комплекс оснащен сложной системой отклонения пучка заряженных частиц. В системе отклонения пучка прямолинейные участки подвержены влиянию остаточных и наведенных магнитных полей. Траектория пучка в таком пролетном участке неустойчива, поэтому даже незначительное отклонение магнитного поля может привести к потере пучка.

Целью данной работы является построение многоканальной системы для измерения и компенсации остаточных магнитных полей, находящихся на уровне  $\sim 0,1$  Гс.

В работе описаны теоретические особенности конструирования активного датчика малых магнитных полей, теория получения сигнала с данного датчика, практическая реализация схемы измерения, структура многоканальной системы измерений, а также опытный образец платы.

Научный руководитель – Павленко А. В.

## **Анализ возможности применения волоконных световодов на космических аппаратах**

Заичко К. В.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

Перспективы применения оптического волокна (ОВ) в волоконно оптических системах передачи информации (ВОСПИ) и устройствах, работающих в условиях повышенной радиации, вызвали интенсивные исследования радиационно-оптических явлений в кварцевых ОВ, поскольку под действием ионизирующего излучения эти ОВ теряют свои свойства. На ОВ влияют тип и спектр ионизирующего излучения ( $\gamma$ ,  $n$ ,  $e^-$ , рентгеновское, ультрафиолетовое), а также повышенные и пониженные температуры.

Целью данной работы является определение оптимального состава волоконного световода для применения в космическом пространстве.

По данным исследования [1] основную роль в снижении качества передачи информации по ОВ в условиях космического пространства играют радиационные эффекты за счет воздействия на элементы ОВ протонов космических лучей и электронов, входящих в состав корпускулярного излучения Солнца и захваченных магнитным полем Земли. Помимо радиационных эффектов потери при передаче по ОВ в космическом пространстве вносят повышенные и пониженные температуры[2].

Повышение радиационной стойкости световода можно достичь путём изменения химического состава легирующих примесей[3].

Таким образом, ОВ содержащее в своем составе атомы германия, хлора или фтора менее всего подвержены влиянию факторов космического пространства, т.е. их применение на космических аппаратах является наиболее целесообразным.

---

1. Перминов С. В. Электромагнитные волны и электронные системы, 2003. – Т. 8. – № 9. – С. 40–44.

2. Дворецкий Д. А., Хопин В. Ф. [и др.] Квант. электрон., 42:9 (2012), 762–769.

3. Ларин Ю. Т. Оптические кабели: методы расчета конструкций. Материалы. Надежность и стойкость к ионизирующему излучению. – М.: Престиж, 2006. – 304 с.

Научный руководитель - Семкин А. О.

## Портативный датчик движения

Захаров А. Ф.

Якутский колледж связи и энергетики им. П. И. Дудкина

**Целью работы** является создание устройства, предназначенного для использования людьми с ограниченным или полностью отсутствующим зрением.

Данное устройство (датчик) позволит определять наличие препятствий, находящихся на пути следования человека.

За основу создаваемого устройства, взята схема автомобильного датчика препятствий, но требуется её изменение для уменьшения напряжения его питания и габаритов источника питания, а также дополнения её функцией зарядки аккумулятора.

Автомобильные датчики работают по различным принципам. После анализа принципов работы всех типов датчиков было принято решение разработать портативный датчик по схеме с LC – контуром. Резонансные емкостные датчики можно эффективно использовать не только в сельских и полевых, но и в городских условиях, избегая при этом размещения датчиков вблизи мощных источников радиосигналов (радиостанции, телецентры и т.п.), иначе у резонансных емкостных устройств будут наблюдаться ложные срабатывания. Устанавливать резонансные датчики можно в том числе и в непосредственной близости от других электронных устройств, благодаря малому уровню излучения радиосигнала и высокой помехоустойчивости, резонансные емкостные конструкции имеют повышенную электромагнитную совместимость с другими устройствами.

Разрабатываемый датчик будет представлять собой устройство, которое работает на звуковых волнах. Это устройство (датчик) предназначено для определения препятствий, находящихся на определенной дистанции от человека (объекта). Датчик будет издавать прерывистый предупреждающий звук, когда расстояние до препятствия сокращается:

- предупреждающий сигнал увеличивает частоту, первые звуки он издает при приближении до 1-2 метров прерывистым сигналом;
- при опасном сближении с препятствием приблизительно до 40 см звуковой сигнал становится непрерывным.

В качестве источника звукового сигнала будет использоваться встроенный динамик, либо подключаемый наушник.

Конструкция корпуса датчика позволит применять его с креплением на одежде или использовать его в качестве «электронной трости».

Научный руководитель - Кондратьев М. Ю.

## **Стенд испытания инерционных навигационных систем и моделирования движения объектов нескольких классов**

Ивченко Н. И., Идиатуллина Ю. В.

Южно-Уральский государственный университет, филиал в г. Миассе

В настоящее время решение задачи определения местоположения подвижных объектов, возможно несколькими способами: автономными навигационными средствами и системами, установленными на подвижном объекте, спутниковыми навигационными системами, системами, основанными на внешних наземных источниках информации (визуальных маяках, базовых станциях сотовой связи).

В зависимости от вида подвижного объекта и сферы применения возможны варианты использования автономных или корректируемых инерциальных навигационных систем (ИНС) разных классов точности. Датчики инерциальной информации (акселерометры, датчики угловой скорости и т.п.), входящие в состав ИНС, являются неидеальными, их погрешности могут быть описаны математическими моделями с разной степенью точности.

Для получения числовых характеристик модели погрешности, датчики и ИНС калибруются с помощью заранее тестовых линейных и вращательных движений.

В данной работе предлагается создание стенда испытания и калибровки ИНС, моделирования движения подвижных объектов на основе: робота-манипулятора с 6 вращательными степенями свободы и радиусом охватываемой полусферы 1300 мм, программного обеспечения (ПО) мониторинга положения и управления манипулятором с возможностью задания траекторий движения точки схвата (места установки калибруемой ИНС) в декартовой или полярной системах координат, ПО сбора и математической обработки данных с калибруемой ИНС.

ПО использует современные методы представления информации об исследуемых объектах, 3D-модели которых реализованы с использованием технологий X3DOM (WebGL). Математический аппарат позволяет проводить калибровку датчиков ИНС, по инерциальной информации вычислять выходные навигационные параметры с учетом моделей погрешностей датчиков ИНС.

Научный руководитель – Носиков М. В.

## **Мощные СВЧ аттенюаторы на планарных пленочных резисторах**

**Каратовский А. Ю.**

**Новосибирский государственный технический университет**

В настоящее время для контроля параметров выходного сигнала радиопередающих устройств различного назначения широко используются измерительные СВЧ аттенюаторы на уровень мощности от десятков Вт до единиц кВт. Такие аттенюаторы должны быть согласованы как по входу, так и по выходу. Существуют различные методы реализации рассматриваемых устройств, но наиболее перспективным направлением является использование планарных пленочных резисторов, выполненных на подложке из бериллиевой керамики. К основным преимуществам пленочной технологии в реализации согласованных СВЧ аттенюаторов относительно коаксиальной и волноводной технологий относятся конструктивная и технологическая простота, малые габариты и существенно меньшая стоимость.

Для имеющихся на данный момент методов расчета и моделирования микрополосковых линий передачи с диссипативными потерями были разработаны новые алгоритмы расчета паразитных реактивных параметров планарных пленочных резисторов. Также были рассмотрены вопросы выбора и обоснования дендритной и многоэлементной структуры построения СВЧ аттенюаторов высокого уровня мощности. В работе проведено обобщение декомпозиционного подхода для описания частотных свойств планарных пленочных резисторов большой мощности. На основе принципа декомпозиции и метода токовых полос разработана электромагнитная модель планарных пленочных резисторов. В рамках данной модели представлена усовершенствованная методика расчета интегральной индуктивности отрезка микрополосковой линии передачи (МПЛ) с большой шириной и со значительными диссипативными потерями. Определено парциальное распределение емкости в поперечном сечении микрополосковой линии передачи.

Полученные теоретические результаты были использованы для создания ряда сверхширокополосных СВЧ аттенюаторов, предназначенных для работы с радиопередающей аппаратурой на уровень мощности до 2 кВт, выпускаемой в ООО «НПП Триада-ТВ».

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Хрусталеv В. А.

## Дисперсия поверхностных прямых и обратных магнитостатических волн в средах с поглощением

Келлер Ю. И.

Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина.

Ферритовые пленки являются одними из немногих сред, в которых могут возбуждаться и распространяться с малыми потерями обратные поверхностные МСВ (ОПМСВ). В работе рассматривалась ферритовая пленка, расположенная в плоскости  $yOz$  так. Считалось, что волна распространяется в плоскости  $yOz$  под нулевым углом к оси  $Oy$ , пленка намагничена до насыщения магнитным полем, приложенным вдоль оси  $Oz$ . Исходя из основных уравнений магнитостатики получено и проиллюстрировано См. Рис. 1 дисперсионное соотношение, связывающее компоненты волнового вектора с частотой.

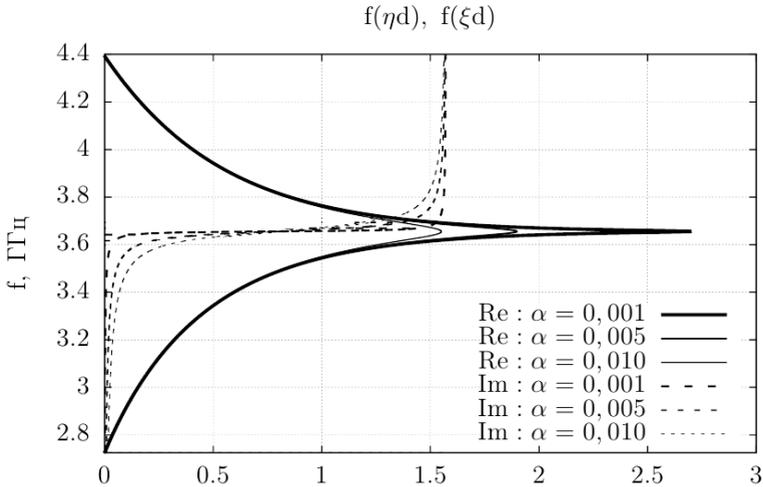


Рис. 1. Дисперсионные кривые.

Из графика См. Рис. 1. видны диапазоны распространения обратных и прямых поверхностных МСВ, соответственно это  $[3,65;4,4]$  ГГц и  $[2,8;3,65]$  ГГц. Из графика  $f(\eta d)$  заметно, что наличие затухания приводит к исчезновению асимптотического приближения кривых к частоте  $f=3,65$  ГГц и появляются резонансные значения, которые наступают тем быстрее, чем выше величина затухания. То есть минимальная длина волны ПМСВ ограничена затуханием. Из  $f(\xi d)$  видно, что все кривые быстро достигают насыщения по частоте, также заметно быстрое затухание ОПМСВ при любых  $\alpha$ .

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Макаров П. А.

## Разработка мультиплексора для NFC-антенны матричного типа

Кобзев В. М.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

В [1] предложено использовать технологию Near Field Communication (NFC) для создания систем хранения материальных ценностей. Изготовлен макет устройства согласования для индукционной NFC-антенны. Выполнено моделирование, произведена настройка и сопоставление расчетных и экспериментальных характеристик.

Организация системы хранения возможна несколькими способами. Наиболее простой случай – организации по принципу цифрового сканирования с объединением NFC-приемопередатчиков по цифровому интерфейсу. Недостатком такого решения является высокая стоимость, так как количество NFC-приемопередатчиков будет равно числу обслуживаемых ячеек.

Поэтому было принято решение исследовать возможность аналогового мультиплексирования сигналов с индукционных NFC-антенн, подключенных матричным образом. Для исследования возможности подключения группы антенн к одному приемопередатчику был изготовлен макет мультиплексора 4-в-1 на базе двух микросхем ADG804YRMZ, позволяющий подключить выходы NFC-приемопередатчика к одной из четырех антенн. Управление работой мультиплексора ведется посредством микроконтроллера по интерфейсу USB.

Проведены экспериментальные исследования разработанного макета. С помощью векторного анализатора цепей ОБЗОР-103 измерены частотные характеристики входного сопротивления NFC-антенн, подключенных через мультиплексор. Среднее номинальное сопротивление антенн на рабочей частоте 13,56 МГц составляет 45 Ом, разброс сопротивления от номинального значения не превышает  $\pm 3$  Ом.

---

1. Кобзев В.М. К вопросу о реализации системы хранения материальных ценностей с использованием стандарта Near Field Communication // Материалы Международной научно-технической конференции «INTERMATIC-2015», 1–5 декабря 2015 г., Москва. / Под ред. академика РАН А.С. Сигова. – М.: МИРЭА, 2015, часть 1. – С. 204-207.

Научный руководитель – канд. техн. наук Лощилов А. Г.

## **Разработка коммутирующего устройства для электроимпедансной томографии головного мозга**

Кобзев В. М.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

На данный момент существуют различные методы обнаружения и диагностики последствий черепно-мозговых травм, среди них: рентгенологическое обследование, магнитно-резонансная томография, люмбальная пункция. Применение этих процедур либо сопряжено с воздействием радиации на организм, либо является дорогостоящим. В связи с этим возникает интерес к использованию неинвазивных и щадящих методов диагностики. Одной из перспективных методик является электроимпедансная томография, которая позволяет производить измерения и визуализировать пространственное распределение электрического импеданса внутри тела человека по результатам электрических измерений. Однако до настоящего времени электроимпедансная томография использовалась для диагностики мягких тканей.

Целью настоящей работы является экспериментальное исследование возможности применения метода электроимпедансной томографии для диагностики черепно-мозговых травм.

Для измерения импеданса исследуемого объекта в диапазоне частот от 100 Гц до 2 МГц используется измеритель Agilent E4980A. Для обеспечения многоканального режима исследования разработан управляемый коммутатор.

Технические характеристики управляемого коммутатора:

- сопротивление открытого канала, не более: 10 Ом;
- количество каналов измерения: 15;
- четырехпроводная схема измерения;
- режим коммутации по принципу «каждый с каждым»;
- интерфейс управления: USB, кнопки и органы управления.

Изготовлен макет управляемого коммутатора, проводятся экспериментальные исследования на модели диагностируемого объекта.

Научный руководитель – канд. техн. наук Лоцилов А. Г.

## Алгоритмическое обеспечение масс-спектрометрических систем

Кожевникова О. Г.

Новосибирский государственный технический университет

Масс-спектрометрия является универсальным, информативным и высокочувствительным аналитическим измерительным методом, позволяющим анализировать химический состав исследуемых объектов. Принципиальное отличие масс-спектрометрии от других аналитических физико-химических методов состоит в том, что оптические, рентгеновские и некоторые другие методы детектируют излучение или поглощение энергии молекулами или атомами, в то время как масс-спектрометрия работает непосредственно с частицами вещества. В настоящее время масс-спектрометрия продолжает стремительно развиваться как в направлении создания новых методов и методик анализа, так и в создании современных приборных комплексов, отвечающих актуальным требованиям технического прогресса.

Для разработки оптимальных методов и алгоритмов обработки масс-спектрометрических данных, позволяющих оперативно и точно оценить параметры масс-спектрометрических сигналов, необходимо решить ряд проблем, связанных с регистрацией шумовых явлений в измерительных трактах, а также вызванных физическими процессами, происходящими при работе масс-спектрометра. Также, помимо прочих проблем, необходимо устранить наложение друг на друга спектральных пиков близких масс, которое возникает из-за недостаточной разрешающей способности прибора. Масс-спектрометрические данные, таким образом, имеют статистический характер, что может быть использовано для получения эффективных алгоритмов их обработки.

На основе изучения особенностей работы соответствующего оборудования, а также достижений в области обработки измерительной информации, была получена обобщенная статистическая модель масс-спектра, которая позволит провести численные испытания разрабатываемых алгоритмов и методик. Для синтеза алгоритмов предлагается применить подходы, развитые в области статистической радиотехники и теории устойчивого обнаружения сигналов, к масс-спектрометрическим данным, что позволит достоверно обнаруживать минимальные объемы веществ, а также оптимально оценивать другие параметры сигналов.

Научный руководитель – канд. техн. наук Радченко С. Е.

## Многоразрядный имитатор модульного конструктора цифрового стенда

Козлов М. А.

Забайкальский государственный университет, г. Чита

Имитатор модульного конструктора цифрового стенда предназначен для моделирования цифровых устройств и включает элементы (Рис. 1):

1. Библиотека модулей: двухбитовый «Модуль генератора нулей и единиц»; «Модуль на элементах 2И-НЕ»; «Модуль на элементах 2ИЛИ-НЕ»; «Модуль на элементе «Сложение mod2»»; «Модуль на элементе «Отрицание сложения mod2»»; «Переходный модуль» для подключения электропитания; двухбитовый «Модуль индикации» двоичной информации.

2. Наборное поле 6x6 с модулем источника питания. Любой модуль из библиотеки можно многократно добавлять в наборное поле или удалять.

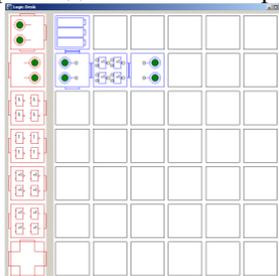


Рис 1. Имитатор модульного конструктора цифрового стенда

Программа имитатора позволяет разрабатывать виртуальные цифровые стенды различной разрядности и выполнять сборку и проверку работоспособности следующих устройств:

1. Арифметические цифровые устройства (сумматоры, компараторы, вычитатели и т.д.).
2. Устройства коммутации (мультиплексоры, демультиплексоры).
3. Преобразователи кодов.
4. Устройства защиты и восстановления информации (использование кодов Хемминга).

Имитационная сборка схем цифровых устройств осуществляется виртуальным последовательным соединением контактов с возможностью удаления лишних связей. Имитатор может быть использован в качестве элемента учебно-методического комплекса дисциплины «Вычислительная техника» и являться дополнением к домашней лаборатории студента и школьника.

Научный руководитель - канд. физ.-мат. наук, доцент Венславский В. Б.

## **Квазиэллиптический фильтр предварительной селекции для систем цифрового эфирного телевидения**

Королёва А. Ю.

Новосибирский государственный технический университет

Главной особенностью систем нового поколения цифрового эфирного телевидения (ЦЭТВ) является использование мультиплексирования с разделением на ортогональные несущие частоты (COFDM) и многопозиционной модуляции QPSK или QAM, что позволяет передавать до 10 программ по стандартному телевизионному каналу с полосой частот 6...8 МГц. Вследствие этого большую актуальность имеет задача подавления побочных спектральных составляющих вне полосы пропускания в ЦЭТВ стандарта DVB-T2, принятого в России в 2010 году. В связи с повышением спектральной эффективности цифровых систем на передающей и приемной стороне требуется увеличение уровня фильтрации в соседнем канале на 10-15 дБ по сравнению с аналоговым телевизионным вещанием. В работе предложена структура активного квазиэллиптического канального фильтра в полураспределенном элементном базисе и с заданными частотами режекции в полосе заграждения.

Предлагаемый канальный фильтр на уровень входной мощности до 100 мВт состоит из квазиэллиптического фильтра и полосового двухконтурного фильтра с комбинированной связью. Для устранения взаимного влияния фильтров друг на друга между ними включен буферный усилитель. За основу квазиэллиптического фильтра взят полосовой фильтр второго порядка с четвертьволновой связью. В качестве резонаторов были применены многомодовые сложные колебательные системы с тремя резонансными частотами. Нули коэффициента передачи фильтра вблизи полосы пропускания устанавливаются на заданные частоты с помощью выбора параметров по предложенной методике. Такой подход позволяет выполнить требования критической маски для спектральной характеристики боковых полос. Предложенное схемотехническое решение для канального телевизионного фильтра было использовано в аппаратуре, производимой в ООО "НПП Триада-ТВ". Разработанные фильтры обеспечивают выполнение требований по электромагнитной совместимости, как в передающих системах цифрового телевидения, так и в телекоммуникационных радиоканалах передачи данных и могут применяться в диапазоне частот от 0,05 ГГц до 2,4 ГГц.

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Разинкин В. П.

## Комплексный анализ пространственных сигналов в слоистой среде

Космина М. В.

Новосибирский государственный технический университет

Актуальность темы состоит в том, что модели, основанные на временных потоках техники связи применимы к пространственным потокам в геофизике. Следовательно, такой же механизм можно заметить и к геофизическим исследованиям. В настоящей работе внимание уделено комплексной обработке сейсмоакустического и геоэлектрического разрезов.

Косвенный характер геофизической информации обуславливает необходимость ее геологического истолкования, или интерпретации. Под интерпретацией понимают процесс преобразования косвенной геофизической информации в прямые геологические понятия и категории, осуществляемый с привлечением всей имеющейся совокупности геолого-геофизических данных о строении и свойствах пород разреза изучаемой территории.

В среде Matlab была разработана модель комплексированных георазрезов на основе смешанных потоков локальных экстремумов. Программа состоит из девяти основных модулей, каждый из которых выполняет определенные операции: первичный анализ данных сейсмического разреза, нахождение потоков локальных экстремумов сейсмического разреза, первичный анализ данных электрического разреза, получение дифференцированного электрического разреза, нахождение потоков локальных экстремумов электрического разреза, комплексирование потоков разрезов, нахождение интенсивностей смешанного потока, построение гистограммы интенсивностей, выделение границы между слоями земной коры

Т.к. геоэлектрический и сейсмический разрез имеет разную природу происхождения, то интенсивность является наиболее информативным параметром. В сейсмическом разрезе границе соответствует перепад интенсивностей, а в геоэлектрическом разрезе – область высокой интенсивности. Чтобы подчеркнуть границу между слоями земной коры было принято решение сформировать смешанный поток. Максимум интенсивности смешанного потока соответствует границе. Гистограмма смешанного разреза имеет наиболее выраженный максимум в области высоких интенсивностей, что позволяет выявлять границу более точно, чем по гистограммам от дельных разрезов.

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент Морозов Ю. В.

## **Алгоритм выделения объектов переднего плана и фона на основе поля движения**

Костенкова А. С.

Новосибирский государственный технический университет

Процедура выделения объекта на фоне применяется для решения многих задач в цифровой обработке изображений. Объект и фон являются понятиями неоднозначными. Если изображение представляет собой 3D сцену, то объектами на изображении будут являться проекции ближайших и небольших объектов, а фоном – далекие или очень большие объекты. Для выделения объекта от фона необходимо однозначно определить, какие пиксели относятся к объекту, а какие к фону. Чаще всего для выделения подвижного объекта используется метод, основанный на построении оптического потока. Оптический поток – это изображение видимого движения объектов, поверхностей или краев сцены, получаемое в результате перемещения наблюдателя (камеры) относительно сцены. Оптический поток характеризуется картой движения пикселей. Так как объекты могут двигаться с различной скоростью, менять направление движения, скорость, то для построения карты движения был выбран объединенный метод глобального и локального способа вычисления оптического потока. Этот метод объединяет два классических метода построения оптического потока: метод Лукаса-Канаде (локальный) и Хорна-Шунка (глобальный). Метод сочетает в себе достоинства классических методов: слабо чувствителен к шуму на изображениях и учитывает плавность изменения движения на изображении, но он достаточно трудоемок для больших изображений.

По результатам экспериментальных исследований объединенный метод глобального и локального вычисления потока позволяет визуально выделять движущиеся объекты. В качестве признака разделения объекта и фона используется различие в скорости и направлении движения. Для разделения применяется метод к-средних. Этот метод кластеризации позволяет выделять заранее заданное количество классов. В настоящее время алгоритм надежно выделяет объект, движущийся в одном направлении с одной скоростью.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, по государственному заданию №2014/138, проект №1176.

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Грузман И. С.

## **Алгоритм расширенной адресации беспроводной сенсорной сети на базе маломощных радиопередатчиков nRF24**

Крюков И. С., Максимкин А. И.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,  
г. Москва

Широкое развитие информационных технологий, беспроводной передачи данных и микрoeлектронных компонентов в последнее десятилетие повлекло за собой развитие и распространение беспроводных сенсорных сетей. При формировании таких сетей устройства распределяются на моты, которые собирают информацию об изучаемом объекте, и шлюзы, которые участвуют в сборе информации с мотов, формировании потока данных, его приема и дальнейшей потоковой передачи. Развитие данной технологии обусловлено снижением стоимости устройств, формирующих между собой сеть, примером чего является приемо-передающий модуль nRF24.

Основными преимуществами этого устройства перед конкурентами на рынке являются стоимость, скорость передачи данных и низкое энергопотребление. Данные радиомодули позволяют связать несколько устройств на одной рабочей частоте посредством использования стандартных регистров адресации, однако это количество ограничено разработчиком до семи, что несколько ограничивает возможности построения сети. В связи с этим был разработан алгоритм построения сети без использования стандартной адресации.

Данный алгоритм позволяет соединить между собой большее количество устройств в сети, в результате чего увеличивается поток передачи данных через шлюзы, но количество самих шлюзов тем самым можно снизить, что является плюсом в построении не только масштабных сетей с большим количеством пользователей, но и небольших.

Беспроводные сенсорные сети в последнее время находят все большее применение в промышленности при контроле состояния объектов и установок, при использовании систем контроля в режиме реального времени, в системах «умный дом» и т.д. Разработка алгоритма формирования масштабной сети выполнялась при финансовой поддержке государственного задания Минобрнауки РФ (проект № 3092).

Научный руководитель – канд. социол. наук, доцент Берестов А. В.

## **Усовершенствованная схема фильтрации оптического сигнала в измерителях температуры**

Кузнецова Е. Ю.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Мониторинг температуры в труднодоступных местах, таких как: трубопроводы, воздушные линии электропередач, вращающиеся механизмы, трансформаторы и т.д. для прогнозирования и обслуживания оборудования является актуальной проблемой в настоящее время. Наиболее перспективным решением этой задачи является применение оптоволоконных систем измерения температуры, обладающих рядом преимуществ перед другими системами.

Физическое воздействие температуры на оптоволокно, локально изменяет характеристики пропускания света и приводят к изменению характеристик сигнала обратного отражения. В основе измерительных систем, основанных на оптоволоконных датчиках, используется сравнение спектров и интенсивностей исходного лазерного излучения и излучения, рассеянного в обратном направлении, после прохождения по оптоволокну.

Интенсивность рассеяния антистоксового диапазона зависит от температуры, в то время как, стоксов диапазон от температуры не зависит. Локальная температура оптического волокна выводится из отношения антистоксовой и стоксовой интенсивностей света.

Выходной сигнал достаточно зашумлен из-за наличия спектральных составляющих и поэтому целесообразно выделить полезную составляющую сигнала, которая характеризует измеряемую температуру в исследуемом объекте. Уменьшить погрешность можно применив цифровую обработку сигнала. Для этого было использовано программное обеспечение National Instruments LabVIEW. Для массива данных, состоящий из откликов, снятых с оптического волокна, было применено прямое преобразование Фурье. Представленный сигнал был конвертирован из временной формы в частотно-временную. В полученном спектре, на определенных частотах имеются дополнительные гармоники, вносящие существенную погрешность в результат измерения. Данные гармоники программно удаляются, для восстановления сигнала применяем обратное быстрое преобразование Фурье.

После цифровой обработки получен сигнал с более высокой точностью измерения и практически не имеющий грубых ошибок.

Преимуществом подобного метода обработки сигнала является его простота и универсальность.

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Стукач О. В.

## **Перспективы построения электрохирургических высокочастотных аппаратов нового поколения**

Кустов И. Н.

Новосибирский государственный технический университет

Электрохирургические аппараты используются почти во всех операционных в мире и непрерывно развиваются, расширяется сфера их применения, и их использование становится все более удобным и безопасным. Для их дальнейшего развития необходимо выделить направления, при продвижении в которых высокочастотная электрохирургия потенциально может значительно повысить качество производимых хирургических вмешательств, а также рассмотреть проблемы, которые при этом могут возникнуть.

Первое направление – это повышение частоты выходного сигнала аппарата с сотен килогерц до частот выше 1 МГц, что снизит тепловые повреждения тканей. Необходимо искать новые схемотехнические решения данной задачи, так как существующие сложны и дороги при их практической реализации.

Второе направление - измерение скорости перемещения электрода и коррекция выходного сигнала по этим данным. Подобные функции отсутствуют в современных аппаратах, несмотря на то, что эффект рассеечения биотканей во многом зависит от скорости перемещения электрода.

При наличии базы данных импедансов различных биотканей на нескольких выбранных частотах и использовании специальных тестирующих низкоамплитудных сигналов различной частоты, посылаемых пакетами с активного электрода, станет возможной точная коррекция воздействия применительно к конкретной ситуации в процессе операции.

Таким образом, при развитии технологий высокочастотной электрохирургии в указанных направлениях, может быть создан аппарат, намного превосходящий существующие образцы по эффективности и безопасности использования. В перспективе подобная система может практически полностью исключить вред от возможной ошибки хирурга, а также стать основой для автоматизированного проведения хирургических вмешательств с использованием робототехники.

Научный руководитель – д-р техн. наук Белик Д. В.

## Обнаружение объектов на основе энергетических параметров сигналов в сейсмической системе охраны

Ларионова С. С.

Новосибирский государственный технический университет

В настоящее время активно разрабатываются различные алгоритмы обработки сигналов для сейсмических систем охраны (ССО), предназначенные для расширения их функциональных возможностей. К их числу относится избирательное обнаружение объекта в выделенной зоне (ВЗ) общей зоны наблюдения (ЗН). Объекты, находящиеся в ЗН, но не попадающие в ВЗ, системой обнаруживаться не должны. Ниже предлагается подход к построению алгоритма обнаружения объекта в ВЗ на основе статистического анализа энергетических параметров сигналов распределенной группы сейсмических датчиков.

Для избирательного обнаружения воспользуемся выборочным вектором энергетических параметров сигнала  $U^T = [U_{1,i}^T, U_{2,i}^T, \dots, U_{k,i}^T]$  элементы которого также векторы вида  $U_j = [u_{j,1}, u_{j,2}, \dots, u_{j,n}]^T$ . Элемент  $u_{j,i}$  представляет собой оценку средней мощности импульса, вызванного  $j$ -м шагом и полученного в  $i$ -м датчике. Задача рассматривается в декартовой системе координат  $(x, y)$ . Объемы интегрируемых наблюдений вполне достаточны для использования гауссовской аппроксимации и при известном векторе  $U$  является фактически функцией правдоподобия  $p(U/x, y)$  для координат объекта  $(x, y)$ . Полагая априорное распределение этих координат равномерным в пределах ЗН, получаем апостериорное распределение координат  $p_{aps}(x, y/U) = c \cdot p(U/x, y)$ , где константа  $c$  определяется из условия нормировки. Далее вычисляется апостериорная вероятность нахождения объекта в ВЗ

$$P_{B3} = \iint_{(x,y) \in B3} p_{aps}(x, y/U) dx dy,$$

и принимается решение о его нахождении в ВЗ, если  $P_{B3} > 0,5$ , либо противоположное решение, если  $P_{B3} < 0,5$ . При реализации алгоритма непрерывное рабочее пространство в ЗН заменяется дискретным путем нанесения прямоугольной сетки с шагами  $\Delta x, \Delta y$ . Все вероятностные вычисления производятся в узлах сетки, а интегрирование в (2) заменяется на суммирование.

В результате проведенного эксперимента, можно сделать выводы, что для достоверного обнаружения объекта (с вероятностью правильного решения больше 0,8) достаточно использовать три датчика и 4 импульса. Увеличение числа датчиков и импульсов приведет к увеличению времени обработки, при этом вероятность правильного обнаружения существенно меняться не будет.

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Спектор А. А.

## **Информационная программная система для составления справочника языка жестов**

Лукоянычев А. В.

Новосибирский государственный технический университет

В Российской Федерации разрабатывается программа «Доступная среда», по которой предусматриваются всевозможные дополнительные средства для социальной адаптации инвалидов по слуху. IT-разработчики, принимающие участие в этой программе, основной задачей считают создание словаря жестов, который содержит более тысячи слов. Для этой цели используют видеозапись действий сурдопереводчиков, системы видео-захвата движений и достаточно сложное описание действий анимированного персонажа с помощью нотации HamNoSys. Такие подходы являются закрытыми, то есть разработчики сами должны наполнить весь словарь жестового языка. По этой причине дальнейшее использование разработок для создания обучающих уроков и курсов затруднено.

Для достижения таких же результатов предлагается использовать мультиплатформенный инструментарий Unity3D для создания 3D изображения виртуального демонстратора (аватара), что позволяет достичь платформенной универсальности, упростить ввод данных в систему, поддерживать ее актуальность и расширяемость, обеспечить относительно низкую себестоимость. Система предполагается открытой, доступной из сети Интернет.

Для описания жестов используется нотация Димскис, которая является базовой при изучении русского жестового языка. Используя возможность визуального выбора символов нотации Димскис, любой пользователь может пополнить словарь и в дальнейшем использовать полученные записи для достижения более сложных целей.

В настоящее время проводится совершенствование системы для наполнения словаря жестов, тестирование локальной азбуки языка жестов для смартфонов и планшетов с использованием аватара. Ведутся работы по созданию справочника типичных слов, символов языка жестов и оптимизации работы программы с целью увеличения производительности при ограничениях на используемые ресурсы.

Работа выполняется в рамках программы «УМНИК».

Научный руководитель - д-р техн. наук, проф. Гриф М. Г.

## Система обеспечения теплового режима полупроводниковых преобразователей энергии большой мощности

Магомедов Т. Ю.

Дагестанский государственный технический университет, г. Махачкала

При использовании мощных транзисторов необходимо обеспечить правильный тепловой режим их работы. Превышение предельной температуры может привести к тепловому пробую р-п перехода. Во избежание этого необходимо улучшать систему охлаждения транзисторов. Эффективность охлаждения определяется интенсивностью протекающих процессов теплообмена в системе охлаждения. Чем интенсивнее процессы, тем эффективнее способ охлаждения. Интенсивность теплообмена определяется величиной коэффициента теплообмена. В табл. 1 приведены ориентировочные значения этих коэффициентов для различных способов.

Естественная конвекция и излучение	2-10
Вынужденная конвекция в воздухе и газах	10-100
Естественная конвекция в масле	200-300
Естественная конвекция в воде	200-600
Вынужденная конвекция в воде	1000-3000
Кипение воды	500-45 000
Капельная конденсация водяных паров	40 000-120 000

Табл. 1. Коэффициенты теплообмена различных способов конвекции

Как видно из таблицы, традиционно применяемые способы (воздушная, естественная и принудительная конвекция) имеют низкое значение коэффициента теплообмена. Газы обладают крайне низкой теплоемкостью, поэтому в ряде случаев не удастся добиться приемлемой температуры полупроводников. С этой задачей лучше справляются жидкости, теплоемкость которых существенно выше.

Разработанная система охлаждения основана на капельной конденсации паров, и состоит из: алюминиевого резервуар-радиатора (с рабочей жидкостью в объеме резервуара) с ультразвуковым излучателем на дне. Тепловыделяющий элемент (транзистор) закрепляется к резервуар-радиатору. Ультразвуковым излучателем создается мелкодисперсная жидкость в объеме устройства. Принцип его действия основан на эффекте кавитации, когда в результате местного понижения давления происходит выброс мелкодисперсных частиц. Следует отметить, что эффективность такой системы на порядок выше, чем у обычных вентиляционных систем.

Основными параметрами устройства являются показатели удельной мощности теплоты, отводимой с единицы площади, приведенной к затраченной электрической энергии.

Научный руководитель – канд. техн. наук Юсуфов Ш. А.

## **Разработка программно-аппаратного комплекса CAN-Sniffer**

Момотова О. В.

Национальный исследовательский университет «МИЭТ» СКБ «Радэл»

CAN-шина широко применяется в различных технических отраслях. Если изначально предполагалось использование CAN шины для автомобильной промышленности, то сейчас CAN встречается практически повсеместно, например, в таких областях, как железнодорожный транспорт, системы связи, авиация, промышленная автоматика, системы контроля и управления доступом (СКУД). Такое масштабное распространение CAN-шины связано с регулируемой высокой скоростью передачи данных до 1Мбит/с и улучшенной помехоустойчивостью.

Актуальной проблемой при использовании CAN остается диагностика и проверка. Цель работы разработка программно-аппаратного комплекса CAN-Sniffer, который будет перехватывать и анализировать пакеты, находящиеся в CAN-шине. Разрабатываемый комплекс позволит обнаружить различные виды пакетов данных, а также передать собственные пакеты в CAN при необходимости.

Программно-аппаратный комплекс включает в себя отладочную плату AT91SAM7X-EK производства Atmel, программное обеспечение (ПО) для данной платы и прикладное ПО для компьютера (пользовательская программа).

Основным элементом платы является микроконтроллер AT91SAM7X256, который содержит процессор ARM7TDMI с 32-разрядной RISC-архитектурой и периферийные модули. Выбранный микроконтроллер может работать с множеством интерфейсов, но особенно важно, что он обладает CAN-контроллером, совместимым с требованиями 2.0A и 2.0B, портом USB 2.0 (12 Мбит/сек). При получении пакета по CAN в микроконтроллере срабатывает прерывание и данные передаются в требуемый буфер (USB/UART) и далее передаются компьютеру.

Комплекс реализуется и тестируется на базе ФГУП СКБ «Радэл». Практическое применение комплекса связано с его использованием для отладки и проверки систем связи и различных радиотехнических устройств, имеющих CAN-шину.

Научные руководители – Смирнов А. Ю, Коршунов А. В

## **Разработка внешнего источника питания для устройств радиосигнализационного комплекса «Радиобарьер» с системой оценки остаточного ресурса**

Надымов А. М.

ООО «Унискан», г. Новосибирск

Новосибирский государственный университет

Одной из приоритетных задач для силовых структур РФ является охрана и наблюдение за протяженными участками местности. Для осуществления этой возможности в ООО «Унискан» разрабатывается сигнализационный комплекс «Радиобарьер», предназначенный для обеспечения контроля на приграничных территориях, нефте- и газопроводах, а также инфраструктурных объектах. В состав комплекса входят малогабаритные беспроводные средства обнаружения, основанные на различных физических принципах (сейсмические, ИК- и видимого диапазона, радиолучевые), связанные единым двусторонним радиоканалом. Для автономной работы датчиков требовалось создать источник питания, обеспечивающий функционирование комплекса на срок до 5 лет. Результатом работы стало устройство ВИП-1025, разработке которого и посвящён представленный доклад.

ВИП-1025 состоит из двух секций высокоемкостных  $\text{Li-SOCl}_2$  элементов питания, коммутационного устройства, а также системы контроля остаточного ресурса. Для контроля уровня заряда батареи был использован метод суммирования потребляемого тока с помощью ОУ. Такой подход позволил добиться погрешности в измерении потраченной емкости в 1% при потреблении измерительной схемы менее 40 $\mu\text{A}$ . Для увеличения времени жизни комплекса был разработан алгоритм переключения между секциями батарей, препятствующий просадке напряжения ниже допустимого уровня. Для проведения сравнительных испытаний  $\text{Li-SOCl}_2$  элементов был разработан экспериментальный стенд, осуществляющий разряд элемента токовой нагрузкой, имитирующей нагрузку датчиков комплекса «Радиобарьер». В ходе экспериментов были получены и обработаны данные, ставшие основанием для выбора наиболее предпочтительных элементов питания.

В настоящее время устройство проходит испытания, после чего будет включено в состав комплекса «Радиобарьер».

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук Новожилов С. Ю.

## Система автоматического управления манипулятором

Никишин Т. П., Тимергалина Г. В.

Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А. Н. Туполева-КАИ

Работа посвящена разработке и исследованию системы автоматического управления манипулятором в производственных условиях. Все предлагаемые алгоритмы были апробированы на манипуляторе, представляющем собой пространственный механизм с шестью степенями свободы. Управление каждой степенью свободы осуществляется посредством сервоприводов, которые содержат внутреннюю обратную связь для поддержания углового положения, заданного сигналом системы управления.

Управляющий сигнал принимается интерфейсным модулем и интерпретируется в виде углового положения сервопривода. Текущее положение сервопривода воспринимается датчиком положения, в котором оно преобразуется в электрический сигнал. Выходной сигнал датчиков через фильтр низких частот, необходимый для устранения сигналов на частотах выше половины частоты дискретизации, подается на вход многоканального аналого-цифрового преобразователя. Далее сигнал в цифровом виде подается на вход блока приема измерительной информации, реализованный в микроконтроллере. Потребление тока контролируется контуром, содержащим датчики тока и компараторы. Для обеспечения высокой точности позиционирования используется дополнительный контур управления, включающий в себя резистивный датчик положения.

Для реализации предложенного алгоритма было разработано программное обеспечение, которое работает на основе файла, который содержит последовательность положений манипулятора, времен выполнения операции и нахождения в текущем положении. Каждое положение задается в виде набора угловых положений сервоприводов в диапазоне от 0 до 180°.

Преимуществами данной системы автоматического управления манипулятором является гибкость системы за счет использования модульной системы построения и высокая точность позиционирования, обусловленная предложенным способом определения положения. Разработанная система может быть адаптирована для широкого спектра задач.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Денисов Е. С.

## **Интерактивная игрушка для детей с нарушением тактильного восприятия**

Никольская А. Д.

Самарский государственный аэрокосмический университет  
им. акад. С. П. Королева

Наличие проблем с тактильным восприятием может влиять на полноценное развитие ребенка. У ребенка нарушаются представления о собственном теле, страдает развитие моторики, координации движений. Дети с нарушением осязания могут быть гипо- и гиперчувствительны. Чаще всего такая проблема актуальна для детей страдающих аутизмом. Медикаментозное лечение детского аутизма пока не дает желаемых результатов, основным направлением помощи становится психолого-педагогическая работа.

Облегчению развития моторных навыков и тактильного восприятия может способствовать игра ребенка со специально настроенной интерактивной игрушкой, которая фиксирует все действия производимые на игрушку. Для регистрации воздействий на игрушку используется емкостная клавиатура, которая построена на применении микроконтроллера STMPE24M31PX.

Целью данной работы является подбор и анализ необходимых параметров настройки емкостной клавиатуры, таких как параметр TVR и параметр EVR. Параметр TVR используется в качестве порогового значения для определения наличия или отсутствия нажатия. С помощью параметра EVR можно устранить помехи, вызванные изменениями в окружающей среде, этот параметр не может превышать величины TVR.

Очень высокое значение TVR снижает чувствительность датчика, но увеличивает устойчивость к помехам. Низкое значение TVR увеличивает чувствительность датчиков. В процессе эксперимента были установлены значения, наилучшим образом подходящие для использования в устройствах с очень толстым слоем диэлектрика, в нашем случае шкура игрушки-кошки.

Разрабатываемая игрушка направлена на психологическую адаптацию ребенка, для которого какой-либо тактильный контакт может вызывать неприятные ощущения. Игрушка настраивается с учетом тактильной чувствительности ребенка, чтобы в процессе игры иметь возможность зафиксировать и проанализировать поведение ребенка с целью выработки наиболее подходящей стратегии корректирующих воздействий.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Кудрявцев И. А.

## Влияние вида поляризации электромагнитной волны, на амплитудное распределение в раскрыве коллиматора

Никулина Ю. С.

Новосибирский государственный технический университет

В настоящее время при проведении испытаний радиотехнических устройств широко используются безэховые камеры, которые имеют, как правило, высокую стоимость, пропорциональную размерам камеры. Для снижения размеров камеры весьма эффективны линзовые коллиматоры.

При расчётах характеристик антенн, как правило, принимают амплитудное распределение (АР) равномерным, что отражается на точности. **Цель работы** – определить влияние вида поляризации, на амплитудное распределение в раскрыве линзы.

Существуют формулы Френеля:

$$\tau_{\perp} = \frac{2Z_2 \cos \varphi}{Z_2 \cos \varphi + Z_1 \cos \theta} \quad \tau_{\parallel} = \frac{2Z_2 \cos \varphi}{Z_2 \cos \theta + Z_1 \cos \varphi}$$

где  $\tau_{\perp}, \tau_{\parallel}$  - коэффициенты прохождения при перпендикулярной, параллельной поляризации соответственно,  $Z_1, Z_2$  - волновые сопротивления среды падения и среды преломления луча электромагнитной волны,  $\varphi$  - угол падения,  $\theta$  - угол преломления.

На поверхности коллиматора происходит 2 преломления луча на границе: воздух-материал коллиматора ( $\tau_1$ ), материал-воздух ( $\tau_2$ ). Предположив, что облучатель линзового коллиматора является линейным, АР определим по формуле:

$$A = \tau_1 \tau_2$$

Сравним АР в раскрыве коллиматора для экструдированного пенополистирола (относительная диэлектрическая проницаемость  $\epsilon_r = 1,047$ ) и фторопласта ( $\epsilon_r = 2,08$ ).

Полученное АР является симметричным, спадающим к краям и мало зависит от вида поляризации, максимум амплитуды приходится на центр симметрии коллиматора. Для экструдированного пенополистирола АР заметно отличается от равномерного, максимум амплитуды находится выше.

Таким образом, можно сделать **вывод** о том, что для материала с низким значением  $\epsilon_r$ , АР нельзя принимать равномерным. Влияние вида поляризации на АР несущественно, им можно пренебречь.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Степанов М. А.

## Быстродействующая система холловских измерений

Пелемешко А. В.

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск  
Новосибирский государственный университет

В Институте ядерной физики (ИЯФ) разрабатываются различные многополюсные встраиваемые магнитные устройства для генерации синхротронного излучения. От встраиваемых в ускоритель многополюсных магнитных устройств требуется, чтобы они не вносили существенных искажений в орбиту пучка. Для юстировки магнитного устройства и коррекции величины поля между полюсами требуется многократные промеры всей магнитной структуры, либо её части датчиками Холла. Для этих измерений используется каретка с датчиками Холла, которая равномерно перемещается в зоне магнитного поля вдоль измеряемого устройства.

Целью данной работы является создание VME модуля быстродействующей системы холловских измерений, включающего аналоговый интерфейс, цифровую логику для обработки входных данных и адаптер лазерного интерферометра. VME модуль должен обеспечивать синхронизованную работу аналогового тракта и модуля управления лазерным интерферометром.

При разработке аналогового интерфейса системы учитывались требования к погрешности питания датчиков Холла ( $10^{-5}$ ) и погрешности регистрируемых значений ( $10^{-5}$ ). Время измерения 4-х метровой магнитной структуры не должно превышать 15 минут. Таким образом, исходя из заданной точности, скорости перемещения и количества используемых датчиков характерное время прохождения сигнала через измерительный тракт должно составлять 2,5-3,5 мкс.

В докладе описана аппаратная часть быстродействующей системы, структурная схема измерительного тракта, а также представлены переходные характеристики вариаций усилительного тракта.

Научный руководитель – д-р техн. наук Батраков А. М.

## **Способ дискретизации сигналов на промежуточной частоте в навигационных системах**

Пилагеина Е. А.

Новосибирский государственный технический университет

На сегодняшний день крайне сложно представить наш мир без навигационных систем. Помимо спутниковых систем существуют наземные системы навигации, решающие задачи навигации как таковой, но с большими точностями или скоростями, в помещениях и под землей, в зонах с плохим покрытием спутниковых систем, в случаях сбоев в работе спутниковых систем. Такие системы могут работать совместно с коммуникационными и спутниковыми системами для повышения точности и надежности. Существует множество методов навигации, наибольший интерес среди которых представляют фазовые методы, потенциально обеспечивающие высокую скорость и точность пеленга при возможности компенсации доплеровских сдвигов, неравномерностей в диаграммах направленности антенн и т.п.

Используемый в работе метод измерения угла приема сигнала заключается в измерении разности фаз между сигналами, падающими на различные элементы, и преобразовании этого значения в оценку угла приема.

Поставлена задача разработки и оценки реализуемости линейного тракта навигационного приемника, позволяющего осуществлять оценку азимута активной цели при использовании антенного комплекса из трех антенн, удаленных друг относительно друга на расстояние, соответствующее  $\lambda/2$ .

Особенность проектируемого тракта заключается в использовании метода переноса частоты, который также называется субдискретизацией или дискретизацией на промежуточной частоте.

Рассмотренный в ходе проектирования аппарат формирования огибающей узкополосного сигнала на фоне Гауссовского шума одноразрядным дискретизатором на промежуточной частоте при имитационном моделировании продемонстрировал возможность измерения разности фаз в широком диапазоне отношений сигнал/шум.

Предстоит также оценить возможности навигации с заданной точностью при обработке результатов субдискретизации.

Научный руководитель – канд. техн. наук Кривецкий А. В.

## **Разработка системы позиционирования движущегося объекта с применением индуктивного преобразователя перемещений**

Погадаев Е. А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Современное производство характеризуется повышением качества производимой продукции. Это достигается за счет автоматизации, формализации и оптимизации алгоритмов управления.

В настоящее время одной из перспективных и сложных задач является разработка методов позиционирования движущихся объектов систем автоматического управления.

Целью работы является разработка системы позиционирования движущегося объекта с учетом требований предъявляемых к системе в целом и к ее отдельным компонентам. При этом важнейшими параметрами являются такие показатели как:

1. Быстродействие.
2. Точность позиционирования.

С точки зрения методов позиционирования решение задачи сводится к поиску экстремума функции, характеризующий наиболее точное положение объекта относительно преобразователя. На первоначальном этапе работы требуется детерминировать функцию аналогового выходного сигнала индуктивного датчика перемещений. Затем, необходимо выполнить аппроксимацию полученной функции для удобства обработки данных и устранения случайных отклонений функции, связанные с работой самой системы. И как заключительный этап, требуется непрерывно проверять условие равенства нулю (с неким отклонением для реальной системы) производной аппроксимированной функции. При выполнении этого условия можно утверждать, что задача позиционирования достигнута.

Так как для системы определены условия работы, то сами алгоритмы поиска могут различаться в зависимости от поставленных целей. Для повышения быстродействия системы требуется уменьшить частоту дискретизации. Очевидно, что точность позиционирования системы будет невысокой. И наоборот, для повышения точности частоту необходимо увеличить, как следствие быстродействие системы снижается.

Решением проблемы является синтез двух этих методов. На начальном этапе работы системы частота должна быть небольшой, затем при приближении к экстремуму увеличиваем частоту, тем самым повышается точность. Как результат, полученная система удовлетворяет поставленным задачам, при этом, в зависимости от конечных целей, можно варьировать работу системы в сторону повышения точности или быстродействия.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Курганов В. В.

## Распознавание речи с использованием ряда Фурье

Потарский К. В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

**Введение.** В последнее время, стремясь повысить надежность устройств и уменьшить их себестоимость, все большее число производителей портативной аппаратуры любым способом стараются уменьшить и полностью исключить использование механических устройств ввода.

**Цель работы.** Целью настоящей работы является создание алгоритма распознавания речи, с возможностью его реализации на базе восьмибитных микроконтроллеров с объемом памяти до 8 кБ.

**Ход работы.** Так как гласные буквы проще поддаются распознаванию, на первом этапе нами рассматривались следующие гласные: «А», «О» и «У». Были записаны осциллограммы алфавита четырех людей разного пола и возраста. Осциллограмма каждой буквы имеет уникальный для всех людей вид, который позволит распознавать речь, оперируя лишь численными значениями, полученными при оцифровке звукового сигнала.

Был разработан алгоритм распознавания гласных на базе функции дискретного преобразования Фурье. Этот алгоритм имеет следующий вид:

1. Составляется база данных из 10 коэффициентов для каждой буквы;
2. Программа считывает звуковые данные;
3. Полученные значения сравниваются с записью из базы всех букв последовательно (последние задаются через ряд Фурье);
4. Далее вычисляется геометрическая разница осциллограмм букв из базы и анализируемой.
5. Распознаваемой букве соответствует минимальная разница.

На основе описанного алгоритма была создана программа для распознавания речи. По результатам испытаний было показано, что в 90% случаев буквы распознаются верно.

**Вывод.** Из полученных данных видим, что представленный метод распознавания речи является простым и надежным. Объем программы при компиляции в среде CodeVision AVR для широко распространенного восьмибитного микроконтроллера AtMega8 составил менее 5 кБ.

Научный руководитель – канд. техн. наук Кагиров А. Г.

## Подповерхностное радиозондирование подвижным радиолокатором.

Росляков С. Н.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

Подповерхностное радиозондирование находит свое широкое применение в поиске дефектов дорог и помещений в обнаружении противопехотных и противотанковых мин, включая диэлектрические, для исследования и прокладки подземных коммуникаций.

В данной работе была разработана технология построения изображения при помощи подвижного радиолокатора, видеокамеры и специальных алгоритмов обработки. Для корректной обработки и восстановления изображения необходимо знать положения радиолокатора до одной восьмой длины волны. Радиолокатор позиционируется при помощи GPS или локальных систем позиционирования. GPS позиционирует с точностью до 1 см, однако данной точности недостаточно для частот порядка 10 ГГц и выше, кроме того GPS не работает в помещениях. Предлагается применить позиционирование радиолокатора при помощи видеонаблюдения за маркером на радиолокаторе специальной формы. Видеокамера закрепляется на штативе и фиксирует все происходящее на сцене. Маркер закреплен на локаторе. Оператор перемещает радиолокатор в области сканирования. По полученному видеоизображению определяется положение радиолокатора, с точностью достаточной для корректного восстановления изображения. Определение положения маркера производится в 2 этапа: 1 производится определение положения маркера в растровом изображении, 2 из полученных растровых координат определяется физическое положение маркера. Сканирование проводится в двумерной области, что позволяет, специальным алгоритмом восстанавливать 3-х мерные изображения. Для проверки метода была разработана экспериментальная установка. Восстановленное изображение изображено на рис. 1.

Результаты эксперимента позволяют судить о применимости метода. Разработанная технология найдет широкое применение для поиска скрытых объектов под землей и в помещениях.

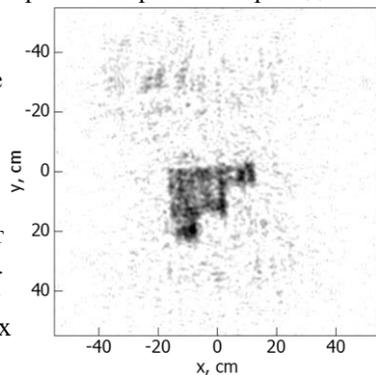


Рис. 1.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук Суханов Д. Я.

## **Разработка межмодульного беспроводного интерфейса передачи данных**

Рязанцев И. И.

Новосибирский государственный университет  
Новосибирский государственный технический университет

Космические аппараты представляют собой сложные системы, в состав которых, помимо прочих систем, входит немало электронных модулей различного назначения: преобразователи напряжения, датчики, исполнительные устройства и многие другие. Для обеспечения взаимодействия между данными модулями в настоящее время применяются традиционные проводные соединения. Данный способ соединений, несмотря на давнее применение и наличие отработанной реализации, обладает рядом недостатков. Во-первых, прокладка и монтаж проводных соединений сопряжены с высокими трудозатратами, которые увеличиваются с ростом сложности электронных модулей. Во-вторых, надежность проводных соединений снижается под действием вибрации, в немалой степени, присутствующей на протяжении жизненного цикла космического аппарата. В конце концов, массогабаритные показатели конечной системы ухудшаются из-за наличия большого количества проводов.

Для решения указанных проблем Лабораторией космического эксперимента ОАИ НИЧ НГУ предложено совместно с НГТУ разработать беспроводной межмодульный интерфейс для применения на борту космических аппаратов. Актуальность разработки подтверждена заинтересованностью рядом отечественных компаний, разрабатывающих оборудование для космических аппаратов.

По результатам изучения современных беспроводных систем связи предложено принять спецификацию ZigBee в качестве отправной точки для разработки. Одна из важных особенностей указанного стандарта состоит в возможности использования в одной сети различных типов устройств, что позволяет включать в нее не только устройства обработки информации, но и датчики. Наиболее перспективным аппаратным решением с позиции текущих требований технического задания представляется применение микросхем CC2650. На основе данной аппаратной платформы ведется разработка протокола передачи данных на более высоких уровнях. Завершающим этапом разработки станет получение прототипов устройств межмодульной связи, их всесторонние испытания и применение в серийной продукции.

Научные руководители – канд. техн. наук, доцент Прокопьев Ю. М.,  
Прокопьев В. М., канд. техн. наук Радченко С. Е.

## **Транспортный робот с шаговым двигателем в качестве силового агрегата**

Сандабкин Е. А.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

В деятельности современных предприятий и организаций, транспортные роботы, предназначенные для автоматизированного транспортирования объектов и управления различными транспортными системами, занимают одно из важных мест. На сегодняшний день ведется активная работа над созданием оснащения для таких роботов, а в будущем одной из функций транспортных роботов станет транспортировка образцов, приборов и других объектов на Марсе.

Целью нашей работы является разработка транспортного робота с применением шагового двигателя в качестве силового агрегата, и оснастка робота системой управления.

Шаговый двигатель является наиболее оптимальным для применения в приводах роботов, так как он не требует датчиков обратной связи для определения положений звеньев.

Однако роботы с шаговым двигателем имеют недостаток, состоящий в том, что крутящий момент самого шагового двигателя сравнительно мал. Для устранения этого недостатка необходимо, во-первых, добиться повышения крутящего момента шагового электродвигателя до максимального значения. И, во-вторых, обеспечить робота системой управления и оснастить дополнительными возможностями.

Существует несколько способов управления шаговыми двигателями.

1) Одиночными импульсами - одновременно подключается только одна обмотка управления. Существуют двигатели, у которых для совершения одного оборота необходимо 200 шагов. Каждый шаг перемещает ротор на 1,8 градусов;

2) Импульсами с перекрытиями - одновременное подключение двух соседних обмоток управления. В этом случае, шаг ротора составит также 1,8 градуса. Отличие этого режима от первого состоит в том, что крутящий момент двигателя становится больше;

3) Комбинированными импульсами - чередование первого и второго способа (так называемый полу шаговый режим). В этом случае, двигатель шаг ротора 0,9 градуса. В этом случае, предполагается увеличение крутящего момента в еще большей степени.

В настоящее время, разрабатываются драйверы для шаговых электродвигателей с применением существующих микросхем. Это микросхемы – L297, L298.

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент Волков С. А.

## Имитатор дыхания человека для задач СШП биорадиолокации

Семенов Е. С.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

Биорадиолокация – это метод дистанционного обнаружения и диагностики людей или животных, в том числе за оптически непрозрачными препятствиями, основанный на анализе модуляции радиолокационного сигнала колебательными движениями и перемещениями органов биологического объекта. Одной из перспективных направлений в биорадиолокации является применение сверхширокополосных (СШП) короткоимпульсных зондирующих сигналов с целью получения более высокой разрешающей способности по дальности и точности измерения при исследовании перемещения грудной клетки человека в процессе дыхания.

Важной задачей при разработке СШП радиолокатора для диагностики процесса дыхания человека является разработка алгоритма обработки данных, на основе которого можно определить основные параметры перемещения грудной клетки человека. На начальном этапе для разработки алгоритма было принято решение выполнить СШП радиолокационные исследования по регистрации периодических перемещений объекта с амплитудой 5–15 мм и частотой 0,2–0,5 Гц. Поэтому было предложено спроектировать прибор, имитирующий процесс дыхания человека (См. рис.1).



Рис. 1. Имитатор дыхания

Разработанный прибор функционирует следующим образом: с помощью линейного шагового двигателя осуществляется поступательное периодическое перемещение пластины с размерами 290×220×2 мм. Материал пластины можно использовать металлический, диэлектрический или радиопоглощающий (зависит от цели проведения опытов). Работой имитатора управляет модуль управления, выполненный на базе «Arduino UNO», драйвера шагового двигателя на базе микросхемы A4988 и разработанной платы расширения, позволяющей задавать режимы имитации и контролировать процесс проведения эксперимента.

Научный руководитель – канд. техн. наук Лоцилов А. Г.

**Алгоритм обработки данных для задач СШП биорадиолокации**

Семенов Е. С.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

В последнее время к технологиям дистанционного измерения психофизиологических параметров человека проявляется повышенный интерес. Одним из перспективных направлений развития данных технологий является сверхширокополосная (СШП) биорадиолокация.

В работе [1] представлены результаты разработки программного обеспечения для СШП радиолокатора на базе микросхемы NVA6100, приведены результаты предварительного тестирования программно-аппаратного комплекса. В [2] представлены промежуточные результаты разработки имитатора дыхания человека. Целью настоящей работы является развитие исследований проведенных ранее и разработка алгоритмов обработки сигналов, отраженных от имитатора дыхания, для восстановления параметров движения объекта (частоты и амплитуды) по измеренной радарограмме.

Предложенный алгоритм включает в себя следующие основные шаги: определение временной зависимости задержки отраженного сигнала по измеренным радарограммам, фильтрация полученного сигнала, расчет спектральных характеристик и определения основной частоты колебаний.

Результаты предварительных исследований говорят о хорошем соответствии параметров перемещения восстановленных по радарограмме. Погрешность определения частоты перемещения отражателя имитатора дыхания не превышает 10% при амплитуде перемещения 4 мм и частоте 0,2 Гц.

В планы дальнейших работ входит исследование зависимости точностных характеристик программно-аппаратного комплекса от основных параметров движения объекта и эффективной поверхности рассеяния имитатора грудной клетки.

---

1. Семенов Е.С. Конференция участников ГПО ТУСУР 2014. [Электронный ресурс]: Сверхширокополосный радиолокатор – Электрон. журн. – Томск: ТУСУР, 2014. – Режим доступа: [https://storage.tusur.ru/files/11321/КУДР-1302\\_Семенов.pdf](https://storage.tusur.ru/files/11321/КУДР-1302_Семенов.pdf).

2. Семенов Е.С. Разработка имитатора дыхания человека для задач СШП биорадиолокации: Научная сессия ТУСУР–2015: материалы Всероссийской науч.-техн. конференции студентов, аспирантов и молодых ученых.– Томск: В-Спектр.– 2015.– Т.1.– С. 264–268.

Научный руководитель – канд. техн. наук Лоцилов А. Г.

## **Проектирование и разработка низкоскоростной системы связи для беспилотных летательных аппаратов**

Сушков А. А.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Разрабатываемое устройство предназначено для организации командно-телеметрической линии связи, которая необходима для передачи телеметрических данных между беспилотным летательным аппаратом (БПЛА) и наземным комплексом управления (НКУ), а также для передачи команд управления.

Актуальность проекта продиктована непрерывным увеличением числа применений беспилотной авиации для задач дистанционного зондирования земли и необходимостью постоянного улучшения характеристик комплексов БПЛА.

Для большинства задач по аэрофотосъемке, видеонаблюдению и других видов дистанционного зондирования земли используются БПЛА малой взлетной массы. Радиус действия таких БПЛА ограничен используемой системой связи, хотя запас хода позволяет таким БПЛА летать на расстояние до 100 км.

Цель моего проекта заключается в повышении эффективности аэрофотосъемочных и геологоразведочных работ с применением малой беспилотной авиации за счет увеличения дальности радиосвязи, а также создания дешевого и массового продукта.

Малогобаритная система связи включает в себя следующие основные узлы: микроконтроллер, приемопередатчик, полосовой фильтр, усилитель мощности, малощумящий усилитель, датчик температуры, блок контроля напряжений и потребляемого тока, система питания и интерфейсы.

В процессе выполнения работы был произведен анализ бюджета канала связи, максимальная расчетная дальность составила порядка 100 км, также были разработаны: электрическая структурная схема, электрическая функциональная схема, электрическая принципиальная схема, печатная плата, спецификация и другая документация, необходимая для серийного производства изделия. Использование современной малогабаритной элементной базы позволило реализовать устройство с размерами 45×30×8 мм. Разрабатываемое устройство будет применяться в БПЛА «Дельта-М» и «Гамма» компании «АВАКС-ГеоСервис».

Научный руководитель – Боев Н. М.

## **Трехлучевой лазерный триангуляционный метод измерения расстояний и способ его реализации**

Тимергалина Г. В., Никишин Т. П.

Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А. Н. Туполева-КАИ

Современные технические и технологические системы требуют надежных бесконтактных средств измерения расстояний. Для дальномерных систем малого радиуса действия целесообразно использовать триангуляционные лазерные дальномеры, так как они осуществляют наиболее точные измерения длин и расстояний и позволяют получить малую стоимость.

Одной из проблем существующих лазерных дальномеров является необходимость обеспечения их тщательной и точной юстировки, что затрудняет их использование, особенно в области задач с изменяющимся взаимным расположением объектов. Для решения этой проблемы был предложен оригинальный трехлучевой лазерный триангуляционный метод измерения расстояний, в котором используются три источника лазерного излучения. В этом случае фактически производится измерение расстояние до исследуемого объекта от трех разных точек, поэтому появляется возможность измерить не только расстояние до плоскости, но и ее наклон. Дополнительная информация об угле наклона датчика позволяет вносить корректировки в результаты измерения расстояния до объекта.

Трехлучевой лазерный триангуляционный датчик, реализующий предложенный метод, может использоваться для измерения расстояний в различных технологических установках (контроль геометрических параметров изделий), в системах пространственной ориентации беспилотных летательных аппаратов и других робототехнических систем.

Преимуществами предложенного датчика являются отсутствие необходимости тщательной юстировки при установке датчика, возможность измерения угла наклона объекта до которого измеряется расстояние, а также простота конструктивной реализации. Используя информацию о расстоянии до трех точек (источников лазерного излучения) и угол наклона плоскости посредством простых тригонометрических соотношений можно определить расстояние до плоскости по нормали, что может быть использовано, например, для измерения высоты летательного аппарата.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Денисов Е. С.

## **Устройство опроса волоконных сенсорных систем на базе волоконного лазера с пассивным сканированием частоты**

Ткаченко А. Ю.

Институт автоматики и электротехники СО РАН, г. Новосибирск  
Новосибирский государственный технический университет

Развитие фотоники открывает новые решения технологических задач в науке и различных отраслях техносферы. Одним из перспективных направлений является применение волоконных сенсорных систем для измерения температуры и деформаций. В качестве датчиков в таких системах используются волоконные брэгговские решетки (ВБР). Такие датчики являются полностью пассивными и могут быть использованы в условиях повышенной взрывоопасности, агрессивных средах, сильных электромагнитных и радиочастотных воздействий.

Для оптического опроса таких датчиков применяются либо широкополосный источник в паре с анализатором спектра, либо лазер с активной перестройкой частоты в паре с фотодиодами. Оба варианта дороги и сложны в реализации. Альтернативой может быть применение простого лазера с пассивной перестройкой длины волны. Целью работы является создание устройства опроса волоконных сенсорных систем на базе волоконного лазера с пассивным сканированием частоты.

Для этого был реализован полностью волоконной перестраиваемый лазер, работающей на эффекте пассивного сканирования частоты. Диапазон перестройки лазера составил от 1059 до 1075 нм. Его применение значительно упрощает схему устройства опроса и оставляет возможность использования в качестве приемников фотодиоды. Однако применение подобного лазера накладывает определенные требования на программное обеспечение для обработки сигналов.

В ходе работы для устройства опроса на базе волоконного лазера с пассивным сканированием частоты были разработаны и изготовлены система термостабилизации активного волокна и корпус лазера, узел детектирования, программное обеспечение для получения данных с АЦП. Устройство было опробовано на реальной сенсорной линии, состоящей из 8 ВБР-датчиков. Точность определения длины волны максимума отражения датчика составила порядка 1 пм, что соответствует температурному разрешению устройства около 0.15 градуса.

Научные руководители – канд. физ.-мат. наук Лобач И. А.,  
канд. физ.-мат. наук Гуськов Л. Н.

## **Система навигации малогабаритного робота для работы внутри помещений**

Тонконогова Е. В.

Южно-Уральский государственный университет, филиал в г. Миассе

В данной работе представлены общие подходы к обеспечению навигации подвижного объекта типа колесной платформы в замкнутом пространстве.

Существуют различные способы навигации для различных подвижных объектов. Требуемый способ выбирается исходя из поставленной задачи. В рамках работы проводится изучение, практическая реализация и отработка алгоритмов навигации мобильного робота. На данный момент имеется следующий аппаратный и программный состав:

подвижный аппарат с двумя ведущими колесами, расположенными по левому и правому бортам и третьим поворотным колесом роляного типа;

инфракрасные датчики приближения к препятствию;

модуль управления бесколлекторными синхронными силовыми электроприводами с интерфейсом сопряжения с бортовой цифровой вычислительной машиной (БЦВМ), принимающий команды управления и передающий различную статусную информацию;

алгоритмы ручного управления движением мобильного робота от пульта управления по беспроводному интерфейсу;

математический аппарат для реализации системы навигации и управления по N произвольно расположенным маякам.

Система управления мобильным роботом содержит несколько уровней:

1. Контур системы управления положением или скоростью движения (нижний уровень) обеспечивает отработку требуемых параметров движения объекта по командам от системы верхнего уровня;

2. Локальный контур управления движением обеспечивает вычисление текущих координат мобильного робота, формирование требуемых скоростей движения и т.д.;

3. Стратегический уровень управления движением решает задачи формирования требуемой траектории движения с учетом задачи, решаемой мобильным роботом в данный момент времени.

Область применения таких объектов достаточно большая, поэтому задача построения робота и разработки его навигационной системы является актуальной.

Научные руководители – Носиков М. В., Казанцев А. М.

## Алгоритм селекции полезных сигналов в задаче TDR-измерения уровней многофазных жидкостей

Тренкаль Е. И.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

Короткоимпульсная рефлектометрия (TDR) является распространенным методом, активно использующимся для решения широкого спектра задач измерения и диагностики. С недавнего времени, одной из сфер применения метода является измерение уровня жидкости в резервуарах. Ряд преимуществ метода делает его наиболее перспективным решением для данной сферы использования.

Сущность TDR метода заключается в короткоимпульсном воздействии на жидкость, находящуюся в резервуаре, и получении рефлектограммы в результате этого воздействия. Рефлектограмма содержит возникшие на границах раздела фаз отклики.

При наличии в резервуаре многофазной среды (к примеру, воздух-нефть-вода), рефлектограмма может иметь сложный характер, и содержать паразитные отклики, являющиеся результатом многократных переотражений сигналов в исследуемой среде. Наличие таких откликов может привести к неправильной интерпретации рефлектограммы. Последствием может быть как неправильное определение уровней сред, так и ошибочное понимание состава жидкостей в резервуаре.

Поэтому большое значение для экстракции параметров многофазной жидкости имеет решение задачи предварительной селекции информационных сигналов измеренной рефлектограммы.

Была разработана модель [1] для рефлектометрического анализа параметров многофазных жидкостей. Модель представляет собой линию передачи, находящуюся в многофазной среде, под воздействием тестового сигнала. Был разработан алгоритм селекции полезных сигналов на фоне паразитных переотражений на основе данной модели.

Алгоритм показал свою эффективность на математической модели, и может быть применен на рефлектограммах, полученных экспериментально.

---

1. Лоцилов А.Г. Модель измерительной системы для рефлектометрического анализа параметров многофазной жидкости / А.Г. Лоцилов, Е.И. Тренкаль // 25-я Международная Крымская конференция СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии: материалы конференции. – Севастополь, 2015. – С. 888-889.

Научный руководитель – канд. техн. наук Лоцилов А. Г.

## **Устройство для компьютерной диагностики односторонней атрофии волокон зрительного нерва**

Фараинова Л. И.

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

При изучении психической сферы человека аппаратными средствами решаются задачи получения количественных показателей, характеризующих такие функции психической деятельности, как: внимание, память, мышление, личностные характеристики, работа сенсорных систем, психомоторика.

Традиционно методы и аппараты, позволяющие исследовать зависимость ощущений человека от физических свойств внешних стимулов, относят к классу средств для психофизических исследований.

Человек находится в постоянном взаимодействии с внешней средой, воспринимая информацию окружающего его мира при помощи сенсорных систем.

На сегодняшний день, в офтальмологии заболевания зрительного нерва того или иного типа диагностируются в среднем в 1-1,5% случаев, при этом примерно в 26% от их числа зрительный нерв подлежит полной атрофии, из-за чего, в свою очередь, развивается слепота, не подлежащая излечению. В целом при атрофии, как понятно из описания последствий, к которым она приводит, происходит постепенное отмирание в зрительном нерве его волокон.

Целью данной работы является разработка устройства для компьютерной диагностики односторонней атрофии волокон зрительного нерва.

Устройство для компьютерной диагностики односторонней атрофии волокон зрительного нерва содержит управляемый источник света (светодиодная матрица), электрически связанный со средством для генерации, со средством для формирования импульсов и запоминающим устройством. Устройство также содержит персональный ЭВМ, дисплей и клавиатуру.

Научный руководитель – Анисимов А. А.

## **Оценка параметров бимодального распределения сигнала в задаче характеризации первичного преобразователя давления**

Федосов И. И.

Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск

Бимодальное распределение, имеющее две "вершины", является частным случаем многомодального типа распределения. Несколько вершин распределения указывают, как правило, на наличие соответствующего числа независимых подгрупп, из которых состоит общее распределение.

Одним из способов анализа бимодальных распределений является их представление в виде суммы двух независимых компонент. Оценка параметров компонент может дать важную информацию о природе исследуемой переменной. Несмотря на достаточно частое появление бимодальных распределений на практике, примеры их подробного теоретического исследования разработаны недостаточно.

Задача разделения компонент возникла при исследовании шумов в магистрали эталонного давления стенда характеризации первичных преобразователей давления. Экспериментальные исследования показали, что случайные флуктуации давления в магистрали имеют четко выраженный бимодальный характер. Это явилось следствием двух источников шумовых компонент: 1) собственным случайным шумом магистрали, в которой осуществляется процесс характеризации первичного преобразователя; 2) шумом корректирующих клапанов задатчиков давления, поддерживающих эталонное давление в магистрали.

Решение задачи разделения суммарного шума на две компоненты и оценка характеристик каждой может способствовать уменьшению погрешности характеризации. В работе проводится сравнительное исследование двух методов оценки параметров компонент бимодального распределения:

1. Определение параметров нормальных компонент с помощью итерационного EM-алгоритма (Expectation-Maximization).

2. Оценка параметров на основе разложения закона распределения сигнала в ряд по полиномам Эрмита. Расчет дисперсии и среднего каждой компоненты проводится через коэффициенты аппроксимации.

Научный руководитель – канд. техн. наук Семенов А. С.

## **Разработка усилительной части системы диагностики бетонных конструкций**

Фисюк В. Д.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

Надежность бетонных строительных конструкций во многом определяется степенью неоднородности используемых блоков. Дефекты структуры образуются как при производстве, так и под воздействием агрессивной окружающей среды. Поэтому актуальным является своевременное обнаружение и устранение неисправных областей.

На данный момент коллективами ПНИЛ ЭДиП ТПУ и СКБ «Смена» ТУСУР ведется разработка программно-аппаратного комплекса для диагностики дефектности строительных конструкций, изготовленных на основе диэлектрических структур. Принцип действия заключается в механическом возбуждении объекта исследования сигналом заданной формы и регистрации электромагнитного отклика. Изменение сигнала может позволить оценить неоднородность структуры исследуемого образца. Воздействие осуществляется пьезоэлектрическим ударником, а регистрация отклика емкостным датчиком. Малая его амплитуда обуславливает разработку аналогового блока усиления и фильтрации.

Регистрация сигнала с датчика осуществляется инструментальным усилителем (ИУ), первый каскад которого установлен ближе к датчику и размещен с ним в держателе координатографа, а второй размещен вместе с блоком аналоговой обработки и выполнен в виде модуля РХ1.

С учетом значимых структурных аномалий и скорости распространения акустической волны в бетонных конструкциях полоса пропускания выбрана в пределах от 1 кГц до 1 МГц. Чтобы исключить зеркальные гармоники, для АЦП NI PXI-5105 ослабление на частоте 59 МГц должно быть не ниже 72 дБ. Для этой цели использован фильтр Баттерворта четвертого порядка. Суммарный коэффициент усиления аналогового блока составляет 950.

В результате работы были изготовлены корпус держателя ударника с первым каскадом ИУ, блок аналоговой обработки. Планируются работы по разработке средств для уменьшения влияния окружающей электромагнитной обстановки на работу датчиков.

Научный руководитель – канд. техн. наук Бомбизов А. А.

**Оценка «полезности» инфокоммуникационных услуг**

Хисматуллин Н. М.

Военный институт сил воздушной обороны им. Т. Я. Бегельдинова,  
г. Актобе, Казахстан

С развитием телекоммуникационных и информационных технологий возникла возможность конвергенции (слияния и взаимопроникновения) услуг транспортировки и информационных услуг. Это привело к появлению услуг нового класса, получивших название *инфокоммуникационные услуги (ИКУ)*.

Инструментом повышения конкурентоспособности ИКУ является обеспечение их качества, приемлемой цены и *полезности*, способствующее более высокому уровню удовлетворенности и лояльности потребителей и, как следствие, доходности и оптимизации деятельности поставщиков ИКУ.

Целью работы является оценка полезности современных ИКУ.

В ходе исследования была определена методика интегральной оценки полезности ИКУ с помощью показателей частичной полезности. Процесс определения показателей полезности ИКУ представляется в виде следующей последовательности: построение модели задачи выбора услуг, формирование и структуризация исходных данных, расчет значений частичной полезности параметров, определение показателя общей полезности, определение степени влияния параметров на показатель общей полезности. Путем сбора и структуризации информации об услугах и условиях их предоставления была сформирована база нормативно-справочной данных.

Для оценки полезности ИКУ исследовались следующие характеристики: затраты на приобретение, качество, соотношение цена / качество, надежность, условия оплаты. На основе полученных данных проведен расчет значений частичной полезности. Преобразование параметров в показатели частичной полезности проведено с помощью функций преобразования, основанных на использовании предварительной информации о свойствах функций, проверки выбранных функций и модификации математической модели представления функций.

После приведения всех исследуемых критериев к единому эквиваленту с помощью математической модели оптимизации, выраженной в интегральной форме, была определена ИКУ с наибольшим показателем полезности.

Научный руководитель – канд. техн. наук Костюкович А. Е.

**Исследование широкополосных детекторов мощности СВЧ сигналов**

Черепанов А. В.

Томский государственный университет систем управления и  
радиоэлектроники

АО «НПФ «Микран», г. Томск

Мощность – это один из основных параметров сигналов, а в микроволновом диапазоне главный и единственный энергетический параметр, так как понятия тока и напряжения в этом диапазоне малоприменимы. Существует ряд измерительных устройств, способных работать в широком динамическом диапазоне. Ввиду многих достоинств, одним из самых перспективных развитий по направлению измерительных устройств уровня мощности можно считать развитие устройств на основе диодных детекторов.

Целью данной работы является экспериментальное исследование динамических характеристик сверхширокополосных диодных детекторов.

Измерены зависимости выходного напряжения от уровня входной мощности детекторов Д5А и Д42-20 производства АО «НПФ «Микран». Динамический диапазон составил от минус 45 дБм до 20 дБм в полосе частот от 10 МГц до 50 ГГц. С уменьшением нагрузки от типовой (30 КОм) уменьшается уровень выходного напряжения, математически определена зависимость.

Измерены частотные характеристики детекторов при входной мощности 0 дБм. Детекторы Д5А-20 имеют рабочий диапазон до 20 ГГц, неравномерность АЧХ составила  $\pm 1.5$  дБм на всем диапазоне частот. Детекторы Д5А-50 имеют рабочий диапазон до 50 ГГц. Неравномерность АЧХ составила  $\pm 1.5$  дБм до 26.5 ГГц и  $\pm 3.5$  до 50 ГГц.

Выявлена возможность детектирования огибающей радиоимпульсов при использовании нагрузки до 500 Ом. Измерены времена спада и нарастания импульсов для разных нагрузок. Для нагрузки 50 Ом времена спада и нарастания не более 7 нс, что соответствует видео полосе 57 МГц.

Проведено экспериментальное исследование максимальной входной мощности детектора в соответствии с ГОСТ 19656.13–1976 ваттметров. Выполнив ряд испытаний в качестве максимальной входной мощности детекторов было решение принять 25 дБм (320 мВт).

По совокупности характеристик детекторы Д5А и Д42 превышают российские аналоги и по ряду параметров превосходят зарубежных аналогов и способны выполнять функции импортзамещения.

Научный руководитель - Загородний А. С.

## **Разработка автономного источника питания для устройств комплекса "Радиобарьер"**

Чигишев А. А.

ООО "Унискан", г. Новосибирск  
Новосибирский государственный университет

В силу того, что, разработанный компанией "Унискан", комплекс "Радиобарьер" является охраняемым комплексом, датчики и устройства комплекса располагаются по всей охраняемой территории. В связи с этим сразу возникает вопрос обеспечения питания этих устройств. В комплексе этот вопрос решен с помощью аккумуляторов и, в отдельных случаях, с помощью кабелей. Однако, назвать эти варианты полностью автономными нельзя. Для обеспечения полной энергетической автономности устройств комплекса разрабатывается автономный источник питания (АИП).

АИП использует возобновляемые источники энергии, конкретно - солнечную энергию. Для сбора солнечной энергии используется солнечная панель. Буфером энергии между питаемым устройством и солнечной панелью, который служит для обеспечения бесперебойного питания, является аккумулятор. Собранная энергия используется для подзарядки аккумулятора, который непосредственно питает устройство комплекса.

Основная часть автономного источника питания - это контроллер заряда аккумулятора. Он предназначен для обеспечения необходимого, для безопасной зарядки аккумулятора, диапазона токов и напряжений. Кроме того, для обеспечения лучших энергетических характеристик АИП, в контроллере реализована функция поиска точки максимальной мощности солнечной панели. Контроллер заряда - суть импульсный преобразователь напряжения, управляемый микропроцессором по разработанному алгоритму. Управление преобразователем осуществляется путем изменения его коэффициента преобразования, для регулирования рабочего напряжения солнечной панели и диапазонов выходного напряжения и тока, что обеспечивает зарядку аккумулятора.

АИП рассчитан на устройства со средней потребляемой мощностью порядка 0.5 Вт, пиковая мгновенная мощность - 20 Вт, номинальная мощность солнечной панели - 10 Вт. АИП с такими характеристиками обеспечивает полную энергетическую автономность устройства с таким средним потреблением.

Научный руководитель - канд. физ.-мат. наук Козлов А. С.

## Разработка силового блока электрохирургического аппарата ЭХВЧ-250М

Шекалов А. В.

Новосибирский государственный университет

Команда инженеров компании ЗАО «СибНИИЦМТ» ведет разработки в области аппаратов медицинского назначения, в том числе электрохирургических аппаратов (ЭХВЧ), начиная с 1991 года. За это время была выпущена целая линейка приборов различного назначения: от аппаратов, применяемых в ветеринарных направлениях, до устройств для сложнейших операций на сердце человека. Однако с течением времени и повышением требований к качеству операций, некоторые характеристики ЭХВЧ оказываются неудовлетворительными, появляется необходимость в модернизации прибора, а так же в добавлении функционально новых возможностей для удобства использования во время хирургического вмешательства.

В настоящее время в компании ведутся работы по введению в серию нового аппарата для хирургического вмешательства, обладающего требуемыми характеристиками и набором необходимых функций для облегченной работы с ЭХВЧ. Так, модифицированная версия имеет различные режимы работы, включая «Чистое резание», три различных режима «Смесь», имеющих разнообразные коагуляционные свойства, которыми сопровождается процесс рассечения тканей, а так же четыре режима коагуляции. Для режимов типа резание, выходным сигналом является синусоидальный ток с амплитудой до 2А и напряжением до 310В, обеспечивающий локальную дезинтеграцию тканей в месте контакта электрода с биотканями. При работе в режиме коагуляции, на контакты подаются высоковольтные импульсы с амплитудой до 4кВ, способствующие ускорению процессу свертывания крови.

В ходе данной работы была произведена модернизация имеющихся блоков аппарата, а так же разработаны и реализованы новые узлы. В результате чего, была улучшена стабильность работы источника при длительном использовании, добавлена возможность работы с клавишным электрододержателем.

Работа выполнена в компании ЗАО «СибНИИЦМТ» г. Новосибирск.

Научный руководитель –Богаев С. А.

## **Разработка измерительных преобразователей СВЧ-диапазона**

Шелковников Г. В.

Новосибирский государственный технический университет

С расширением диапазона рабочих частот систем различного назначения растут требования к диапазону рабочих частот измерительных систем, используемых при разработке и отладке. При активном использовании цифровых средств автоматизации измерений довольно остро стоит задача создания аналоговых измерительных преобразователей с нормированными метрологическими характеристиками, позволяющими осуществить перенос спектра исследуемого сигнала в низкочастотную область, доступную для прецизионных аналого-цифровых преобразователей.

В работе стоит задача разработки, создания и нормирования метрологических характеристик универсальных измерительных преобразователей с максимально широким диапазоном рабочих частот. Важным требованием к разрабатываемым преобразователям является сохранение информации о фазе сигнала при переносе частот. Задача решается при совместном использовании квадратурных демодуляторов, синтезаторов, фильтров и симметрирующих трансформаторов. Для измерения разностей фаз, фазовых шумов и девиаций частот предложена схема двухканального одноразрядного дискретизатора на промежуточной частоте. Имитационное моделирование работы дискретизатора указывает на актуальность его применения при измерении параметров узкополосных сигналов. Проведен анализ современных решений в технике высокочастотных измерений. Произведен выбор и обоснование выбора элементной базы для различных диапазонов частот. Произведен расчет номиналов элементов. Разработаны электрические принципиальные и топология печатных узлов с учетом проницаемости и тангенса диэлектрических потерь в материале печатной платы.

В работе предстоит выполнить нормирование метрологических характеристик и создание методик использования спроектированных преобразователей.

Научный руководитель - канд. техн. наук Кривецкий А. В.

## **Формирование магнитного поля в изолированных стыках рельсов**

Школина Д. И.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

Важнейшую роль в обеспечении безопасности движения поездов играют рельсовые цепи. В процессе эксплуатации стальной рельс намагничивается в продольном направлении, при этом образуется сильное магнитное поле, которое в изолированных стыках выходит на поверхность. При движении колесных пар поезда в магнитном поле возникают помехи, которые приводят к нарушению нормальной работы СЦБ.

Целью работы является исследование закономерности формирования магнитного поля в изолированных стыках рельсов и разработка способов его уменьшения.

Исследовано распределение магнитного поля в стыках с различным значением зазора и заполнением промежутка между рельсами. При увеличении зазора от 14 до 18 мм магнитное поле на поверхности катания уменьшается в 2 раза, а при введении в промежуток стальной пластины поле уменьшается в 2,5 раза.

Для повышения надежности работы изолированных стыков предложено использовать магнитомягкие непроводящие материалы для заполнения изолирующего зазора. Экспериментально исследовано влияние коэффициента заполнения зазора листами феррита. При изменении коэффициента заполнения от 0 до 100% тангенциальное поле на поверхности катания уменьшилось на 61%, нормальная составляющая на 40%. Дальнейшая работа связана с выбором материалов для заполнения зазора, который позволит замкнуть магнитный поток рельсов и уменьшить магнитное поле на поверхности катания рельса.

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент Бехер С. А.

## **Построение ТГц модуляторов, основанных на концепции тороидных метаматериалов**

Щеголева К. И.

Национальный исследовательский технологический университет  
«МИСиС», г. Москва

В последние годы сформировалось мощное научное направление – исследование метаматериалов – композитных материалов, обладающих уникальными электрофизическими и оптическими свойствами, в частности, отрицательными значениями магнитной проницаемости и электрической восприимчивости. В результате возникает отрицательное преломление на границе двух сред. Достижение отрицательной рефракции является одной из превалирующих задач исследователей. Но не меньшее значение имеют проблемы возбуждения в метаматериалах тороидного момента и создание модуляторов, позволяющих изменять амплитуду, фазу или частоту прошедшей волны ТГц излучения.

Исследована модель метаматериала, представляющая собой разрезной кольцевой резонатор (РКР), в котором поддерживается динамически индуцированная намагниченность, циркулирующая по окружности, т.е. возбуждается тороидный момент. Исследуемая модель представляет собой резонатор, добротность которого меняется путем расположения в зазоры РКР включений арсенида галлия. С помощью численного электродинамического моделирования рассчитаны спектры прохождения ТГц излучения в таких резонаторах при разных конфигурациях расположения включений GaAs и при изменении значения проводимости GaAs от 10 до 10000 См/м. Построены зависимости коэффициента прохождения ТГц излучения и фазы от частоты.

Показано, что в предложенной модели наблюдается узкий симметричный пик полного прохождения, что говорит о малых радиационных потерях, высокой добротности метамолекулы и о сильно локализованных в центре метамолекулы электрического и магнитного полей. Это является перспективным для компактных устройств и применения в ТГц электронике, в частности в качестве модуляторов ТГц излучения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ по программе повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСиС» среди ведущих мировых научно-образовательных центров, грант К4-2015-031.

Научный руководитель – канд. техн. наук Башарин А. А.

## **Программный комплекс для моделирования бистатических индикатрис рассеяния объектов произвольной формы**

Якушенко Ю. В.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

При разработке радиолокационных систем необходимо знать величину эффективной площади рассеяния (ЭПР) целей, чтобы обосновать выбор элементов системы и их характеристик. В настоящее время существует большой выбор программ трехмерного электромагнитного моделирования, с помощью которых можно выполнить расчет ЭПР простых и сложных тел. Но этим программам необходимы трехмерные модели объектов, а расчеты требуют большой вычислительной мощности и продолжительного отрезка времени для вычислений.

Целью работы являлось создание программного комплекса моделирования бистатических индикатрис рассеяния объектов произвольной формы. Вычисления бистатической ЭПР в программе основаны на приближении физической оптики и принципе Бобине. Непосредственный расчет индикатрис выполняется известным методом кусочно-линейной аппроксимации контура.

В результате был разработан программный комплекс для моделирования бистатической ЭПР объектов при рассеянии вперед. С помощью этого комплекса можно имея фотографию либо чертеж объекта, зная его размеры и облучающую частоту, рассчитать и построить бистатические индикатрисы рассеяния и оценить среднюю ЭПР при рассеянии вперед. Контур с помощью встроенных в комплекс функций преобразуется в таблицу из нулей и единиц, где нулю соответствует белый цвет, а черному единица. Предварительно комплекс позволяет пользователю обработать изображение, конвертировать его в черно-белое и обработать границы контура объекта. Далее производится выборка строк и столбцов с «черными пикселями» и вычисляется ЭПР при рассеянии вперед. К плюсам данного программного комплекса можно отнести: простота работы с программой, быстрое действие, минимальное потребление ресурсов компьютера.

Научный руководитель – Громов В. А.

## Схемы контроля параметров электронных ключей

Акишев А. А.

Южно – Уральский государственный университет, филиал в г. Миассе

В настоящее время электронные ключи широко используются в схемотехнике различных электронных устройств. Сфера применения ключевых элементов охватывает ответственные узлы, которые не должны допускать ложные срабатывания, повышенные токи утечки и запуск устройства без предварительного контроля.

В рамках данной работы разработана схема отслеживания параметров электронных ключей, выполненных на МОП-транзисторах, обеспечивающая контроль максимально допустимого тока, контроль превышения тока утечки, а так же контроль наличия коммутируемого напряжения на ключе.

Схемы контроля построены по следующему принципу: сигналы с датчиков, установленных в цепях контролируемого ключа, сравниваются с опорными напряжениями при помощи компараторов и, в случае несоответствия, формируется сигнал ошибки.

В качестве датчиков применены интегральные датчики тока для контроля токовых параметров и делитель для контроля напряжения. Для сравнения выходных напряжений датчиков с напряжением источника опорного напряжения TL431 применены компараторы широкого применения LM393. Логические сигналы с компараторов подаются на микроконтроллер, являющийся блоком принятия решений системы управления, в которую входит контролируемый ключ.

На практике встречаются схемы, требующие реализации контроля иных параметров: например, контроль температуры посредством термодатчика. В этих случаях схемы контроля строятся по аналогичной структуре. Следует учитывать, что некоторые контролируемые параметры в определенных состояниях ключа могут терять свой физический смысл (например, ток утечки при открытом ключе). Поэтому данное условие должно входить в логику работы схемы контроля.

Научные руководители – Носиков М. В., Елисеев В. П.

## **Сверхпроводящие СВЧ резонаторы в системах накопления и преобразования СВЧ энергии**

Алексеев Б. А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Важным направлением электроники СВЧ больших мощностей является создание высокоэффективных источников мощного импульсного СВЧ излучения с длительностью импульсов порядка  $10^{-8}$  сек. Область применения таких источников - системы дальней радиолокации высокого разрешения, ускорители заряженных частиц, исследования взаимодействия электромагнитного излучения с различными материалами, системы мониторинга состояния окружающей среды и ряд других.

В ТПУ был предложен, развит и реализован в целом ряде устройств практического применения, получивших название «Микроволновые компрессоры», способ формирования мощных СВЧ импульсов, основанный на накоплении энергии относительно длинного СВЧ импульса в резонансном объеме с последующим ее быстрым выводом в нагрузку.

Усиление импульсной мощности микроволновых компрессоров СВЧ энергии находится в прямой зависимости от величины собственной добротности  $Q_0$  накопительного резонатора. В работе представлены результаты оценок основных характеристик микроволновых импульсных компрессоров СВЧ энергии, в которых для накопления энергии применены сверхпроводящие СВЧ резонаторы, имеющие значения  $Q_0$  на 4-6 порядков выше, чем  $Q_0$  традиционных медных резонаторов.

В диапазоне частот 1-40 ГГц проанализированы возможности сверхпроводящих резонаторов как накопителей энергии, определен характер частотной зависимости коэффициента усиления мощности сверхпроводящих СВЧ компрессоров.

Показано, что применение сверхпроводящих накопительных резонаторов в микроволновых импульсных компрессорах позволяет -

- повысить коэффициент усиления компрессора на 4-6 порядков при сравнимой с обычными системами компрессии длительности выходных импульсов;
- увеличить длительность генерируемых импульсов на 3-4 порядка с коэффициентом усиления обычных систем,
- на несколько порядков снизить мощность питающего СВЧ генератора.

Проведенные в ТПУ эксперименты со сверхпроводящими СВЧ накопителями энергии подтверждают расчетные оценки.

Научный руководитель – канд. техн. наук Самойленко Г. М.

## **Выбор целевой функции для калибровки матричного имитатора электромагнитных полей**

Белявская Н. В.

Новосибирский государственный технический университет

Применение матричных имитаторов (МИ) является перспективным направлением в области имитации электромагнитных полей. МИ представляет собой систему неподвижных излучателей, расположенных в дальней зоне антенны исследуемой радиоэлектронной системы (РЭС) и воспринимаемых ею как точечный излучатель, пространственное положение которого называется кажущимся центром излучения (КЦИ).

В работе исследовался синфазный МИ. В таких имитаторах управление положением КЦИ осуществляется за счет изменения отношения амплитуд сигналов, подводимых к излучателям МИ. При этом разница фаз сигналов поддерживается нулевой.

В силу различных факторов параметры сигналов на входе излучателей могут отличаться от расчетных значений, что приведет к отклонению КЦИ от требуемого положения. Для преодоления этого недостатка предлагается проводить калибровку МИ перед началом работы с ним.

Основной целью исследования был синтез многомерной целевой функции для процедуры калибровки синфазного двухточечного МИ. Решением задачи минимизации составленной целевой функции должен быть вектор управляющих сигналов МИ, позволяющих получить такие амплитуды и фазы излучаемых МИ сигналов, которые не только установили бы КЦИ по центру базы двухточечной модели, но и привели бы к синфазному сложению этих сигналов на апертуре антенны исследуемой РЭС. Данный вектор управляющих сигналов впоследствии используется в качестве начальных параметров при определении управляющих сигналов для установления КЦИ в любой точке базы.

Отработка целевых функций проводилась с помощью программы, написанной в среде MATLAB и моделирующей работу простейшего двухточечного МИ X-диапазона. Результатом исследования является целевая функция, позволяющая получить нулевую разность фаз сигналов в точке наблюдения, зная лишь амплитуды сигналов каждого излучателя в отдельности, и их суммарную амплитуду.

Выбор целевой функции фактически определил методику проведения процедуры калибровки МИ. После отработки методики на цифровой модели, был проведен ряд успешных экспериментов с реальным макетом двухточечного МИ.

Научные руководители – д-р техн. наук, проф. Киселев А. В.,  
канд. техн. наук, доцент Степанов М. А.

## **Исследование технологических аспектов формирования сложных, трехмерных электронных компонентов из LTCC керамики**

Вайман Д. А.

Новосибирский государственный технический университет

Низкотемпературная совместно обжигаемая керамика, в зарубежной литературе – Low temperature co-fired ceramic (LTCC), обладает множеством различных преимуществ, по сравнению с технологией HTCC (high temperature co-fired ceramic – высокотемпературная совместно обжигаемая керамика). В мире и в России LTCC керамика является очень перспективным материалом, так как позволяет, за счет более низкой температуры спекания (менее 1000 °С), создавать многослойные, сложной формы, трехмерные электронные компоненты с металлизационными слоями из низкоомных материалов, что является очень важным параметром в СВЧ электронике.

В работе представлено описание технологии формирования трехмерных структур на основе теоретического обзора литературы и практической реализации из низкотемпературной совместно обжигаемой керамики А6М фирмы Ferro. Рассмотрены основные принципиальные особенности выполнения различных технологических операций на примере создания аналога корпуса светодиода. Приведены оптимизированные параметры выполнения многих технологических операций. Также, представлены основные особенности перфорации керамических листов. Рассмотрены различные дефекты и основные сложности заполнения отверстий металлизацией, методом трафаретной печати. Для достижения максимальной сохранности топологии стека, при воздействии большого давления в изостатическом прессе и оптимизации процесса ламинирования образцов, используется специальный формообразующий силикон.

На заключительном этапе работы, представлены результаты плотности, фотографии микроструктуры керамики и равномерности распределения металлизационного слоя, которые позволяют выполнить оценку возможности технической реализации различных видов изделий на основе низкотемпературной совместно обжигаемой керамики и выделить основные перспективы её развития. К тому же, обзор многих «скрытых» проблем, которые возникали в ходе отработки технологического режима, позволяют учесть их в будущем при реализации других изделий.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Данилов В. С.

## Планарные метаматериалы с тороидным откликом

Вольский Н. А.

Национальный исследовательский технологический университет  
“МИСиС”, г. Москва

В данной работе продемонстрированы электромагнитные характеристики планарного метаматериала с тороидным откликом, основанного на периодически расположенных метамолекулах, состоящих из двух симметричных РКР (разрезных кольцевых резонаторов). Такие метаматериалы являются крайне перспективными для большого количества прикладных задач, таких как создание высокодобротных резонаторов и ингредиентов кубитов, для возбуждения нелинейностей и других задач фотоники. Было показано, что исследуемые метаматериалы обладают сильными электромагнитными полями, сконцентрированными внутри метамолекулы, благодаря тороидному отклику. Это приводит к экстремально сильным добротностям предложенных метаматериалов (~50000).

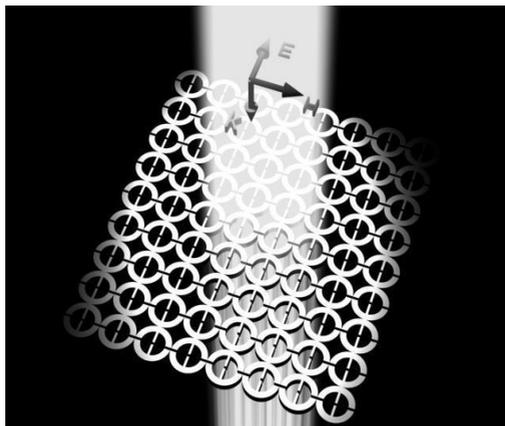


Рис. 1. Планарный метаматериал

В работе приведены результаты экспериментального и теоретического исследования метаматериалов в СВЧ диапазоне.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ по программе повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСиС» среди ведущих мировых научно-образовательных центров (№К4-2015-031).

Научный руководитель – канд. техн. наук Башарин А. А.

## Анализ влияния температуры подложек на параметры печатного рисунка, полученного методом ультразвукового капиллярного дозирования

Здрок А. Е., Умаров А. М., Шерстюк Д. В.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

В работе [1] показан опыт применения системы ультразвукового капиллярного дозирования жидкостей для решения задачи изготовления органических светодиодных матриц. В [2] показано влияние процесса испарения чернил на воспроизводимость параметров печатного рисунка и предложены пути снижения влияния механизма испарения. Также в ходе экспериментальных исследований было установлено, что не меньшее значение на качество печати оказывает температура подложки, на которую осуществляется печать.

На рис. 1 приведен пример поперечных сечений одиночных линий, нанесенных методом ультразвукового капиллярного дозирования при двух различных температурах подложек.

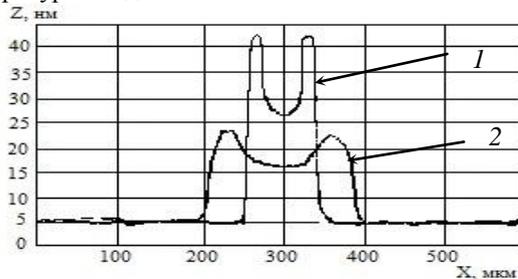


Рис. 1. Поперечные сечения линий

1 – температура подложки 10°C; 2 – температура подложки 44°C

Экспериментально показано, что изменение температуры позволяет управлять параметрами пленок, наносимых методом ультразвукового капиллярного дозирования.

1. Развитие аддитивных принтерных технологий в электронике/ под ред. проф. Н. Д. Малютина. – Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, 2015, 68 с.

2. Problem of Ink evaporation while using plotter systems to manufacture printed electronic products / A.M. Allanurov, A. E. Zdrok, A.G. Loschilov, N.D. Malyutin.: Procedia Technology, 18, 2014. – IICST 2014, Warsaw, 2014, p. 19-24.

Научный руководитель – канд. техн. наук Лоцилов А. Г.

## **Применение магнитомягких материалов для защиты биологических объектов и технических средств от электромагнитного поля**

Каширина А. А.

ЦНИИ КМ «Прометей», г. Санкт-Петербург

В условиях постоянно увеличивающегося количества электронных средств возникает необходимость обеспечивать защиту от электромагнитного излучения (ЭМИ) биологических объектов и приборов для прецизионных измерений. При продолжительной эксплуатации высокоэнергетических и высокочастотных систем у биологических объектов наблюдаются нарушения в сердечно-сосудистой, гормональной и центральной нервной системах, также имели место случаи потери зрения. В условиях наличия помех возможны сбои в работе медицинского оборудования, что приводит к неправильной постановке диагноза и неправильному лечению пациентов. Также необходимо обеспечивать электромагнитную совместимость приборов, устранять возможность утечек информации из специально оборудованных комнат и так далее.

Такие способы защиты от электромагнитного излучения, как защита временем (ограничение времени пребывания биологических объектов рядом с источниками ЭМИ) и защита расстоянием (удаление персонала и прецизионной техники от источников ЭМИ) подчас неприменимы. В связи с этим все большее распространение получают специальные материалы для защиты от ЭМИ.

В настоящее время наиболее перспективными экранирующими и поглощающими материалами являются магнитомягкие материалы на основе ферромагнитных элементов, углерода (например, углеродные нанотрубки) и ферриты. При анализе современного уровня материаловедения и техники представляется интересной разработка экранирующих и поглощающих защитных материалов в виде магнитодиэлектриков на основе магнитомягкого порошка железных сплавов, изготавливаемого методом УДА (универсальной дезинтеграторно-активаторной обработки), микропроводов в стеклянной изоляции (изготавливается методом Улитовского) и аморфных лент сплавов на основе кобальта и железа.

В докладе представлены преимущества разрабатываемых материалов, основные свойства получаемых магнитодиэлектриков и рекомендации по практическому применению.

Научные руководители – д-р техн. наук, доцент Орыщенко А. С.,  
канд. техн. наук, доцент Фармаковский Б. В.

**Компактная безэховая камера для исследования высокодобротных метаматериалов.**

Кожокарь М. В., Вольский Н. А., Стенищев И. В.

Национальный исследовательский технологический университет  
“МИСиС”, г. Москва

Создание безэховой камеры обусловлено необходимостью повышения точности измерения материальных и S-параметров (коэффициентов отражения и прохождения) метаматериалов. Существующие безэховые камеры в силу размера и высокой стоимости не удовлетворяют необходимым условиям исследования метаматериалов, вследствие чего измерения проводятся в открытом пространстве, что значительно понижает их точность. Таким образом, без компактной безэховой камеры невозможно продвижение в исследовании свойств высокодобротных метаматериалов. В результате, была создана компактная безэховая камера, стенки которой оснащены покрытием Терновник ТГ (отражение от стенок менее 40 дБ). Для поглощения бокового излучения рупорных антенн (Пб-124А) вокруг их апертуры расположен радиопоглощающий материал МОХ-530. Для крепления метаматериала на равном расстоянии от двух антенн расположена диафрагма с отверстием радиусом 50 мм. Принимающая и передающая антенны работают в диапазоне частот от 1,5 до 18 ГГц. Измерения проводятся на векторном анализаторе цепей Rohde & Schwarz ZVB20.

Таким образом, мы показали, что построенная уникальная безэховая камера позволяет проводить измерения с точностью до 0,1 дБ. Так, благодаря ей удалось измерить тороидные метаматериалы, отличающиеся высокой добротностью, которая наблюдается в экстремально узких пиках коэффициентов отражения и прохождения шириной несколько десятков МГц при центральной частоте порядка 10 ГГц (Вольский Н.А., Планарные метаматериалы с тороидным откликом, тез. докл. МНСК-2016).

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ по программе повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСиС» среди ведущих мировых научно-образовательных центров (№К4-2015-031).

Научный руководитель - канд. техн. наук Башарин А. А.

## Разработка бытового датчика углекислого газа

Морозов К. С.

Новосибирский государственный технический университет

В настоящее время мало кто следит за содержанием углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) в помещениях, а между тем качество воздуха в помещении напрямую влияет на качество работы в этом помещении и на самочувствие человека. Сейчас системы принудительной вентиляции в большинстве зданий просто отсутствуют, а в других нуждаются в модернизации для снижения энергопотребления за счет автоматического включения вентиляции только при необходимости. К сожалению, высокая стоимость датчиков аналогов и систем вентиляции в целом также не позволяет повсеместную установку этих систем.

За 2015 год появилось много новых датчиков, но это все зарубежные разработки, поэтому стоимость таких датчиков высока и рядовой потребитель не считает нужным тратить деньги на такую систему как монитор углекислого газа, который сигнализировал бы о превышении допустимых норм концентраций  $\text{CO}_2$ . Кроме того, моделей с низким энергопотреблением, которые могли бы работать от батареек, практически не выпускается, а их стоимость еще выше, чем у стандартных моделей.

Цель данной работы — разработать датчик углекислого газа с рабочим диапазоном от 0 до 2000 ppm (уличный уровень  $\text{CO}_2$  — 400 ppm, допустимый уровень — до 1000 ppm), разрешением  $\pm 50$  ppm, низким энергопотреблением и стоимостью для использования в жилых домах, школах, офисах, больницах, в аграрной промышленности.

В ходе работы был сделан вывод, что наименьшее энергопотребление и наибольшую точность датчика можно достичь, используя метод недисперсионной инфракрасной спектроскопии. Был выбран метод измерения концентрации  $\text{CO}_2$ , проведены испытания источников и приемников излучения для собственного датчика, сделан выбор компонентов по технико-экономическим параметрам, сделан опытный образец датчика. Так же было произведено сравнение между собой показаний нескольких доступных на рынке аналогов.

Работа выполняется в рамках магистерской работы в НГТУ при поддержке группы компаний «ТИОН», резидента новосибирского Академпарка.

Научный руководитель - д-р техн. наук, проф. Макуха В. К.

## **Конструктивно-технологические методы улучшения параметров полупроводниковых приборов**

Пилипец И. В.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

В современной электронной технике полупроводниковые приборы играют исключительную роль. В частности, полупроводниковые диоды используются для выпрямления переменного напряжения, а также находят применение в различной приемной и усилительной аппаратуре. Основным электрическим параметром, характеризующим мощный полупроводниковый диод, является пробивное напряжение, существенное влияние на которое оказывает конструкция и технология изготовления прибора.

Таким образом, целью данной работы является изучение влияния различных конструктивно-технологических методов на пробивное напряжение диодов. В качестве таких методов было рассмотрено применение полевой обкладки и диффузионного охранного кольца в плоскостных и меза-структурах. Полевая обкладка представляет собой верхний металлический контакт, площадь которого больше площади р-п перехода, нанесенный поверх защитного диэлектрика. Технология диффузионного охранного кольца заключается в увеличении глубины диффузионного р+ слоя на границе р-п-перехода.

В ходе данной работы было проведено моделирование процессов пробоя диодов в различных конструктивных исполнениях в системе TCAD Synopsys. По результатам моделирования составлены оптимальные технологические режимы и на их основе получены кремниевые диффузионные диоды. Выполнен анализ полученных результатов и проведено сравнение диодов с серийно выпускаемыми образцами. Благодаря использованию диффузионного охранного кольца удалось увеличить пробивное напряжение плоскостных диодов с 50 В до 100 В, а применение полевой обкладки в меза-диодах позволило отказаться от проблемной технологии защиты мезы электроизоляционным лаком и повысить пробивное напряжение с 65 В до 140 В. Экспериментальные данные согласуются с результатами компьютерного моделирования.

Научный руководитель – Воробинский Е. Ю.

## Разработка датчика определения объемной активности радона и его дочерних продуктов распада в воздухе

Пимонов Д. А.

АО «Тион Умный микроклимат», г. Новосибирск  
Новосибирский государственный университет

Радон - радиоактивный тяжелый инертный газ без цвета и запаха, не имеющий стабильных изотопов, вырабатывающийся при радиоактивном распаде урана-238, содержащегося в горных породах и почве. Радон проникает на поверхность Земли через трещины в породах, через почву и воду, может скапливаться в низинах и закрытых подвальных помещениях. При распаде радона его дочерние продукты распада (ДПР) оседают на частицы пыли, содержащиеся в воздухе, попадают в органы дыхания и облучают организм альфа-частицами изнутри, вызывая рак легких. Согласно данным ВОЗ, радон является второй по распространенности причиной рака легких после курения и именно на радон и его ДПР приходится 70% доли получаемого человеком облучения за счет природных источников радиации.

Целью данной работы является разработка современного датчика определения объемной активности радона и его ДПР в воздухе. По своим целевым характеристикам, как, например, время отклика датчика, себестоимость, точность, разрабатываемый прибор должен превосходить устройства аналогичного класса, доступные на рынке.

Так как в цепочке распадов радона происходят распады с испусканием альфа- и бета-частиц, то детектировать радон и определять его объемную активность можно при помощи регистрации испускаемых частиц. Наиболее распространенными методами регистрации ионизирующих излучений являются полупроводниковый, сцинтилляционный и ионизационный. В данной работе в качестве регистратора ионизирующего излучения был выбран полупроводниковый детектор, как наиболее быстрый и не требующий сложных конструктивных решений.

Основными этапами данной работы являются построение физико-технической модели прибора, разработка принципиальной электрической схемы прибора и её отладка, построение математического алгоритма обработки данных, программирование микроконтроллера, проверка целевых характеристик полнофункционального прототипа в реальных условиях и конструирование корпуса прибора для серийного производства.

Научные руководители – д-р. техн. наук Назаров А. Д., Волков Д. С.

## Получение и исследование магнитных наноразмерных магнитожёстких и магнитомягких плёнок CoP

Подорожняк С. А., Волочаев М. Н.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск  
Институт физики им. Киренского СО РАН, г. Красноярск

Тонкие магнитные плёнки (ТМП), являющиеся перспективными материалами для функциональной электроники, могут быть получены как с применением технологий вакуумного напыления, так и химического восстановления из водных растворов. Нами исследован метод химического восстановления, который позволяет простыми изменениями технологических условий в широких пределах изменять магнитные характеристики получаемых ТМП.

Перед осаждением ТМП, подложки подвергают процедурам отмывки, сенсбилизации и активации. Осаждение проводится в растворе, содержащем соль кобальта, лимоннокислый натрий и гипофосфит натрия.

Рентгенофазовый анализ ТМП, полученных из раствора с разнообразным рН в широких рамках (рН 7–8,8) и обладающих коэрцитивной силой свыше 600 Э, показал наличие доминирующей фазы ГПУ кобальта. Однако в узком диапазоне рН (8,1–8,45) дополнительно наблюдается появление пиков фосфида кобальта  $\text{CoP}_2$ . Коэрцитивная сила этих плёнок превышает значение в 800 Э. ТМП, полученные при рН 8,85–9,3 обладают коэрцитивной силой меньше 50 Э и характеризуются аморфной структурой.

Просвечивающая электронная микроскопия образцов, полученных при разных значениях рН и обладающих различной коэрцитивной силой показывает уменьшение размера зерна с 70 до 33 нм с ростом рН среды.

Как следует из приведённых выше результатов, изменение рН раствора от 7,1 до 9,3 позволяет получать ТМП CoP с различным фазовым составом и размером зерна, и, как следствие, с различными магнитными характеристиками. Осаждение ТМП при рН от 7,1 до 8,8 позволяет получить магнитожёсткие поликристаллические плёнки с доминирующей ГПУ решёткой, а при рН свыше 8,9 – магнитомягкие с аморфной структурой.

Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, доцент Чжан А. В.

## **Диэлектрические метаматериалы с тороидным откликом на основе воды**

Стенищев И. В.

Национальный исследовательский технологический университет  
«МИСиС», г. Москва

В настоящее время большой интерес вызывает наноиндустрия за счет уникальной возможности манипулирования объектами в наномасштабе. В частности, в нанофотонике – науке о распространении электромагнитных волн в субволновых масштабах, наиболее перспективны метаматериалы. Метаматериалы – среды, оптические свойства которых зависят от свойств составляющих их элементов и топологии. Главным их недостатком считаются потери на излучение. Совсем недавно свое рождение получили метаматериалы с тороидным откликом, благодаря которому электрическое и магнитное поле может быть строго ограничено в области метамолекул. Такие материалы имеют преимущества в нанооптике, станут отличными кандидатами для резонаторов кубитов, эмиттеров наноантенн и других нано-телекоммуникационных устройств, основными требованиями в которых является обеспечение сильно локализованных полей, высокая добротность и низкие радиационные потери.

Экспериментально и теоретически продемонстрирован в СВЧ диапазоне тороидный дипольный отклик в метаматериалах, основанных на кластерах цилиндрических частиц вблизи частоты 3.4 ГГц. В эксперименте мы использовали вместо диэлектрических дорогостоящих керамических элементов дистиллированную воду, диэлектрическая проницаемость которой при комнатных температурах  $\sim 80$ , в то время как тангенс диэлектрических потерь не велик.

Мы представляем метаматериалы с низкими радиационными потерями на основе кластеров из стеклянных колбочек, заполненных водой, которые позволяют наблюдать тороидный отклик, получать сильно локализованное электромагнитное поле, а также дают возможность создавать наглядные прототипы будущих нано-устройств. Кроме того, предложенный метаматериал будет иметь низкие радиационные потери, что является главным недостатком метаматериалов на сегодняшний день.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ по программе повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСиС» среди ведущих мировых научно-образовательных центров (№ К4-2015-031).

Научный руководитель – канд. техн. наук Башарин А. А.

## **Устройство термостатирования подложек для системы аддитивного изготовления печатных плат**

Умаров А. М., Шерстюк Д. В., Здрок А. Е.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

В настоящее время в области печатной электроники активно внедряются системы, основанные на струйных (inkjet) технологиях получения рисунка. Известными недостатками таких систем являются: высокие требования к параметрам чернил (вязкость, размер частиц и т.д.); невысокая повторяемость печати; ограниченная точность дозирования (от 1 пл); неоднородность толщины пленок.

Альтернативным методом является метод ультразвукового капиллярного дозирования [1], сущность которого заключается в перемещении капилляра заполненного функциональным раствором (чернилами) над поверхностью подложки по заданной траектории с одновременным обеспечением контакта мениска раствора и подложки (без контакта капилляра с поверхностью) и формировании печатного рисунка.

В ходе экспериментальных исследований технологии было установлено, что параметры печатного рисунка в значительной степени зависят от температуры окружающей среды и в первую очередь от температуры подложки. Поэтому принято решение разработать устройство термостатирования подложек, которое может повысить повторяемость печатного рисунка.

Разработанное устройство включает в себя блок управления и термостатированный стол. Блок управления выполнен на микроконтроллере, реализующем пропорционально-интегрально-дифференцирующий (ПИД) алгоритм регулирования. В качестве элементов управления температуры используются термоэлектронные модули на эффекте Пельтье. Диапазон регулировки температуры термостатированного стола от 5 до 45°C, точность регулировки температуры  $\pm 1^\circ\text{C}$ , неоднородность температуры по поверхности стола не более  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ .

---

1. GIX Microplotter II [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://www.sonoplot.com/products/gix-microplotter-ii/> (дата обращения: 17.02.2016)

Научный руководитель – канд. техн. наук Лоцилов А. Г.

## Управление спектральной чувствительностью Au-Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>S - структуры.

Худаёров О. Ф., Герасименко С. Ю.

Физико-технический институт АН, г. Ташкент, Узбекистан

Работа посвящена исследованиям спектра фоточувствительности (S) Au-Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>S-Mo- структурного фотоприемника на основе поликристаллического полупроводникового материала (Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>S) созданного при различных технологических условиях роста фотоактивного слоя Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>S. Фотодатчик Au-Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>S-Mo- создавался методом термического испарения золота (Au, 50 Å) в вакууме 10<sup>-5</sup> Торр на поверхность пленок Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>S (8 мкм), которые синтезировались газотранспортным методом в потоке водорода в квазизамкнутой системе при соиспарении соединений ZnS и CdS на молибденовую подложку (Mo). Источники ZnS, CdS и подложка из молибдена находились в установленном температурном режиме. Исследования спектральной чувствительности коэффициента сбора Au-Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>S-Mo структуры выращенных при различных технологических режимах, когда температура испарителя CdS и подложка находятся в установленном температурном режиме, а температура испарителя ZnS уменьшается от T<sub>ZnS</sub>=1100° С до T<sub>ZnS</sub>=950°С, в спектре сбора происходит сдвиг от коротковолновой области в длинноволновую область спектра с образованием максимумов в различных областях спектра.

Сдвиг максимума и образование новых максимумов в спектре чувствительности связано с образованием слоев с различными ширинами запрещенных зон в активном слое Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>S. При T<sub>ZnS</sub>=1100° С активный слой Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>S состоит из слоя с E<sub>g</sub> = 3.05 eV, 2 – T<sub>ZnS</sub>=1050° С (E<sub>g</sub> = 3.1 eV; 2,9 и 2,75 eV), 3 – T<sub>ZnS</sub>=1000° С (E<sub>g</sub> = 2.9 eV; 2,75 и 2,5 eV).

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук Кобулов Р. Р.

## Разработка печатающей головки для создания печатных плат методом аддитивного нанесения электропроводящих рисунков

Шерстюк Д. В., Умаров А. М.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

На сегодняшний день существует два метода изготовления печатных плат: аддитивный и субтрактивный, а также множество технологий на основе этих методов. Получение проводящего рисунка печатной платы является важным этапом в производстве. Аддитивный метод является прямым методом. Аддитивные (additio – прибавление) методы основаны на избирательном осаждении токопроводящего покрытия на диэлектрическое основание. Для печати проводников могут быть использованы различные металлосодержащие чернила. Данный метод позволяет создавать печатные платы, исключив из технологического процесса стадию травления, и все вытекающие из этого проблемы с утилизацией и восстановлением расходных материалов.

Для нанесения материала было принято решение использовать шприцевой дозатор. Для исключения влияния человеческого фактора в процессе дозирования, предложено использовать шаговый двигатель, который позволит в определенные временные интервалы создавать усилия на поршень шприца, тем самым, получить заданные объемы доз материала. Был проведен анализ требований к конструкции дозатора,



Рис. 1 – Печатающая головка

печатной платы.

поиск аналогов, в итоге было принято решение разработать свой вариант конструкции, показанный на рис 1. Для передачи движения с вала шагового двигателя на поршень шприца, используется система зубчатых колес, которая на выходе преобразует вращательное движение вала двигателя в поступательное поршня шприца при помощи передачи «винт-гайка». Конструкция детали крепится к направляющей вертикальной оси координатографа. Перемещение шприцевого дозатора по заданным координатам в пространстве одновременно с выдавливанием токопроводящих чернил позволит создавать проводящий рисунок на поверхности подложки

Научный руководитель – канд. техн. наук Лошилов А. Г.

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Акишев А. А. ....	70	Костенкова А. С. ....	33
Александров И. И. ....	5	Крюков И. С. ....	34
Алексеев Б. А. ....	71	Кузнецова Е. Ю. ....	35
Алексеев Е. В. ....	20	Кустов И. Н. ....	36
Алексеевко З. Н. ....	6	Ларионова С. С. ....	37
Анишин М. Н. ....	20	Лукоянычев А. В. ....	38
Ашанина А. С. ....	7	Магомедов Т. Ю. ....	39
Белявская Н. В. ....	72	Максимкин А. И. ....	34
Бердюгин А. И. ....	14	Момотова О. В. ....	40
Вайман Д. А. ....	73	Морозов К. С. ....	78
Василевский Н. И. ....	8	Надымов А. М. ....	41
Вергун Я. Ю. ....	9	Никишин Т. П. ....	42, 55
Волочаев М. Н. ....	81	Никольская А. Д. ....	43
Вольский Н. А. ....	74, 77	Никулина Ю. С. ....	44
Вольхин Д. И. ....	10	Пелемешко А. В. ....	45
Воробьев А. С. ....	11, 12	Пилагеина Е. А. ....	46
Воронова Е. Н. ....	13	Пилипец И. В. ....	79
Выговский В. Ю. ....	14	Пимонов Д. А. ....	80
Газитов С. Р. ....	20	Пинигина И. Я. ....	18
Герасименко С. Ю. ....	84	Погадаев Е. А. ....	47
<i>Гребенчук В. Е.</i> ....	15	Подорожняк С. А. ....	81
Данилов Д. С. ....	16	Потарский К. В. ....	48
Дрозд О. В. ....	17	Росляков С. Н. ....	49
Дуюкова Н. С. ....	18	Рязанцев И. И. ....	50
Есин А. А. ....	19	Сандабкин Е. А. ....	51
Жук Г. Г. ....	20	Семенов Е. С. ....	52, 53
Журавлёв А. А. ....	21	Стеницев И. В. ....	77, 82
Заичко К. В. ....	22	Сушков А. А. ....	54
Захаров А. Ф. ....	23	Тарасов С. Е. ....	20
Здрок А. Е. ....	75, 83	Тимергалина Г. В. ....	42, 55
Ивченко Н. И. ....	24	Ткаченко А. Ю. ....	56
Идиатуллина Ю. В. ....	24	Тонконогова Е. В. ....	57
Каратовский А. Ю. ....	25	Тренкаль Е. И. ....	58
Каширина А. А. ....	76	Умаров А. М. ....	75, 83, 85
Келлер Ю. И. ....	26	Уткин Б. В. ....	20
Кобзев В. М. ....	27, 28	Фараизова Л. И. ....	59
Кожевникова О. Г. ....	29	Федосов И. И. ....	60
Кожокарь М. В. ....	77	Фисюк В. Д. ....	61
Козлов М. А. ....	30	Хисматуллин Н. М. ....	62
Королёва А. Ю. ....	31	Худаёров О. Ф. ....	84
Космина М. В. ....	32	Черепанов А. В. ....	63

Черкасова Н. В.....	8	Шерстюк Д. В.....	75, 83, 85
Чигишев А. А.....	64	Школина Д. И.....	67
Шекалов А. В.....	65	Щеголева К. И.....	68
Шелковников Г. В.....	66	Якушенко Ю. В.....	69

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ .....</b>	<b>5</b>
Александров И. И.....	5
Алексеевко З. Н.....	6
Ашанина А. С.....	7
Василевский Н. И., Черкасова Н. В. ....	8
Вергун Я. Ю. ....	9
Вольхин Д. И.....	10
Воробьев А. С.....	11
Воробьев А. С.....	12
Воронова Е. Н. ....	13
Выговский В. Ю., Бердюгин А. И.....	14
Гребенчук В. Е. ....	15
Данилов Д. С. ....	16
Дрозд О. В. ....	17
<b>Дуюкова Н. С., Пинигина И. Я. ....</b>	<b>18</b>
Есин А. А.....	19
Жук Г. Г., Алексеев Е. В., Анишин М. Н., Газитов С. Р., Тарасов С. Е., Уткин Б. В. ....	20
<b>Журавлёв А. А.....</b>	<b>21</b>
Заичко К. В.....	22
<b>Захаров А. Ф.....</b>	<b>23</b>
Ивченко Н. И., Идиатуллина Ю. В. ....	24
<b>Каратовский А. Ю.....</b>	<b>25</b>
Келлер Ю. И.....	26
Кобзев В. М.....	27
Кобзев В. М.....	28
Кожевникова О. Г. ....	29
<b>Козлов М. А.....</b>	<b>30</b>
Королёва А. Ю.....	31
Космина М. В.....	32
Костенкова А. С.....	33
Крюков И. С., Максимкин А. И. ....	34
<b>Кузнецова Е. Ю.....</b>	<b>35</b>
Кустов И. Н. ....	36
Ларионова С. С.....	37
Лукоянычев А. В. ....	38
Магомедов Т. Ю.....	39
Момотова О. В. ....	40
<b>Надымов А. М. ....</b>	<b>41</b>
Никишин Т. П., Тимергалина Г. В.....	42
Никольская А. Д.....	43
Никулина Ю. С.....	44
<b>Пелемешко А. В.....</b>	<b>45</b>

Пилагеина Е. А.....	46
Погадаев Е. А.....	47
Потарский К. В.....	48
Росляков С. Н.....	49
Рязанцев И. И.....	50
Сандабкин Е. А.....	51
Семенов Е. С.....	52
Семенов Е. С.....	53
Сушков А. А.....	54
Тимергалина Г. В., Никишин Т. П.....	55
Ткаченко А. Ю.....	56
Тонконогова Е. В.....	57
Тренкаль Е. И.....	58
Фараизова Л. И.....	59
Федосов И. И.....	60
Фисюк В. Д.....	61
Хисматуллин Н. М.....	62
Черепанов А. В.....	63
Чигишев А. А.....	64
Шекалов А. В.....	65
Шелковников Г. В.....	66
Школина Д. И.....	67
Щеголева К. И.....	68
Якушенко Ю. В.....	69
<b>ЭЛЕКТРОНИКА .....</b>	<b>70</b>
Акишев А. А.....	70
Алексеев Б. А.....	71
Белявская Н. В.....	72
Вайман Д. А.....	73
Вольский Н. А.....	74
Здрок А. Е., Умаров А. М., Шерстюк Д. В.....	75
Каширина А. А.....	76
Кожокарь М. В., Вольский Н. А., Стенищев И. В.....	77
Морозов К. С.....	78
Пилипец И. В.....	79
Пимонов Д. А.....	80
Подорожняк С. А., Волочаев М. Н.....	81
Стенищев И. В.....	82
Умаров А. М., Шерстюк Д. В., Здрок А. Е.....	83
Худаёров О. Ф., Герасименко С. Ю.....	84
Шерстюк Д. В., Умаров А. М.....	85
<b>АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ.....</b>	<b>86</b>
<b>ОГЛАВЛЕНИЕ .....</b>	<b>88</b>

МАТЕРИАЛЫ  
54-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ  
СТУДЕНЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
МНСК–2016

РАДИОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА, СВЯЗЬ

*Материалы конференции публикуются в авторской редакции*

---

Подписано в печать 31.03.2016

Офсетная печать

Заказ № \_\_\_\_\_

Формат 60x84/16

Уч.-изд. л. 4,3. Усл. печ. л.4,3.

Тираж 95 экз.

---

Редакционно-издательский центр НГУ  
630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2