

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ



ПЕРВАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ
НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПОСВЯЩЕННАЯ ДНЮ РАДИО

Тезисы докладов

(Тамбов, 5 – 7 мая 2016 г.)

Тамбов
Издательство ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2016

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный технический университет»

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

**ПЕРВАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ
НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПОСВЯЩЕННАЯ ДНЮ РАДИО**

Тезисы докладов

(Тамбов, 5 – 7 мая 2016 г.)



Тамбов
Издательство ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2016

УДК 621.396.6
ББК 3844-02
P15

Редакционная коллегия:

Д. Ю. Муромцев – *ответственный редактор*,
Т. И. Чернышова – *зам. ответственного редактора*,
С. П. Москвитин, А. П. Пудовкин, Н. Г. Чернышов, С. В. Фролов

P15 **Радиоэлектроника. Проблемы и перспективы развития :** тезисы докладов первой всероссийской студенческой научной конференции / под ред. Д. Ю. Муромцева [и др.] ; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. – 144 с. – 100 экз.

ISBN 978-5-8265-1557-0 (I)

Представлены тезисы докладов участников первой всероссийской студенческой научной конференции «Радиоэлектроника. Проблемы и перспективы развития», в которых раскрываются вопросы проектирования радиоэлектронных систем различного назначения на всех стадиях производства, генерации сигналов, приема и передачи различной информации по каналам связи, а также вопросы развития и применения радиоэлектроники в медицине и медицинской технике.

Материалы могут быть полезны студентам-исследователям, а также инженерно-техническим работникам различных отраслей промышленности.

УДК 621.396.6
ББК 3844-02

Материалы, вошедшие в сборник, сохраняют авторскую редакцию.

ISBN 978-5-8265-1557-0 (I)
ISBN 978-5-8265-1556-3 (общ.)

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»), 2016

Секция 1
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И
ПЕРСПЕКТИВЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А. В. Бондарев

Воронежский государственный технический университет

Радиоэлектронная промышленность (РЭП) – один из основных высокотехнологичных секторов экономики страны, обеспечивающий разработку и производство военной и гражданской продукции, от уровня которой зависит технологическая, экономическая и информационная безопасность России. Именно радиоэлектроника является катализатором научно-технического прогресса страны, базисом для устойчивого роста других отраслей промышленности. Рынок радиоэлектронной аппаратуры является одним из самых емких и быстрорастущих и обладает огромным потенциалом дальнейшего развития. Широкое применение радиоэлектроники во всех сферах деятельности человека оказало и продолжает оказывать огромное влияние на развитие экономики и образ жизни людей.

Удельный вес инновационной продукции составляет около 30% от общего объема промышленного производства.

Радиоэлектронную промышленность характеризует высокий уровень наукоемкости производства инновационной продукции, доля затрат на исследования и разработки составляет около 46% в общих затратах на технологические инновации. Около 25% составляют затраты на приобретение новейшего технологического оборудования.

Инновационная деятельность в радиоэлектронной промышленности характеризуется достаточно высокой экономической эффективностью: объем инновационной продукции более чем в 3 раза превышает затраты на ее производство.

Вместе с тем в РЭП, как и в других оборонных отраслях, существует комплекс проблем, обусловленных структурными диспропорциями РЭП – несоответствием масштаба и структуры отрасли, ее научно-технического и производственного потенциалов объему и структуре платежеспособного спроса на продукцию. Их устранение связано с дальнейшим развитием отрасли, которое сдерживается рядом негативных факторов: моральным и физическим старением основных произ-

водственных фондов, необходимым обновлением стендовой и испытательной базы научно-технических предприятий, отставанием общего уровня технологий и организации работ по сравнению с лучшими зарубежными предприятиями, критическим состоянием кадрового потенциала

Основные направления технологической модернизации радиоэлектронной промышленности:

1. Создание научно-производственного комплекса с достаточным набором технологий для выпуска современной радиоэлектронной продукции.

2. Оптимизация организационного, научно-технического и производственного кооперационного взаимодействия предприятий для более широкого использования единой технологической базы.

3. Расширенное использование инновационных радиоэлектронных технологий путем их создания, внедрения, заимствования и эволюционного развития.

4. Ликвидация неэффективных, неиспользуемых и необоснованно дублированных производственно-технологических ресурсов.

5. Активная разработка и выпуск инновационных высокотехнологичных изделий с приоритетом гражданского сектора.

6. Повышение общей производительности труда и ускорение проектно-производственного цикла разработок.

7. Сохранение и развитие кадрового потенциала

Библиографический список

1. Кураев, Н. М. Современное состояние, проблемы и перспективы инновационного развития радиоэлектронной промышленности : сборник материалов по итогам Третьей международной научно-практической онлайн-конференции; Москва, 27 – 30 июля 2011 года / Н. М. Кураев, А. Н. Стяжкин ; под общ. ред. профессора О. Н. Мельникова. – М. : Креативная экономика, 2011. – 496 с.

*Работа выполнена под руководством
д-ра техн. наук, профессора А. В. Муратова*

АНАЛИЗ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ РОБОТИЗИРОВАННОГО МАНИПУЛЯТОРА С МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Д. В. Васильченко, А. Л. Неклюдов

Воронежский государственный технический университет

В наш век – век высоких технологий, человек старается максимально автоматизировать все процессы своей жизни. В частности, без роботов сейчас не обходится ни одно современное производство. Одним из типов устройств автоматизации является роботизированный манипулятор. Проведенный анализ запатентованных конструкций выявил, что все они являются статичными и малоподвижными, это является существенным недостатком. Поэтому, при создании опытного образца за основу была взята открытая разработка британских конструкторов под названием «MeArm» [1].

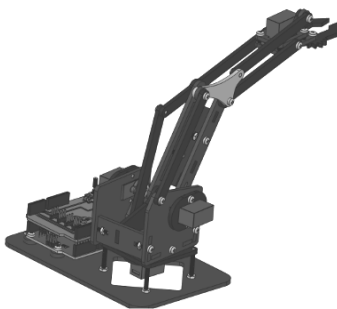
Детальный анализ конструкции выявил ряд недостатков в части плавности и надежности работы. Следующим этапом стала разработка дополненной конструкции и более стабильного программного кода. Задачи, поставленные устройству, не требуют больших механических усилий и вычислительных мощностей. За основу были взяты 4 сервопривода SG-90 [2] и микроконтроллер ArduinoUNO на базе ATmega328 [3]. Каждый сервопривод выполняет свою функцию:

- 1) поворот на 180 градусов в горизонтальной оси;
- 2) поднятие и опускание манипулятора в вертикальной оси;
- 3) передвижение манипулятора вперед и назад;
- 4) сжатие и разжатие зажима.

В качестве управления было принято решение использовать джойстик.

Путем проработки эскизов были построены 3D-модели роботизированного манипулятора. В них учтены все крепления, пазы под подшипник и соединительные винты. Конструкция представляет собой полый куб в основании, который прикреплен к подшипнику для осуществления поворота. Внутри куба помещены сервоприводы, для приведения в движение самого хвата манипулятора.

Общий вид конструкции представлен на рис. 1.



**Рис. 1. Общий вид
роботизированного
манипулятора**

Чтобы придать жесткость конструкции, использовалось соединение деталей «паз–шип», так как оно обладает оптимальным сопротивлением сжатию, срезу и раскачиванию, даже в отсутствие клея. В качестве программы для 3D-моделирования использовалась учебная версия Компас 3D(V16) [4]. Для упрощения 3D-печати, все детали были разбиты на группы. Печать осуществлялась на принтере типа FDM (выдавливающие материал послойно из сопла-дозатора). После сборки механической части манипулятора была проведена отладка и оптимизация программного кода.

Основная идея была основана на проверки состояния входа микроконтроллера. Если на него приходил сигнал, равный логической единице, производилось переключение между сервоприводами. Переключение сигналов осуществлялось при помощи встроенной в джойстик кнопки. Для оптимизации кода использовались функции. С помощью подключаемых библиотек производился опрос входов контроллера. На основе собранной информации об их состоянии приводился в движение соответствующие двигатели. При последующем тестировании такое решение показало себя как наиболее удобный способ управления. Разработанная в итоге конструкция является прототипом будущего изделия, как для домашнего, так и для промышленного использования.

Библиографический список

1. Сайт URL : <https://www.mearm.com/>
2. Сайт URL : <http://www.micropik.com/PDF/SG90Servo.pdf>
3. Официальный сайт Ардуино URL : <https://www.arduino.cc/>
4. Компас 3D URL : <http://kompas.ru/>

*Работа выполнена под руководством
д-ра техн. наук, директора офиса коммерциализации инновационных
проектов и разработок М. А. Ромащенко*

ВОПРОСЫ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

А. М. Власова, Т. С. Емашкина, В. А. Волков

Пензенский государственный университет

Надежность и качество радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) и ее составляющих по большей части зависит от производственно-технологических факторов и производственной культуры на предприятии. На качество и надежность РЭА оказывают влияние следующие

возможные проблемы: несовершенство технологических процессов и технологического цикла, сбой при выполнении сборочных и монтажных работ, отсутствие качественной регулировки и настройки, отсутствие порядка рабочего места, загрязнение оборудования и приспособлений, не квалифицированность рабочих и инженерно-технических работников, а также не отлаженный входной и выходной контроль качества. Одной из основных составляющих повышения надежности производимой РЭА является использование современных методов проектирования с применением комплексного подхода и современных информационных технологий [1, 2].

В рамках различных государственных программ исследованиями ведущих предприятий промышленности была подтверждена актуальность решения проблемы выпуска некачественной продукции, которая обусловлена рядом причин: развитие электронной аппаратуры и ее сложности; значительный рост количества продукции, что приводит к уменьшению ее качества; функции, которые выполняет аппаратура становятся более сложные; полное или частичное исключение оператора; продукция эксплуатируется в довольно сложных условиях.

Очевидно, что с развитием технологического процесса, а также с ужесточением требований к конкурентоспособности товара самой важной становится задача комплексного подхода к улучшению характеристик совокупности свойств аппаратуры [1, 3], который в соответствии с ее назначением удовлетворить потребности покупателей. Немалую роль в развитии современного радиоэлектронного оборудования играет то, что новшества зачастую усложняют электронные узлы, что приводит к резкому снижению надежности аппаратуры. В свою очередь снижение надежности приводит к увеличению стоимости эксплуатации оборудования в несколько раз в течении года. Эти факторы ведут к огромным экономическим потерям и очень сильно снижает эффективность использования РЭА.

Для того, чтобы определить оптимальный метод контроля необходимо выбрать более надежный способ диагностики аппаратуры для выявления и преждевременного устранения потенциальных дефектов с минимальными затратами [4]. Показателем успешно выбранной и реализованной стратегии контроля качества и надежности является стоимость проведения ремонтов в процессе производства. В силу того, что все влияющие на надежность и качество РЭА условно принято классифицировать в соответствии с тремя последовательными этапами жизненного цикла аппаратуры: проектирования, изготовления и эксплуатации. Проблема обеспечения надежности устройств и элементов включает в себя также очень много различных этапов от процесса создания аппаратуры до ее использования.

В заключение хочется отметить, что в связи с развитием все более новых технологий возникает потребность в более качественных товарах, спрос на которые будет в разы больше. Для этого при выпуске продукции необходимо соблюдать все условия и факторы надежности и качества.

Библиографический список

1. Андреев, П. Г. Комплексное исследование блока РЭС на примере светоакустической приставки / П. Г. Андреев, И. Ю. Наумова, М. В. Ширшов // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2010. – Т. 2. – С. 137 – 142.
2. Андреева, Т. В. Информационное обеспечение проектирования узлов на печатных платах на основе дискретно-непрерывного моделирования / Т. В. Андреева, В. Е. Курносков // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. – 2003. – № 8. – С. 130 – 137.
3. Кочегаров, И. И. Выбор оптимального варианта построения электронных средств / И. И. Кочегаров, Н. В. Горячев, А. К. Гришко // Вестник Пензенского государственного университета. – 2015. – № 2(10). – С. 153 – 159.
4. Стюхин, В. В. Выбор оптимального варианта построения электронных средств / В. В. Стюхин, И. И. Кочегаров, В. Я. Баннов // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2014. – Т. 2. – С. 383 – 385.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента П. Г. Андреева*

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИФРОВОГО СИГНАЛА В ПЕЧАТНЫХ ПРОВОДНИКАХ РЭС

В. А. Волков, Д. И. Фирсова, Р. Р. Козин

Пензенский государственный университет

Развитие техники и технологий влечет за собой ужесточение требований в области надежности и качества радиоэлектронных средств (РЭС) различного назначения. Поэтому обеспечение требуемой электромагнитной совместимости и помехоустойчивости цифровых узлов и изделия целиком является актуальным [1, 2]. Создание современных РЭС невозможно без применения технологии САЕ (Компьютерный Инженерный Анализ), используемой компанией ANSOFT мировым разработчиком программных решений корпорации ANSYS Inc. для анализа следующих конструкторских задач в пакете SIwave:

распределение питания в сплошных слоях многослойной платы; целостность сигнала в коротких и длинных линиях передачи на печатных платах [3, 4].

Идея заключается в том, что если оценить влияние температуры на характеристики цифрового сигнала в печатных проводниках, то можно получить следующие положительные эффекты: повысить надежность и качество РЭС, снизить себестоимость проектирования. Поэтому для реализации идеи была поставлена следующая цель: Разработать программный продукт, в котором реализована методика, позволяющая оценить влияние температуры на характеристики цифрового сигнала в печатных проводниках. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи: создание методики оценки влияния температуры на скорость распространения и задержку сигнала; реализация методики и проведение исследований на математических моделях в пакете Mathcad; разработка прикладного пакета программ.

Оценка влияния температуры на характеристики цифрового сигнала в печатных проводниках является сложной задачей и затрагивает физические процессы, происходящие при распространении электромагнитных волн, как в самом проводнике, так и в средах его окружающих. В результате мы имеем не просто однородную среду распространения, а кусочно-однородную, состоящую из сигнального проводника, слоя возвратных токов, диэлектрического основания, и защитного диэлектрического слоя. Поэтому, например, такой важный параметр как относительная диэлектрическая проницаемость должна быть представлена в виде эффективной диэлектрической проницаемости $\epsilon_{\text{эфф}}$.

Экспериментальное нахождение, которой возможно при наличии реальной емкости некоторого конденсатора при наличии кусочно-однородной среды, и емкости того же конденсатора при удалении диэлектрика и замене его воздухом. Такой подход является сложным и дорогостоящим, поэтому выгоднее использовать методы математического моделирования, с применением ИТ-технологий.

Как показал анализ вариантов решения данной проблемы, существуют следующие общепринятые подходы к нахождению $\epsilon_{\text{эфф}}$, которые можно использовать как базовые или исходные. Практическая значимость и направленность программного продукта определяется применением предлагаемой методики. При этом повышается надежность прохождения сигнала. Появляется возможность проектировать РЭС, способные эксплуатироваться при более высоких температурах, что расширяет области их применения. Применение данной методики позволит избежать дорогостоящих натуральных испытаний, и сократить время проектирования.

Библиографический список

1. Андреев, П. Г. Современные задачи и методы обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств / П. Г. Андреев, А.С. Жумабаева // Робототехника и системный анализ : труды международной научно-практической молодежной конференции. – Пенза : ПензГТУ, 2015. – С. 115 – 119.
2. Гришко, А. К. Экспертные информационные системы проектирования радиоэлектронных средств / А. К. Гришко, И. И. Кочегаров, Н. А. Бекниязов // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2015. – Т. 1. – С. 304 – 306.
3. Гришко, А. К. Алгоритм верификации электромагнитной устойчивости радиоэлектронных плат / А. К. Гришко, И. И. Кочегаров, Е. С. Каракулов // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2015. – Т. 1. – С. 301 – 304.
4. Андреев, П. Г. Проблема обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств / Н. К. Юрков, П. Г. Андреев, А. С. Жумабаева // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2015. – Т. 1. – С. 201 – 203.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента П. Г. Андреева*

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ МЕТОДОМ ИНТРУЗИВНОЙ ПАЙКИ

Р. Д. Гарипов

*Сарapulьский политехнический институт (филиал)
«Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова»*

В электронной промышленности существует несколько общих типов сборки плат, каждому из которых соответствует свой порядок производства. Рассмотрим технологию сборки печатной платы для смешанно-разнесенного типа монтажа. При смешанно-разнесенном монтаже на верхней стороне платы устанавливаются и SMD- и ТНТ-компоненты, а на нижней только SMD- компоненты [1].

Возможны различные варианты реализации данного типа монтажа, одним из них является технология Pin-in-Paste (PIP) или технология интрузивной пайки. Очень важно, что для своей реализации PIP-технология не требует больших капиталовложений, что очень актуально в современном экономическом положении.

Суть РІР-технологии состоит в том, что пайка ТНТ-компонентов (монтируемые в отверстия) осуществляется в печи оплавления одновременно с пайкой SMD-компонентов. Для этого сначала в область монтажных отверстий ТНТ-компонентов наносится необходимое количество паяльной пасты, далее в отверстия устанавливаются сами компоненты, и затем происходит пайка оплавлением.

Объем припоя, необходимый для полного заполнения монтажных отверстий ТНТ-компонентов многократно превосходит объем припоя, необходимый для пайки SMD-компонентов. Поэтому ключевым процессом РІР-технологии является операция нанесения паяльной пасты. Существуют различные варианты реализации РІР-технологии, различающиеся способами нанесения припоя для ТНТ-компонентов. Первый вариант – применение ступенчатых трафаретов с участками различной толщины. При использовании обычного металлического трафарета получается либо избыток пасты на контактных площадках SMD-компонентов, особенно с мелким шагом, либо недостаток пасты в отверстиях для ТНТ-компонентов. Данный вариант облегчает реализацию РІР-технологии, но увеличивает себестоимость монтажа, ухудшает технологичность процесса. Второй вариант – использование систем дозирования паяльной пасты, т.е. обеспечение необходимого объема припоя для полного заполнения монтажных отверстий ТНТ-компонентов. Нанесение паяльной пасты происходит за счет дозирования дополнительных точек пасты. Дозирование пасты должно происходить непосредственно после процесса трафаретной печати. Таким образом, исчезает необходимость использования ступенчатых трафаретов.

Для большей эффективности используем в нашей технологии преформы припоя вместо дозирования паяльной пасты дозатором. Паяльная паста наносится автоматом трафаретной печати через металлический трафарет обычным ракелем, а затем устанавливаются преформы припоя на пасту. При таком подходе не предъявляется особых требований к трафарету или процессу трафаретной печати, а необходимый объем припоя обеспечивается выбором преформ соответствующего размера.

Технологический процесс сборки платы на основе РІР-технологии состоит из следующих типовых операций: комплектование; подготовка ТНТ-компонентов; нанесение паяльной пасты и установка преформ припоя; нанесение клея и приклеивание компонентов с нижней стороны платы; установка компонентов; оплавление припойной пасты; отмывка платы; контроль.

Для мелкосерийного типа производства с учетом выбранной нами РІР-технологии было выбрано следующее основное оборудование и технологическая оснастка: принтер для нанесения паяльной пасты

Uniprint-M, конвекционно-инфракрасная печь АПИК2.1М, монтажный стол АСП2.0, ультразвуковая ванна УЗВ-15М, ленточные питатели АПЛ1.0 и АПЛ1.1, дозатор АПДП2.0, антистатический вакуумный пинцет АПВ 1.0.

Такой технологический процесс позволяет уменьшить себестоимость производства радиоэлектронных изделий, повысить качество монтажа и производительность, максимально эффективно использовать плюсы автоматического оборудования для поверхностного монтажа.

В основу данной технологии заложена идея максимально эффективного использования всех преимуществ технологии и оборудования поверхностного монтажа. Эффективность использования имеющихся ресурсов определяет успешность производителя в текущей кризисной ситуации.

Библиографический список

1. Медведев, А. М. Сборка и монтаж электронных устройств / М. А. Медведев. – М. : Издательство Техносфера, 2007. – 256 с.

ПРОЦЕДУРА МОДЕЛИРОВАНИЯ БЛИЖНЕГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ В EMCOS PCB VLAB

В. В. Готов

Воронежский государственный технический университет

Электрические цепи на печатных платах, которые создают электромагнитное излучение, состоят из микросхем, связанных активных и пассивных компонентов, связывающих дорожек, сигнальных линий, а также портов ввода/вывода и подключенных кабелей. Излучения этих компонентов вызваны функциональной деятельностью активных элементов и протеканием различных токов. Что касается электромагнитной совместимости, электронные системы должны быть способны работать в загрязненной электромагнитной окружающей среде, где провода и дорожки печатной платы выступают в качестве приемных антенн. Появившиеся выбросы могут вызвать сбои системы. Такие выбросы от электронного оборудования должны быть совместимы с пределами, определенными в национальных и международных стандартах по электромагнитной совместимости. Инженер-конструктор должен быть квалифицирован в области ЭМС, чтобы выявить схемы, которые являются потенциальными источниками и схемы, которые

являются потенциально наиболее подверженными электромагнитным помехам. Однако даже специалист с высокой квалификацией не всегда способен учесть особенности всего комплекса протекающих электродинамических явлений.

Вполне логичным и естественным является желание использовать возможности САПР для подобных задач. Одним из возможных программных продуктов является пакет EMCoS PCB VLaB. Данное программное обеспечение позволяет анализировать печатные платы, представлять графически проблемные места со значительными величинами электромагнитных помех, которые существенно увеличены, и где излучение одного элемента может повлиять на работоспособность соседнего радиодетали. Для анализа печатных плат в EMCoS PCB VLaB можно использовать как встроенный редактор создания печатных плат, так и импортировать созданный ранее файл в другом программном продукте. В процессе создания электрической схемы и разводки печатной платы в EMCoS PCB VLaB должно появиться изображение, как представлено на рис. 1.

Данный программный продукт позволяет получить карту распределения электромагнитного поля. Для этого необходимо провести небольшой набор конфигурации. Так для каждого элемента вводятся параметры, которые будут характеризовать данный элемент (конденсатор, резистор и т.д.).

В результате моделирования печатной платы в EMCoS PCB VLaB должен выдать изображение – карту распределения электромагнитного поля, как представлено на рис. 2. На данной карте довольно хорошо видно распределение электромагнитного поля по цветам, а так же по столбцу распределения частот.

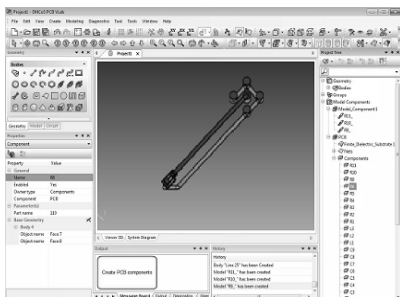


Рис. 1. Внешний вид разводки простой печатной платы в EMCoS PCB VLaB

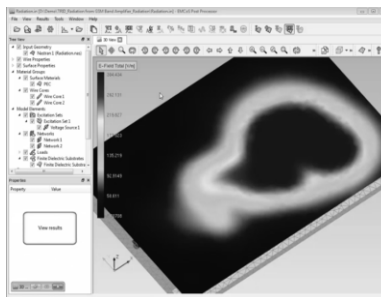


Рис. 2. Карта распределения электромагнитного поля данной печатной платы в EMCoS PCB VLaB

Библиографический список

1. Лаборатория ЭМС // [Персональная страница М. А. Ромащенко] / Вор. гос. техн. ун-т URL : <http://www.emc-problem.net>.
2. EMCoS Consulting and Software. URL : <http://www.emcos.com> .

*Работа выполнена под руководством
д-ра техн. наук, директор офиса коммерциализации
инновационных проектов и разработок
М. А. Ромащенко*

АВТОМАТИЗАЦИЯ РУЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ

Р. Ф. Гумиров

*Сарапульский политехнический институт (филиал)
«Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова»*

В современном мире технических достижений, в попытке ускорить рабочий процесс, обезопасить человека от тяжелого вида труда, многочисленных видов травм и монотонной работы, ручной труд стал чаще заменяться различными автоматизированными механизмами и системами. В определенных условиях труда, человек не может выполнить работу сам или не может находиться там, а возможно даже и не должен. Для решения подобных проблем и задач человека, в таких условиях труда, заменяет манипулятор. Такая замена позволяет обезопасить людей от различного рода рисков, освободить от однообразной, нагруженной работы, а так же это существенно ускоряет работу. Однако не во всех случаях можно заменить человека роботом, необходим оператор, который будет направлять робота, давать команды на выполнение операций.

Для решения подобного вопроса ручного управления разрабатывается блок управления манипулятором, способный управлять электродвигателями составных частей, приводящих манипулятор в движение.

Существует достаточное множество блоков управления манипулятором, которые в достатке выполняют свою основную функцию, однако, не мешало бы их усовершенствовать, внести новые функциональные возможности и устранить имеющиеся недостатки.

Недостатком по управлению электродвигателями является отсутствие остановки их работы в крайних конечных положениях манипу-

лятора. Электродвигатели, доведя манипулятор до крайнего конечного положения, начинают форсировать, что отрицательно сказывается на приводах, составные части от этого могут начать изнашиваться. Так же к недостаткам можно отнести отсутствие автоматизации управления. Не мешало бы добавить автоуборку манипулятора в некое начальное положение при завершении работы с ним, внести функции запоминания позиции и воспроизведения в нее по команде оператора, это существенно ускорило бы работу.

Чтобы все это осуществить, для начала необходимо добавить в состав манипулятора датчики крайнего положения и датчики угла поворота. Все это необходимо, чтобы определять текущее положение манипулятора. Работа датчиков крайнего положения – разрывать цепь питания того электродвигателя, что довел составную часть манипулятора до его крайнего положения. Также на такие датчики можно возложить реализацию функции автоуборки манипулятора в начальное положение при завершении работы с ним. Датчики угла поворота позволяют решить основной вопрос по автоматизации работы блока: возможность сохранять позиции манипулятора и воспроизводить их по команде оператора. Датчики угла поворота постоянно выдают информацию о текущем положении манипулятора. Владея такой информацией, ее можно записывать в устройство памяти, но для начала ее необходимо обработать, роль такого устройства может занимать микроконтроллер.

Микроконтроллер, имея информацию с датчиков угла поворота, определяет положение манипулятора, сохраняет положение по команде оператора, и что самое важное, воспроизводит в это положение. Однако, одного микроконтроллера не достаточно, чтобы воспроизвести манипулятор в сохраненное положение, потому как микроконтроллер может выдавать только управляющие сигналы, никак не силовые. Для этого создается блок коммутации, представляющий из себя набор электронных ключей, которые замыкают и размыкают по управляющему сигналу микроконтроллера параллельные цепи питания электродвигателей. Таким образом, при команде воспроизведения, микроконтроллер, сравнив текущее положение манипулятора с сохраненным, замыкает параллельную цепь питания необходимых электродвигателей до тех пор, пока они не доведут манипулятор до сохраненной позиции.

Для оператора весь блок из себя будет представлять джойстик, как ручное управление манипулятором, и кнопки сохранения и воспроизведения.

Библиографический список

1. Шахнов, В. А. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры / В. А. Шахнов. – М. : Издательство МГТУ имени Н. Э. Баумана, 2002. – 568 с.
2. Муромцев, Д. Ю. Конструирование узлов и устройств электронных средств / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов. – Ростов н/Д : «Феникс», 2013. – 401 с.
3. Гормаков, А. Н. Конструирование и технология электронных устройств и приборов. Печатные платы : учебное пособие / А. Н. Гормаков, Н. А. Воронина. – Томск : Изд-во ТПУ, 2006. – 164 с.

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

И. Ф. Добрыднева, Э. В. Мысютин

Тамбовский государственный технический университет

В настоящее время на мировом рынке появляются серийно выпускаемые электрические автомобили, а также автомобили с гибридной установкой, в которых применены различные виды электрических и гибридных двигателей соответственно. Суть всех этих разновидностей по большому счету сводится к тому, чтобы уменьшить количество потребляемого топлива и свести к минимуму количество вредных выхлопных газов, поступающих в атмосферу.

Задача моделирования и энергосберегающего управления автомобилями является актуальной и декомпозируется на несколько узких задач, необходимых для ее решения.

В современной теории оптимального управления актуальной задачей является использование и развитие нового математического аппарата, позволяющего значительно сократить размерность задачи и синтезировать оптимальное управляющее воздействие в реальном времени.

В данной работе на основании анализа и синтеза оптимального управления был синтезирована структура устройства управления электродвигателем.

В данной работе синтезируется алгоритм управления, который реализуется с помощью различных исполнительных органов и воздействует непосредственно на объект управления. Результаты этого воздействия сравниваются с прогнозируемыми на основе механизма об-

ратной связи. При несоответствии результатов на базе повторной экспертной оценки принимается решение, вырабатывается и реализуется управление, устраняющее это несоответствие. Если соответствие недостижимо, то уточняется целевая функция. Данная структура инвариантна к объекту управления и носит универсальный характер.

На основе проведенного анализа известных схемных решений была синтезирована структура устройства управления электроприводом. Данная структура показана на рис. 1.

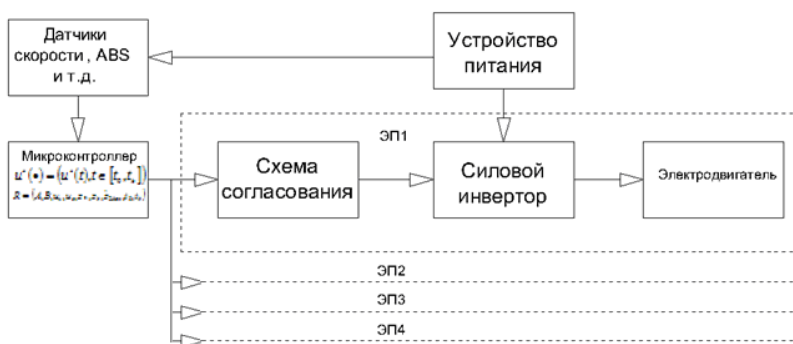


Рис. 1. Структура устройства управления электроприводом

Датчики в данной структуре включают в себя: датчик положения педали газа, датчик положения педали тормоза, датчик скорости, ABS. К устройствам управления относятся: переключатель скоростей, педаль газа и тормоза. За устройство питания принимается аккумулятор, либо генератор.

Таким образом, полученная структура является оптимальной для энергосберегающего управления.

Библиографический список

1. Кольтюков, Н. А. Оптимальное энергосберегающее управление смесительными машинами предприятий по производству и переработке полимерных материалов : дис. канд. техн. наук / Н. А. Кольтюков. – Тамбов : ТГТУ, 2002. – 174 с

*Работы выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента Н. А. Кольтюкова*

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОПРОНИКНОВЕНИЯ ВЕРШИННОЙ, НЕГАТИВНОЙ, ПОЗИТИВНОЙ И НИЗИННОЙ СТРУКТУР НА ГРАНИЦЕ СЕКМЕНТА ВИБРАЦИОННО-РАЗМЫТОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Н. Ю. Дружинин, Л. А. Закалюкина, Е. П. Горячева

Пензенский государственный университет

В публикациях [1 – 4] развивается метод измерения модуля и компонент вектора вибрационного перемещения материальной точки на поверхности объекта контроля, основанный на измерении и анализе геометрических параметров следа вибрационного размытия изображения круглой метки, в геометрическом центре которой исследуемая материальная точка и находится. След вибрационного размытия изображения круглой метки представляет собой нечеткое полутоновое изображение. Для того, чтобы обработать его методом, развиваемым в публикациях [1 – 4], необходимо адекватно преобразовать его в четкое бинарное изображение. Для этого применяется принцип структурно-разностной бинаризации полутоновых изображений [5]. Представляет интерес следующая ситуация (табл. 1).

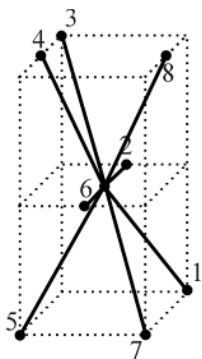


Рис. 1. Графическая интерпретация структурно-разностного описания элемента

Наивысшим приоритетом в данной структурной последовательности обладает позитивная пара направлений. Таким образом, данный элемент следует отнести к позитивным.

Графически это описание интерпретируется следующим образом (рис. 1).

1. Структурно-разностное описание пикселя

c	$p_{i,j,c}$	$p_{i,j,c+4}$	Пара направлений
1	2	2	вершинная
2	1	1	негативная
3	0	2	позитивная
4	0	0	низинная

Библиографический список

1. Grigor'ev, A. V. Way of measurement of parameters of vibrations of mirror antennas. 2015 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). Proceedings / A. V. Grigor'ev, N. V. Goryachev, N. K. Yurkov. – Omsk : Omsk State Technical University. Russia, Omsk, May 21 – 23, 2015. DOI:10.1109/SIBCON.2015.7147031

2. Моделирование следа размытия изображения круглой метки при ее компланарном и ортогональном виброперемещениях / А. В. Григорьев, В. А. Трусов, В. Я. Баннов, П. Г. Андреев, Г. В. Таньков // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2015. – Т. 1. – С. 106 – 109.

3. Моделирование следа размытия изображения круглой метки при ее произвольном виброперемещении / А. В. Григорьев, Н. К. Юрков, И. И. Кочегаров, А. В. Затылкин, Н. В. Горячев. // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2015. – Т. 1. – С. 109 – 112.

4. Структура методики измерения параметров вибраций по следу вибрационного размытия изображения круглой метки / А. В. Григорьев, Е. А. Данилова, С. А. Бросилов, И. Ю. Наумова, Э. В. Лапшин, А. А. Баранов // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2015. – Т. 2. – С. 13 – 16.

5. Принцип негативно-контурной классификации растровых элементов полутонных изображений / А. В. Григорьев, А. Л. Држевецкий, В. Я. Баннов, В. А. Трусов, А. С. Кособоков // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2014. – Т. 2. – С. 21 – 24.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента А. В. Григорьева*

МЕТОДЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКРАНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

А. И. Елисеев

Тамбовский государственный технический университет

Экранирование направлено на обеспечение ЭМС источника и рецептора помех. Источники помех могут быть двух видов:

1. Источники с высоким волновым сопротивлением. Для них эквивалентная схема или модель может быть представлена в виде штыря (антенна штырь). В окрестностях этого штыря формируется относительно интенсивное электрическое поле, и слабое магнитное поле, что и обеспечивает высокое волновое сопротивление $Z = E/H$.

2. Источники с низким волновым сопротивлением, модель которых может быть представлена в виде токовой петли. При этом возникает интенсивное магнитное поле и слабое электрическое, что имеет место для области, которая находится в непосредственной близости от излучателя. На значительных расстояниях основная составляющая поля, которая имеет большее значение, убывает быстрее дополнительной составляющей. Волновое сопротивление $Z = 377 \text{ Ом}$ – волновое сопротивление свободного пространства.

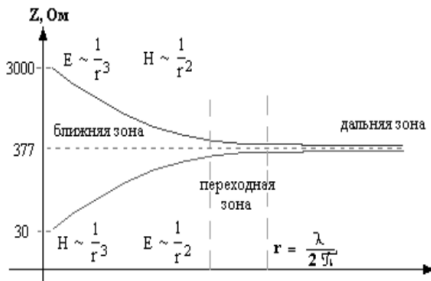


Рис. 1. Три зоны действия источников помех

Для первого типа источников основная составляющая – электрическая – убывает пропорционально $1/r^3$, дополнительная (магнитная) – пропорционально $1/r^2$. Для источников второго типа ситуация обратная. Различают три зоны действия источников (рис. 1):

- 1) ближняя зона – преимущественно действует механизм индукции с достаточно четким разделением на магнитную и электрическую составляющие;
- 2) переходная зона – зона формирования плоской электромагнитной волны;
- 3) дальняя зона – зона действия плоской электромагнитной волны (Т-волны).

При анализе экранирования необходимо разделять задачи локализации электрического, магнитного и электромагнитного полей. В ближней зоне действует закон электромагнитной индукции и выполняется экранирование статического поля (рис. 2).

Экран по возможности устанавливается как можно ближе к источнику помех. В конструкциях ЭС эта рекомендация может быть выполнена, когда источник находится в пределах устройства. Если невозможно экранировать источник, экранируют рецептор (рис. 3).

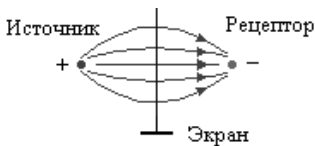


Рис. 2. Экранирование статического поля

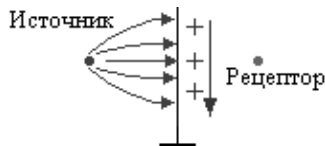


Рис. 3. Экранирование рецептора

Для обеспечения эффективной работы экрана его необходимо заземлить. При заземленном экране на экране индуцируются заряды и за счет заземления заряды нейтрализуются. Получается, что экран является препятствием для силовых линий электрического поля. Основные требования к узлу заземления, в первую очередь, это – минимальное сопротивление. Поэтому основные способы его выполнения – посредством пайки или сварки. Все другие виды соединения – заклепки, винты могут быть использованы только при гарантии долговременной надежности механического соединения и отсутствия коррозии в месте соединения, что приводит к возникновению в контакте нелинейного полупроводникового эффекта и способствует возникновению контактных помех. При отсутствии заземления экран может стать переизлучателем поля источника.

Основное требование к экрану – его максимальная проводимость. К толщине материала требований не предъявляется. Чаще всего используются медь, медные сплавы, алюминий. Экран не должен содержать щелей, отверстий, мест стыка и тому подобных неоднородностей, ориентировка которых препятствует протеканию тока в цепях заземления. Если необходимо выполнить отверстия или жалюзи, например, для охлаждения, то они должны быть расположены вдоль линий токов. Эффективность экранирования определяется наличием отверстий, щелей, стыков в экране, не пропускающих электромагнитную волну, что требует применения определенных приемов.

Библиографический список

1. Муромцев, Д. Ю. Конструирование узлов и устройств электронных средств / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов. – Ростов н/Д : Изд-во Феникс, 2012. – 577 с.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента В. Л. Удовикина*

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПЬЕЗОДВИГАТЕЛЯМИ

Е. Р. Естифеев, И. Д. Морозов, Е. П. Горячева

Пензенский государственный университет

В связи с развитием нанотехнологий возникла необходимость перемещать микро- и наноструктуры с точностью порядка нескольких нанометров и менее. В современном технологическом и исследова-

тельском оборудовании широкое распространение получили пьезодвигатели [1, 2]. Пьезодвигатели нуждаются в точном, надежном и правильном управлении ими для достижения поставленных задач для такого типа двигателей. Для управления пьезоэлементами, обычно, требуется создание интенсивного электрического поля с напряженностью $E_{\max} = 10^6$ В/м. Источник напряжения 300...600 В создает такую напряженность в пластине толщиной 0,3...1 мм. Абсолютное изменение толщины пластины составит 0,05...0,3 мкм.

Пьезоэлементы из керамики могут утратить работоспособность при приложении внешнего поля с напряженностью выше критической в направлении, противоположном вектору предварительной поляризации. В направлении, согласном с направлением предварительной поляризации, допустимая напряженность управляющего поля ограничена лишь конструктивными особенностями и условиями электромеханической прочности [1, 3].

В настоящее время широкое распространение получили микропроцессорные системы управления (МПС) в том числе и пьезоэлектрическими исполнительными устройствами. В них осуществляется программно-аппаратное управление с помощью программируемых микроконтроллеров, что делает возможным организацию гибкого управления пьезодвигателем и позволяет реализовать сложные законы управления путем соответствующего программирования МПС с компенсацией внешних возмущающих воздействий и нелинейностей, присущих устройствам данного типа [4, 5].

Предложена схема управления пьезодвигателем, представляющая собой одноконтурную систему регулирования по положению. На рисунке 1 показана обобщенная функциональная схема цифрового пьезоэлектрического привода. В ней можно выделить две части: цифровую и аналоговую. В цифровую входят микроконтроллер (МК), устройства связи с микроконтроллером: аналого-цифровой преобразователь (АЦП) и цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) и вычислительная машина верхнего уровня (ЭВМ ВУ). Аналоговая часть включает в себя силовой преобразователь (СП), пьезодвигатель (ПД) и датчик положения (ДП). ЭВМ ВУ – служит для формирования сигнала задания и программирования МК. Связь между ЭВМ ВУ и МК организуется по стандартной линии связи (USB, RS-232, RS-485 и др.). МК – формирует сигнал управления по заданному алгоритму, принимает и обрабатывает информацию от ДП и ЭВМ ВУ.

Подобная схема позволяет организовать гибкое управление пьезодвигателем и позволяет реализовать сложные законы управления путем соответствующего программирования микроконтроллера.

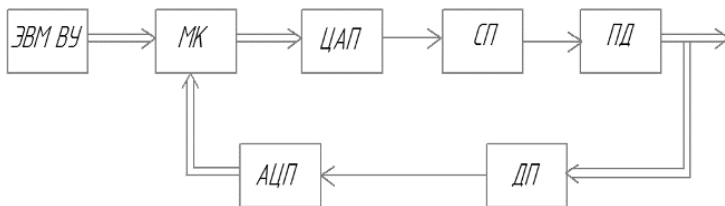


Рис. 1. Функциональная схема пьезоэлектрического привода

Библиографический список

1. Бобцов, А. А. Исполнительные устройства и системы для микроперемещений / А. А. Бобцов, В. И. Бойков, С. В. Быстров, В. В. Григорьев. – СПб. : СПб ГУ ИТМО, 2011. – 131 с.
2. Панич, А. Е. Пьезокерамические актюаторы / А. Е. Панич. – Ростов н/Д, 2008. – 153 с.
3. Стюхин, В. В. Выбор оптимального варианта построения электронных средств / В. В. Стюхин, И. И. Кочегаров, В. Я. Баннов // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2014. – Т. 2. – С. 383 – 385.
4. Емашкина, Т. С. Природа в технике. Основы совершенствования технических систем / Т. С. Емашкина, И. И. Кочегаров // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2015. – № 4(16). – С. 165 – 169.
5. Бардин, В. А. Системы управления высокоточными устройствами позиционирования на основе пьезоэлектрических актюаторов / В. А. Бардин. – Пенза : Пензенский государственный институт 2015. – 169 с.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента И. И. Кочегарова*

СЕТОЧНЫЕ МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

К. В. Жихарев, А. А. Паришков, А. А. Юдин

Пензенский государственный университет

Математическое моделирование – это средство изучения реально-го объекта путем замены математической моделью, более удобной для экспериментального исследования с помощью ЭВМ. От качества ма-

тематической модели зависит весь последующий анализ объекта [1]. Построение модели – это процедура не формальная. Модель должна отвечать ряду требований: обладать высокой точностью, рационально использовать вычислительные ресурсы, быть адекватной поставленной задаче и должна быть удобна для использования. При построении математической модели невозможно полностью охватить параметры моделируемого объекта [2]. Вместо этого выделяются наиболее существенные черты. Чаще всего, модель представляется, как система уравнений, или арифметических соотношений, или комбинацию того и другого [3]. Аналитические методы дают значительный выигрыш по времени и считаются точными, однако, аналитические методы не являются универсальными и, порой, для конкретной задачи аналитический способ решения может просто отсутствовать [3]. В связи с этим получили распространение решения, основанные на сеточных методах: метод конечных разностей (МКР), метод конечных элементов (МКЭ).

С точки зрения точности, оба этих метода обладают равными возможностями: в них присутствует погрешность аппроксимации. В МКР строятся регулярные сетки, а особенности геометрии учитываются только в граничных и околограничных узлах. В МКЭ разбиение на элементы производится с учетом геометрии моделируемого объекта. Поэтому МКЭ наиболее часто используется для задач с произвольной областью определения функции [4, 5].

Для расчета моделей сравнительно простых геометрических форм и сравнительно однородных по структуре, целесообразно использовать МКР. Для объекта строится его упрощенная модель, в которой составляющие элементы конструкции заменяются набором сосредоточенных масс (узлами), которые соединяются друг с другом упругими связями [5]. Недостатком МКР является большая трудоемкость составления конечно-разностных уравнений при подготовке задачи к решению ЭВМ. В связи с этим применением МКР обычно ограничивается только простыми конструкциями [5, 7].

Выбор между МКР и МКЭ является сложной неоднозначной задачей по причине того, что получаемая точность результатов, скорость решения существенно зависят от конкретной поставленной задачи и от используемых методов. Если моделируемый объект имеет прямолинейные границы, то применение МКЭ представляется весьма неэкономичным по времени расчета и затрачиваемым ресурсам ЭВМ, при одинаковой точности, предпочтительным является МКР.

Работа выполнена в рамках реализации проекта РФФИ № 15-19-10037.

Библиографический список

1. Математическое моделирование [Электронный ресурс]. – URL : http://www.pedsovet.info/info/pages/referats/info_00002.htm (дата обращения: 19.04.2016).
2. Новик, И. Б. О философских вопросах кибернетического моделирования.
3. Кофанов, Ю. Н. Комплексование физического и математического моделирования при автоматизации проектирования бортовых электронных средств / Ю. Н. Кофанов, С. Ю. Сотникова, С. У. Увайсов. – М. : Энергоатомиздат, 2011. – 119 с.
4. Шибанов, С. В. Обзор современных методов интеграции данных в информационных системах / С. В. Шибанов, М. В. Яровая, Б. Д. Шашков, И. И. Кочегаров, В. А. Трусов, А. К. Гришко // Надежность и качество : труды международного симпозиума. 2010. – Т. I. – С. 292 – 295.
5. Кочегаров, И. И. Межсистемное взаимодействие систем САД и САЕ при моделировании / И. И. Кочегаров, Н. К. Юрков, В. Б. Алмаметов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2015. – № 4(26). – С. 161 – 166.
6. Зенкевич, О. Метод конечных элементов в технике / О. Зенкевич. – М. : Мир, 1975. – 541 с.
7. Токарев, М. Ф. Механические воздействия и защита РЭА / М. Ф. Токарев, Е. Н. Талицкий, В. А. Фролов. – М. : Радио и связь, 1984. – 224 с.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента Г. В. Танькова*

КРИТЕРИИ ВЫБОРА ВИБРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК

Л. А. Закалюкина, Е. П. Горячева, И. А. Севцов

Пензенский государственный университет

Вибрационные установки предназначены для создания определенных механических колебаний, передаваемых объекту испытаний, а также для имитации реальных условий вибрации с целью выявления скрытых дефектов и изучения свойств испытываемой конструкции. Генератор колебаний должен обеспечивать движение только в одном направлении с малыми искажениями и иметь перемещение, скорость и ускорение, удовлетворяющие требованиям проведения испытаний в пределах создаваемой вынуждающей силы [1].

Центр тяжести объекта испытаний и оснастки следует располагать на продольной оси подвижной системы вибростенда, иначе можно перегрузить испытуемый объект или повредить вибростенд.

Конструкция вибростенда обеспечивает передачу вынуждающего усилия вдоль оси подвижной системы, поэтому смещение полезной нагрузки и оснастки от продольной оси вызывает «опрокидывание» подвижной системы. Оснастка должна быть достаточно жесткой, обеспечивающей предотвращение возможных резонансов в поперечном направлении, при которых на объект испытаний оказывает действие значительная неконтролируемая вибрация [1 – 3].

Для обеспечения минимального опрокидывающего момента необходимо, если центры тяжести оснастки и изделия испытаний будут находиться на продольной оси вибростенда.

Для расчета возможности проведения испытаний и допустимого поперечного ускорения при вертикальной вибрации следует учитывать следующие параметры [4, 5]: момент сил, обусловленный весом нагрузки и действующий в поперечном рабочей оси вибростенда направлении, кгс·мм; момент сил, возникающий от смещенного от рабочей оси вибростенда центра тяжести нагрузки (от эксцентриситета нагрузки), кгс·мм; максимальный допустимый момент сил от поперечного ускорения, кгс·мм; максимальная допустимая сила, действующая в поперечном рабочей оси направлении, кгс; максимальное допустимое ускорение в поперечном направлении в центре тяжести объекта, g ; максимальное допустимое ускорение в поперечном направлении в точке измерения, g .

Для выбора вибрационной испытательной установки необходимо выбрать режим проведения испытания: синусоидальная вибрация (со скользящей частотой или на фиксированных частотах), случайная вибрация (широкополосная или узкополосная), удар «классический», виброудар с заданным ударным спектром. Необходимо знать параметры полезной нагрузки: масса, форма, размеры, положение центра тяжести (статическое и динамическое), масса оснастки. Также немаловажны мощностные возможности установки: основные характеристики (перемещение, скорость, ускорение и частотный диапазон), статическая грузоподъемность (нужны ли дополнительные средства для разгрузки подвижной системы), эксплуатационные условия.

Работа выполнена в рамках реализации проекта РФФИ № 15-19-10037.

Библиографический список

1. Шестаков, В. М. Динамика автоматизированных электромеханических систем многороторных вибрационных установок / В. М. Шестаков, А. Е. Епишкин, О. П. Томчина. – Изд-во СПбПУ, 2014. – 107 с.
2. Болотник, Н. Н. Динамика управляемых движений вибрационных систем / Н. Н. Болотник, И. М. Зейдис, К. Циммерманн, С. Ф. Яцун // Известия РАН, ТиСУ. – 2006. – № 5. – С.157 – 167.
3. Меркульев, А. Ю. Программные комплексы и системы проектирования печатных плат / А. Ю. Меркульев, Ю. А. Сивагина, И. И. Кочегаров, В. Я. Баннов, Н. К. Юрков // Современные информационные технологии. – 2014. – № 19. – С. 119 – 128.
4. Юрков, Н. К. К проблеме моделирования риска отказа электронной аппаратуры длительного функционирования / Н. К. Юрков, И. И. Кочегаров, Д. Л. Петрянин // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2015. – № 4(32). – С. 220 – 231.
5. Пановко, Г. Я. Динамика вибрационных технологических процессов / Г. Я. Пановко. – М., 2006. – 158 с.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента В. А. Трусова*

СТРУКТУРНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТА ВИБРАЦИОННО-РАЗМЫТОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ, ИМЕЮЩЕГО ДВЕ НЕГАТИВНО-КОНТУРНЫЕ И ДВЕ ВЕРШИННЫЕ СВЯЗИ

М. В. Иванкова, Е. Р. Естифеев, М. О. Сеницын

Пензенский государственный университет

В публикациях [1 – 5] развивается метод измерения модуля и компонент вектора вибрационного перемещения материальной точки на поверхности объекта контроля, основанный на измерении и анализе геометрических параметров следа вибрационного размытия изображения круглой метки, в геометрическом центре которой исследуемая материальная точка и находится. След вибрационного размытия изображения круглой метки представляет собой нечеткое полутоновое изображение. Для того, чтобы обработать его методом, развиваемым в публикациях [1 – 5], необходимо адекватно преобразовать его в четкое бинарное изображение. Для этого применяется принцип структурно-разностной бинаризации полутоновых изображений [6, 7]. Представляет интерес следующая ситуация (табл. 1).

1. Структурно-разностное описание пикселя

c	$P_{i,j,c}$	$P_{i,j,c+4}$	Пара направлений
1	1	0	негативно-контурная
2	2	2	вершинная
3	1	0	негативно-контурная
4	2	2	вершинная

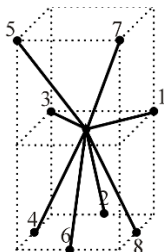


Рис. 1. Графическая интерпретация структурно-разностного описания элемента

Наивысшим приоритетом в данной структурной последовательности обладает негативно-контурная пара направлений. Таким образом, данный элемент следует отнести к негативно-контурным.

Графически это описание интерпретируется следующим образом (рис. 1).

Работа выполнена в рамках реализации проекта РФФИ № 15-19-10037.

Библиографический список

1. Grigor'ev, A. V. Way of measurement of parameters of vibrations of mirror antennas. 2015 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). Proceedings / A. V. Grigor'ev, N. V. Goryachev, N. K. Yurkov. – Omsk : Omsk State Technical University. Russia, Omsk, May 21 – 23, 2015. DOI:10.1109/SIBCON.2015.7147031
2. Моделирование следа размытия изображения круглой метки при ее компланарном и ортогональном виброперемещениях / А. В. Григорьев, В. А. Трусов, В. Я. Баннов, П. Г. Андреев, Г. В. Таньков // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2015. – Т. 1. – С. 106 – 109.
3. Моделирование следа размытия изображения круглой метки при ее произвольном виброперемещении / А. В. Григорьев, Н. К. Юрков, И. И. Кочегаров, А. В. Затылкин, Н. В. Горячев // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2015. – Т. 1. – С. 109 – 112.
4. Структура методики измерения параметров вибраций по следу вибрационного размытия изображения круглой метки / А. В. Григорьев

ев, Е. А. Данилова, С. А. Бростилов, И. Ю. Наумова, Э. В. Лапшин, А. А. Баранов // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2015. – Т. 2. – С. 13 – 16.

5. Принцип негативно-контурной классификации растровых элементов полутоновых изображений / А. В. Григорьев, А. Л. Држевецкий, В. Я. Баннов, В. А. Трусов, А. С. Кособоков // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2014. – Т. 2. – С. 21 – 24.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента А. В. Лысенко*

СИНТЕЗ АЛГОРИТМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НЕЧЕТКОГО ПИД-РЕГУЛЯТОРА УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ

И. С. Игумнов

Тамбовский государственный технический университет

На сегодняшний день классические пропорционально-интегрально-дифференциальные регуляторы (ПИД-регуляторы), имеют низкие показатели качества при управлении нелинейными и сложными системами. Характеристики регуляторов можно улучшить с помощью применения алгоритмов нечеткой логики [1].

Определим вид функции принадлежности для лингвистических переменных (ЛП) «направление» и «дистанция».

Переменная «направление» полета летательного аппарата (ЛА) может принимать значения в диапазоне от $\varphi = 0 \dots 360^\circ$, зададим термы: «слева», «слева прямо», «справа прямо» и «справа».

Допустим, что отклонение фактического курса самолета от заданного составляет, $\Delta\varphi = -10^\circ$. Тогда данному курсу можно задать принадлежность терму «слева прямо» равную $M_1(\varphi) = 0,9$. Соответственно для терма «слева» – $M_2(\varphi) = 0,2$, «справа прямо» – $M_3(\varphi) = 0,28$ (рис. 1).

Вышеописанный процесс получил название фаззификации – преобразование исходных числовых физических величин в распределения, соответствующие термам лингвистической переменной [2].

Рассмотрим ЛП «дистанция». По ее значениями можно определить термы «очень далеко», «далеко», «средняя», «близко» и «очень близко». Для физической реализации лингвистической переменной необходимо определить точные физические значения термов этой переменной.

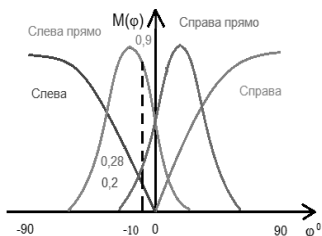


Рис. 1. Функция принадлежности для лингвистической переменной «направление»

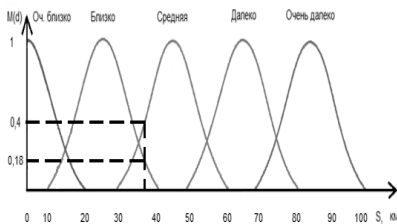


Рис. 2. Функция принадлежности для ЛП «дистанция»

Пусть каждому значению расстояния из указанного диапазона может быть поставлена в соответствие функция $M(d)$, где d – расстояние от ЛА до взлетно-посадочной полосы (ВПП). В данном случае расстоянию $d = 36,5$ км можно задать степень принадлежности к терму «средняя», равную $M_1(d) = 0,4$, а к терму «близко» – $M_2(d) = 0,18$ (рис. 2).

Далее вычисляется величина ошибки рассогласования заданной и текущей величины [3].

Следующим этапом решения поставленной задачи является задание выходных переменных. В рассматриваемом случае достаточно одной переменной, которая будет называться угол поворота. Она может содержать такие термы как: «резко влево», «влево», «прямо», «вправо», «резко вправо».

Таким образом, связь между входом и выходом регулятора фиксируется в таблице нечетких правил, формируемой экспертами. Например, если дистанция «близко» и направление «справа», тогда угол поворота – «резко вправо». Если дистанция «далеко», тогда угол поворота «прямо».

Библиографический список

1. Усков, А. А. Системы с нечеткими моделями объектов управления : монография / А. А. Усков. – Смоленск : СФРУК, 2013. – 153 с.
2. Александров, А. Г. Состояние и перспективы развития адаптивных ПИД-регуляторов в технических системах / А. Г. Александров, М. В. Паленов. – М. : Автоматика и телемеханика, 2014. – № 2. – 1 с.
3. Денисенко, В. В. ПИД-регуляторы [Электронный ресурс] : принципы построения и модификации / В. В. Денисенко // Современные технологии автоматизации. – 2007. – № 1. – С. 78 – 88. – Режим доступа http://www.rlda.ru/Denisenko_PID_07.pdf

*Работа выполнена под руководством
д-ра техн. наук, профессора С. Н. Данилова*

СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ОТ ВИБРАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

М. М. Кирдяев, М. М. Максютков, Т. С. Емашкина

Пензенский государственный университет

В настоящее время защита от вибрации любых радиоэлектронных средств является актуальной проблемой [1 – 3]. Вибрация – вид механических колебаний, возникающих при передаче телу механической энергии от источника колебаний. Согласно ГОСТ 24346–80 «Вибрация. Термины и определения» вибрацией называют движение точки или механической системы, при котором происходит поочередное возрастание и убывание во времени значений, по крайней мере, одной координаты.

Одной из наиболее эффективных мер борьбы с вибрациями является виброзащита РЭС с помощью различных систем виброизоляции [4, 5]. Сущность виброизоляции заключается в том, что между защищаемым объектом и вибрирующей поверхностью помещаются устройства – виброизоляторы, которые ослабляют вибрационные воздействия на объект. Основным элементом виброзащитной системы является амортизатор (виброизолятор). Амортизатор представляет собой конструкцию, объединяющую упругий и демпфирующий элемент. В зависимости от типа упругого элемента и способа деформирования амортизаторы можно разделить на следующие классификационные группы: резинометаллические, пружинные с воздушным деформированием, пружинные с фрикционным деформированием, цельнометаллические со структурным деформированием.

Конструктивные способы защиты РЭС с помощью амортизаторов состоят в том, что повысить вибропрочность можно и за счет повышения жесткости конструкции, тем самым уменьшая количество степеней свободы [6]. На нее влияет:

- способ закрепления;
- геометрические размеры;
- применение конструкции ребер жесткости, рамок;
- применение вибропоглощающих мастик, клеев.

В тех случаях, когда методы пассивной виброзащиты оказываются неэффективными или неприемлемыми, используют системы активной виброзащиты, являющиеся системами авторегулирования. В этих системах управление параметром вынужденных колебаний (отклонением или скоростью) основано либо на полной компенсации вибрационного возмущения, либо на удержании параметров движения защи-

щаемого объекта в пределах заданных уровней вибрационных нагрузок, приемлемых для его работоспособности.

Работа выполнена в рамках реализации проекта РФФИ № 15-19-10037.

Библиографический список

1. Ненашев, А. П. Конструирование радиоэлектронных средств : учебник для радиотехн. спец. вузов / А. П. Ненашев. – М. : Высш. школа, 1990.

2. Юрков, Н. К. К проблеме моделирования риска отказа электронной аппаратуры длительного функционирования / Н. К. Юрков, И. И. Кочегаров, Д. Л. Петрянин // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2015. – № 4(32). – С. 220 – 231.

3. Стюхин, В. В. Выбор оптимального варианта построения электронных средств / В. В. Стюхин, И. И. Кочегаров, В. Я. Баннов // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2014. – Т. 2. – С. 383 – 385.

4. Емашкина, Т. С. Природа в технике. Основы совершенствования технических систем / Т. С. Емашкина, И. И. Кочегаров // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2015. – № 4(16). – С. 165 – 169.

5. Талицкий, Е. Н. Защита электронных средств от механических воздействий. Теоретические основы : учебное пособие / Е. Н. Талицкий. – Владимир : Владим. гос. ун-т, 2001. – 256 с.

6. Лысенко, А. В. Анализ особенностей применения современных активных систем виброзащиты для стационарных РЭС / А. В. Лысенко, Г. В. Таньков, Д. А. Рындин // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2013. – Т. 2. – С. 155 – 158.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента В. А. Трусова*

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАДИОСИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИМИТАЦИОННЫХ ПОМЕХ

П. С. Колчин

Тамбовский государственный технический университет

В настоящее время информационные технологии и средства автоматизации все больше и больше внедряются во многих отраслях и сферах деятельности человека. Одной из таких сфер является передача

информации. Замещение некоторых процедур и операций их электронными аналогами существенно повышает качество функционирования и расширяет сервисные возможности.

Радиосистему составляет совокупность технических средств, способных обмениваться между собой информацией по средствам общей коммуникационной среды (каналам передачи информации). Важность, передаваемой информации, делает их объектом пристального внимания со стороны третьих лиц, заинтересованных как в простом получении передаваемой информации, так и нарушениях в приеме-передаче, включая искажение информации для введения ложных элементов в ее структуру.

Данный факт ставит под угрозу нормальное функционирование системы передачи, конфиденциальность и достоверность передаваемой информации. Третьими лицами с помощью средств технической разведки возможно сколь угодно длительное накопление и анализ информации о режиме связи, используемых частотных диапазонах, модуляции, типах и структуре сигналов, их дешифрование. Данная информация с помощью станции помех системы противодействия может использоваться для манипуляций сигналами в канале передачи. В этих условиях наиболее вероятным и опасным является применение имитационных помех, замаскированных под полезный сигнал истинного передатчика канала.

Эффективность постановки имитационных помех разных уровней сложности во многом будет зависеть от достаточного количества накопленной информации о режиме связи в канале, структуре и содержании передаваемой информации. Усложнение и маскировка передаваемого сигнала, использование конечного числа сменяющих друг друга режимов работ канала, кодировок и пр. в этом случае будет сопровождаться дополнительными затратами, являясь при этом малоэффективной мерой, так как оказывает влияние только лишь на длительность постановки помех и требования к оснащенности системы противодействия третьих лиц.

Поэтому для повышения помехоустойчивости каналов передачи телекоммуникационной системы возникает необходимость организации режима связи, при котором обеспечивается своевременное обнаружение факта присутствия имитационной помехи в принимаемом сигнале и последующая адаптация канала связи к существующей помеховой обстановке на уровне алгоритма функционирования.

Для достижения поставленной цели необходимо решение ряда задач. Первая связана с необходимостью постоянного мониторинга как информационных составляющих сигнала (амплитуда, фаза или частота), так и неинформативных (мощность принимаемого сигнала, вре-

менная задержка, наличие сигналов на субчастотах и др.), что позволит судить о наличии имитационной помехи в принимаемом сигнале. Вторая состоит в изменении режима работы приемника и передатчика (перестройка частоты и др.) для исключения возможности воздействия имитационной помехи.

Первая задача является основополагающей и представляет наибольший интерес. В целом ее можно свести к наблюдению за параметрами сигналов и обнаружению изменений в них. Техническая сложность постановки помехи в точности, повторяющей полезный сигнал, оставляет возможность регистрации небольших изменений или фактов наличия конфликтных сигналов (приемник принимает сигналы противоречащие друг другу), например, разные символы алфавита. Поэтому дальнейшее повышение помехоустойчивости систем передачи информации во многом будет определяться чувствительностью методик реализуемых алгоритмом системы передачи к небольшим изменениям параметров принимаемых сигналов, быстродействием прогнозирования дальнейших наиболее вероятных ситуация.

По мере развития и распространения радиосистем передачи данных и средств автоматизации возможности, реализуемые по средствам имитационных помех, существенно расширились, и все более остро встает вопрос повышения помехоустойчивости. Развитие методов и средств защиты от имитационных помех представляет собой приоритетное направление повышения помехоустойчивости в будущем.

Материал подготовлен при поддержке РФФИ, грант № 15-08-01617.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, ст. преподавателя В. В. Аксенова*

АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТА ВИБРАЦИОННО-РАЗМЫТОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ, ИМЕЮЩЕГО ПОЗИТИВНО-КОНТУРНУЮ, НИЗИННУЮ, ВЕРШИННУЮ И НЕГАТИВНУЮ СВЯЗИ

И. В. Куличенко, М. М. Кирдяев, Н. Е. Персанов

Пензенский государственный университет

В публикациях [1 – 5] развивается метод измерения модуля и компонент вектора вибрационного перемещения материальной точки на поверхности объекта контроля, основанный на измерении и анализе геометрических параметров следа вибрационного размытия изображения круглой метки, в геометрическом центре которой исследуемая материальная точка и находится. След вибрационного размытия изоб-

ражения круглой метки представляет собой нечеткое полутоновое изображение. Для того, чтобы обработать его методом, развиваемым в публикациях [1 – 5], необходимо адекватно преобразовать его в четкое бинарное изображение. Для этого применяется принцип структурно-разностной бинаризации полутоновых изображений [6, 7]. Представляет интерес следующая ситуация (табл. 1).

Наивысшим приоритетом в данной структурной последовательности обладает низинная пара направлений. Таким образом, данный элемент следует отнести к низинным.

Графически это описание интерпретируется следующим образом (рис. 1).

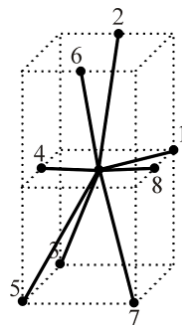


Рис. 1. Графическая интерпретация структурно-разностного описания элемента

1. Структурно-разностное описание пиксела

c	$P_{i,j,c}$	$P_{i,j,c+4}$	Пара направлений
1	1	2	позитивно-контурная
2	0	0	низинная
3	2	2	вершинная
4	1	1	негативная

Библиографический список

1. Grigor'ev, A. V. Way of measurement of parameters of vibrations of mirror antennas. 2015 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). Proceedings / A. V. Grigor'ev, N. V. Goryachev, N. K. Yurkov. – Omsk : Omsk State Technical University. Russia, Omsk, May 21 – 23, 2015. DOI:10.1109/SIBCON.2015.7147031

2. Моделирование следа размытия изображения круглой метки при ее компланарном и ортогональном виброперемещениях / А. В. Григорьев, В. А. Трусов, В. Я. Баннов, П. Г. Андреев, Г. В. Таньков // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2015. – Т. 1. – С. 106 – 109.

3. Моделирование следа размытия изображения круглой метки при ее произвольном виброперемещении / А. В. Григорьев, Н. К. Юрков, И. И. Кочегаров, А. В. Затылкин, Н. В. Горячев // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2015. – Т. 1. – С. 109 – 112.

4. Структура методики измерения параметров вибраций по следу вибрационного размытия изображения круглой метки / А. В. Григорьев, Е. А. Данилова, С. А. Бростилов, И. Ю. Наумова, Э. В. Лапшин, А. А. Баранов // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2015. – Т. 2. – С. 13 – 16.

5. Принцип негативно-контурной классификации растровых элементов полутоновых изображений / А. В. Григорьев, А. Л. Држевецкий, В. Я. Баннов, В. А. Трусов, А. С. Кособоков // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2014. – Т. 2. – С. 21 – 24.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента А. В. Григорьева*

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ПОМЕЩЕНИИ

М. М. Максютов, М. О. Сеницын, А. С. Емельянов

Пензенский государственный университет

Сложный физический процесс распространения электромагнитных волн в помещениях моделирование которого с помощью математических моделей на сегодняшний день является актуальной задачей [1, 2]. Можно выделить следующие факторы, учет которых необходим для получения адекватного результата моделирования: эффект затенения, обусловленный наличием в помещении различных предметов, людей; смена вида поляризации отраженных волн; явление дифракции; затухание электромагнитных волн в процессе распространения и отражений.

Решение данной проблемы возможно с применением разработанной математической модели, отражающей интерференционную структуру электромагнитного поля вследствие взаимодействия волн, излученных передатчиком и отраженных от местных предметов [2, 3]. Результирующий сигнал в каждой точке пространства помещения как суммарная величина определяется с учетом амплитуд и фаз электромагнитных волн. Применение такого подхода оправдан при решении практических задач проектирования радиотехнических систем различного назначения и оптимального размещения их составных частей внутри помещений прямоугольной формы [4].

Используя уравнение радиолокации, согласно предложенной математической модели определим уровень мощности электромагнитного поля учетом только однократного отражения по выражению:

$$P_2 = \frac{P_1 G_1 G_2 \lambda^2}{(4\pi)^2 r_0^2} \left(F_0 + F_n \rho_n e^{-j\alpha_n} \right)^2, \quad (1)$$

где P_1, P_2 – уровень мощности на входе передающей и выходе приемной антенны, соответственно; G_1, G_2 – коэффициенты усиления передающей и приемной антенн; r_0 – расстояние между точкой передачи и приема соответственно; λ – длина волны; F_0, F_n – интерференционные множители, учитывающие направленные свойства источника излучения; α_n – фазовый множитель компоненты электромагнитного поля при однократном отражении; ρ_n – модуль комплексного коэффициента отражения от поверхности.

Для большинства видов поверхности магнитные свойства отсутствуют, поэтому можно принять $\mu = 1$. Вследствие различия длин путей δ «прямой» и «непрямой» волн при нахождении фазового множителя α необходимо учитывать разность фаз по выражению: $\beta = \frac{2\pi\delta}{\lambda}$.

Когда $r_0 \gg (h_1 + h_2)$ существующие выражения не применимы для расчетов внутри помещений, где r_0 сопоставимо со значениями h_1 и h_2 . Поэтому для расчета δ в предложенной математической модели используется следующее выражение:

$$\delta = \left(1 + \frac{h_2}{h_1} \right) \sqrt{(a \operatorname{tg}(\varphi) - x_1)^2 + (h_2 + y_2 - y_1)^2 + (a)^2} - \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}, \quad (2)$$

где $a = \frac{h_1(z_2 - z_1)}{h_1 + h_2}$ – вспомогательная компонента; (x_1, y_1, z_1) ,

(x_2, y_2, z_2) – координаты точки передачи и приема соответственно.

Применение предложенной методики возможно также при решении задач электромагнитной совместимости и помехоустойчивости современных радиоэлектронных средств.

Библиографический список

1. Андреев, П. Г. Определение комплексного коэффициента отражения электромагнитных волн внутри помещений / П. Г. Андреев, И. Ю. Наумова, О. В. Москвитина // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2013. – Т. 2. – С. 5–6.
2. Гришко, А. К. Алгоритм верификации электромагнитной устойчивости радиоэлектронных плат / А. К. Гришко, И. И. Кочегаров, Е. С. Каракулов // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2015. – Т. 1. – С. 301 – 304.
3. Сивагина, Ю. А. Автоматизированные системы сквозного проектирования печатных плат радиоэлектронных средств / Ю. А. Сивагина, А. Г. Белов, И. И. Кочегаров, Н. К. Юрков // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2013. – Т. 1. – С. 222 – 226.
4. Андреев, П. Г. Оценка влияния местных предметов на распространение электромагнитных волн в помещении / П. Г. Андреев, А. Н. Якимов // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2013. – Т. 2. – С. 6 – 9.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента П. Г. Андреева*

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОНТАЖА И ДЕМОНТАЖА РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

Р. Ю. Матвеев, Н. О. Попов

Тамбовский государственный технический университет

Проблемы формирования паянных соединений на печатных узлах имеют особую актуальность при производстве и ремонте радиоэлектронной аппаратуры. Операции монтажа элементов являются самыми трудоемкими и составляют 50...70% общей трудоемкости изготовления изделий. Статистические данные показывают, что 50...80% всех отказов происходят из-за некачественных соединений, причем обнаружение и устранение дефектов соединений на стадии монтажа оказывается значительно дешевле чем на стадии испытания аппаратуры [1]. Применение бессвинцовых припоев ставит ряд задачи по обеспечению хорошей смачиваемости поверхностей. С увеличением функциональности и сложности компонентов растут проблемы их демонтажа с поверхности плат, особенно современных многовыводных микросхем с ВГА корпусами. Одной из основных проблем при демонтаже является большая номенклатура электронных компонентов и микросхем, так как каждый элемент имеет свой корпус и требует индивидуального подхода и оснастки.

В настоящее время существует множество различных технологий монтажа и демонтажа компонентов, использующих различные принципы создания требуемого температурного режима. Кроме того, в производстве используется различное оборудование по степени автоматизации технологического процесса. В каждом конкретном случае выбор типа оборудования и технологии монтажа происходит индивидуально и зависит от масштабов предприятия и объема производимой продукции. В современном производстве применяются практически все виды пайки элементов: контактная пайка, бесконтактная конвекционная пайка, бесконтактная пайка на инфракрасных нагревателях, пайка отверждением паяльной паст в конвекционной печи, автоматическая селективная пайка и другие. Также важным этапом производства радиоэлектронной аппаратуры является контроль готовых изделий на наличие дефектов. На современном производстве применяется в основном применяются методы визуального, электрического и рентген контроля на стадии монтажа печатного узла, что позволяет значительно повысить скорость выявления дефектов. При этом процесс контроля может происходить и в автоматическом режиме.

На предприятии АО «Завод «Тамбоваппарат» имеется участок автоматизированного монтажа печатных узлов. Оборудование участка позволяет осуществлять монтаж выводных и навесных компонентов в полуавтоматическом режиме. Также в распоряжении персонала участка имеются ремонтные станции, позволяющие производить монтаж и демонтаж сложных микросхем в BGA корпусах с большим количеством выводом. Для контроля электрических соединений печатных узлов используются электрические микроскопы, с помощью которых можно производить контроль паяных соединений под любым углом. Поиск скрытых дефектов осуществляется с использованием рентген аппарата, который также установлен на участке. Кроме всего перечисленного монтажный участок укомплектован автоматизированным оборудованием для отмычки печатных узлов от флюса и последующего покрытия их изоляционными лаками. Таким образом, предприятие «Завод «Тамбоваппарат» способно осуществлять полный цикл монтажа печатных узлов с самыми современными и сложными видами элементов.

Возможности производства радиоэлектронной промышленности в России на сегодняшний день позволяют выпускать радиоэлектронную продукцию высокого качества, удовлетворяющую всем мировым стандартам.

Библиографический список

1. Брусницына, Л. А. Технология изготовления печатных плат / Л. А. Брусницына, Е. И. Степановских. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 200 с.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента Ю. Н. Панасюка*

АВТОНОМНЫЙ КОНТРОЛЬ ЦЕЛОСТНОСТИ МЕТОДОМ НЕВЯЗОК ИЗМЕРЕНИЙ

А. П. Негуляева

Тамбовский государственный технический университет

Для решения задач навигации как летательных аппаратов, так и подвижных наземных объектов, в последнее время широкое применение получили навигационные комплексы на основе аппаратуры приема радиосигналов спутниковых радионавигационных систем (СРНС).

Использование в составе навигационных комплексов данной аппаратуры обеспечивает высокую точность определения координат и параметров движения воздушных и наземных объектов. Однако, помимо высокой точности навигационного обеспечения важным при применении аппаратуры приема радиосигналов спутниковых радионавигационных систем является обеспечение целостности навигационных данных [1].

Для создания автономной системы контроля целостности навигационных данных СРНС было предложено дополнительно в состав навигационного комплекса ввести барометрический высотомер (БВ) [2, с. 319–320].

Была произведена постановка задачи синтеза, и методами оптимальной линейной фильтрации получены алгоритмы оптимальной обработки информации для оценивания относительной высоты и вертикальной скорости объекта, а также разработаны алгоритмы автономной системы контроля целостности навигационных данных СРНС [2, с. 319–320].

Одним из важнейших критериев при осуществлении автономного контроля целостности является своевременное обнаружение сбоя в работе аппаратуры приема СРНС. Сбой может быть связан с отказом одного или нескольких навигационных спутников, а также с целенаправленной передачей спутниками заведомо ложной информации.

Существует несколько методов автономного контроля целостности в навигационной аппаратуре. В полученных алгоритмах автономного контроля целостности использовался метод невязок измерений.

В ходе компьютерного моделирования были рассмотрены два случая. В первом случае – отказ навигационного спутника, что приводит к резкому изменению данных о высоте объекта. Выходной сигнал СРНС и текущая сумма невязок измерений для интервала времени 1,6 с представлены на рис. 1.

Во втором случае рассматривалось постепенное изменение данных о высоте объекта с интервалом 0,25 м. Выходной сигнал СРНС и текущая сумма невязок измерений для интервала времени 1,6 с представлены на рис. 2.

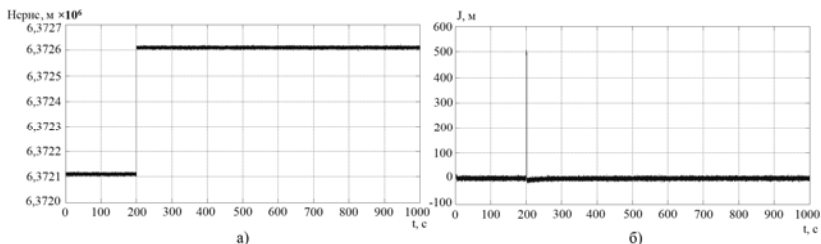


Рис. 1. Результаты компьютерного моделирования сигнала СРНС (а) и невязок (б) при резком изменении данных

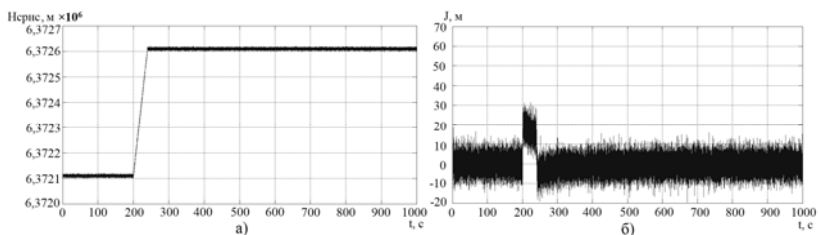


Рис. 2. Результаты компьютерного моделирования сигнала СРНС (а) и невязок (б) при плавном изменении данных

Скачок, наблюдаемый на графике, свидетельствует о сбое в работе и позволяет своевременно принять решение о запрете на использование данного навигационного созвездия.

Библиографический список

1. Иванов, А. В. Оптимизация и комплексирование обработки информации в навигационно-посадочном комплексе с контролем целостности навигационного обеспечения по информации барометрического высотомера / А. В. Иванов // Радиотехника. – 2009.– № 7.

2. Актуальные проблемы энергосбережения и энергоэффективности в технических системах : тезисы докладов 2-й Международной конференции с элементами научной школы ; под. ред. Т. И. Чернышовой / А. В. Иванов, А. П. Негуляева // Контроль целостности в навигационных комплексах. – Тамбов : Изд-во Першина Р. В., 2015.

ВЛИЯНИЕ БЛА КАК НОСИТЕЛЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО КОМПЛЕКСА СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Л. А. Носова

Воронежский государственный технический университет

Миниатюризация электронных средств, наметившаяся в последние годы, позволяет разместить сложные радиоэлектронные устройства в корпусах малого объема. Как следствие, они имеют небольшую массу и могут содержать, например комплекс радиоэлектронный борьбы, включающий в себя пеленгатор и антенную решетку. Такие комплексы могут быть размещены на беспилотных летательных аппаратах (БЛА) малого размера.

Предлагается разработка антенной решетки мобильного пеленгационного комплекса бортового базирования на соответствующий диапазон частот (от 0 до 2000 МГц). Носителем такого комплекса может являться, например квадрокоптер. Как показывает опыт боевых действий последних лет, на поле боя противником используется, в том числе и сотовая связь, поэтому представленная тема является актуальной.

Рассматривались два варианта конструкции антенной решетки (АР) размещенной на БЛА: традиционно используемая многоэлементная АР из девяти полуволновых вибраторов и трехэлементная АР. Были проанализированы вычисленные на основе фазового метода пеленгации зависимости угла прихода электромагнитной волны от частоты.

Для девятиэлементной АР ошибки в определении угла прихода волны не являются существенными. На большей части рабочего диапазона ошибки не превышают 1° по азимуту (углы определяются горизонтально).

Для трехэлементной АР из графиков видно, что такая решетка дает гораздо большую ошибку в измерении пеленга, особенно на низких и высоких частотах (ниже 200 и выше 1400 МГц). В пределах от 300 до 1300 МГц погрешность не превышает 2° .

По направлениям угла прихода волны 60 , 120 , 180° и т.д. находится один из элементов решетки, при этом два других находятся на равном удалении друг от друга, вследствие чего погрешность в этих случаях минимальна и не превышает 1° даже для трехэлементной решетки.

На низких частотах пеленг тяготеет к тому вибратору, со стороны которого пришла электромагнитная волна. На высоких частотах происходит то же самое. Это можно объяснить с другой стороны – возможно, что на углах $\varphi = 10$, 80 , 90 , 100° влияние оказывают металлические элементы конструкции квадрокоптера, ведь двигатели находятся именно на позициях $\varphi = 0^\circ$ и $\varphi = 90^\circ$.

На рисунке 1 приведен график зависимости среднеквадратической ошибки определения пеленга от частоты сигнала.

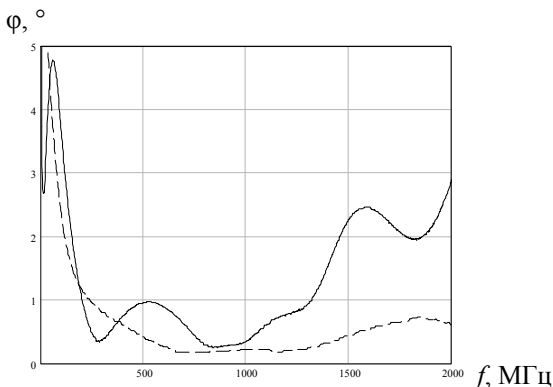


Рис. 1. Зависимость среднеквадратической ошибки определения пеленга от частоты сигнала

По графику зависимости СКО пеленга от частоты сигнала видно, что ошибка не превышает 1° в диапазоне частот от 200 до 1300 МГц. Была так же проанализирована зависимость СКО от направления прихода электромагнитной волны. По результатам можно сказать следующее – для трехэлементной антенной решетки ошибка не превышает 3° для всех углов прихода, а для девятиэлементной 2° .

Библиографический список

1. Самодуров, А. С. Разработка элементов программного комплекса анализа и синтеза сверхширокополосных антенн аппаратуры радиоконтроля мобильного и стационарного базирования / А. С. Самодуров // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2012. – Т. 8, № 7.1. – С. 122 – 125.

Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента А. С. Самодурова

ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОЧНОСТИ ДВУХ- И ТРЕХМЕРНЫХ ПРЕДСКАЗАТЕЛЕЙ

С. В. Петров

Тамбовский государственный технический университет

Рассмотренное в работе [1] прогнозирование аудиосигнала в пространстве состояний в виде дифференциальных уравнений второго порядка не могло дать полное представление об исследуемом сигнале.

Для этого требуется создание модели прогнозируемого сигнала с уточненными характеристиками. Это могут обеспечить модели, основанные на дифференциальных уравнениях третьего и более высокого порядка.

Рассмотрим модель прогнозируемого процесса в непрерывном виде с помощью уравнений третьего порядка:

$$\dot{U}(t) = V_u(t), \dot{V}(t) = a_u, \dot{a}_u(t) = -\gamma a_u(t) + n_V(t), \quad (1)$$

где U – напряжение на входе предсказателя, мкВ; V_u – скорость изменения напряжения, мкВ/с; a_u – вторая производная по времени $U(t)$; γ – ширина спектра процесса $a_u(t)$; $n_V(t)$ – формирующий белый шум с гауссовской плотностью вероятности.

Алгоритм прогнозирования речевой фразы в дискретной форме имеет вид:

$$\begin{pmatrix} X_k \\ E_k \end{pmatrix} := \begin{bmatrix} \Phi_{k/k-1} X_{k-1} + U_k (Z_k - H \Phi_{k/k-1} X_{k-1}) \\ \Phi_{k/k-1} X_{k-1} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

где E_k – прогноз на k -й момент времени; $\Phi_{k/k-1}$ – переходная матрица состояний; H – матрица размерных коэффициентов измерителя.

Произведем моделирование работы экстраполятора на основе системы уравнений (2) и сравним ошибки предсказания с ошибками системы на основе дифференциальных уравнений второго порядка.

Моделирование позволило получить следующие результаты: для обычного речевого сигнала в полосе 300...3400 Гц максимальная ошибка первого прогноза не превысила величину 3 мВ.

На рисунке 1 изображена зависимость ошибки прогноза от количества интервалов предсказания двумерного экстраполятора.

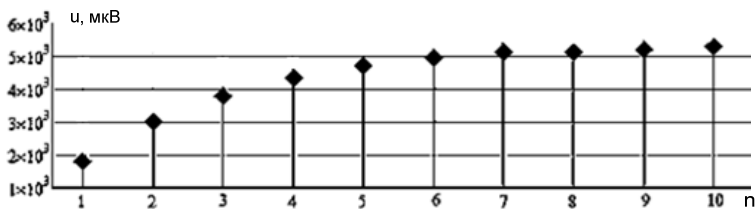


Рис. 1. Ошибки прогноза двумерного экстраполятора

На рисунке 2 изображена зависимость ошибки прогноза от количества интервалов предсказания трехмерного экстраполятора.

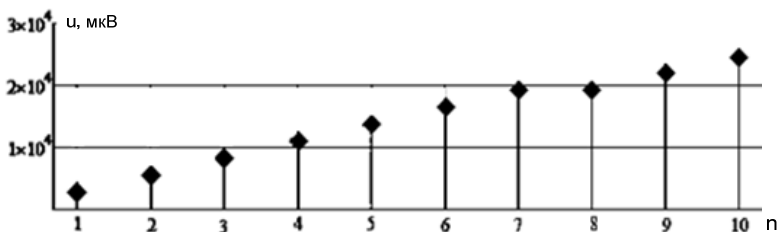


Рис. 2. Ошибки прогноза трехмерного экстраполятора

Как видно из рис. 1 и 2, исследуемые уравнения третьего порядка дают почти вполнину меньшую ошибку прогноза.

Библиографический список

1. Петров, С. В. Прогнозирование аудиосигнала в пространстве состояний / С. В. Петров, С. Н. Данилов // Актуальные проблемы энергосбережения и энергоэффективности в технических системах : тезисы международной конференции. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2016. – 2 с.

*Работа выполнена под руководством
д-ра техн. наук, профессора С. Н. Данилова*

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ИНФОРМАЦИОННО- УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА РЯДА ОБЪЕКТОВ В ЗДАНИЯХ, СООРУЖЕНИЯХ И СТРОЕНИЯХ

П. А. Подхватилин

Тамбовский государственный технический университет

Одним из приоритетов научно-технического прогресса на современном этапе во всем мире стала проблема энерго- и ресурсопотребления. По данным Европейской комиссии ООН уровень полезного использования энергоресурсов составляет лишь 40%, для полезного конечного использования топлива – менее 20% [1]. Превращение энергии в энергоустановках происходит с весьма низким КПД (8...10% у подвижных и 25...30% у стационарных объектов). В результате огромное количество тепла идет на подогрев воды, почвы, воздуха [2]. Известно, что экономии топливно-энергетических ресурсов можно добиться либо повышением КПД энергоустановки, либо за счет энергосбережения.

К наиболее энергоемким объектам управления в зданиях, сооружениях и строениях относятся котельные установки, электро- и топливные двигатели, газовые и электрические печи, сушильные установки, холодильные установки, мощные лампы накаливания, электрические бытовые приборы и т.д.

В качестве основных особенностей энергоемких объектов, как объектов управления, можно выделить следующие: большие затраты энергетических и топливных ресурсов; высокие требования к поддержанию режимов работы; различная природа действующих в каналах управления и измерения дестабилизирующих факторов; наличие таких изменений режимов работы, для которых невозможен пересчет их параметров в реальном времени; использование различных критериев, характеризующих ведение процессов с точки зрения энерго-, ресурсосбережения и качества выполняемой функции; необходимость введения интеллектуальной составляющей в процесс управления.

Важным показателем эффективности функционирования энергоемких объектов является энерго- и ресурсосбережение. Одним из подходов повышения эффективности функционирования энергоемких объектов является разработка и внедрение не только на этапе построения зданий, строений и сооружений, но и в рамках их модернизации энергосберегающей информационно-управляющей системы (ЭИУС), позволяющей оперативно вырабатывать управляющие воздействия, минимизирующие энерго- или ресурсопотребление в динамических режимах их работы. Под ЭИУС будем понимать совокупность технических, программных и информационных средств, обеспечивающую решение задач анализа и синтеза управляющего воздействия в режимах работы энергоемких объектов в реальном масштабе времени без участия лица, принимающего решение.

ЭИУС энергоемкими объектами должна реализовывать алгоритмы, позволяющие идентифицировать текущее состояние функционирования объекта и оперативно реагировать на изменения основных параметров процесса управления. При этом необходимо учитывать неполноту и неточность данных, влияющих на процессы, происходящие в энергоемких объектах.

В основе применяемой в ЭИУС интеллектуализации лежат следующие основные подходы: теория анализа и синтеза систем на множестве состояний функционирования (МСФ); метод синтезирующих переменных для оперативного получения вида функций оптимального управления и их параметров в режиме; применение методов искусственного интеллекта для решения трудно формализуемых задач. Преимущество предлагаемых в работе подходов, заключается в том, что

они позволяют решать задачи управления подобными объектами в реальном режиме времени.

Следует заметить, что чем более энергоемок объект управления, тем больший эффект энергосбережения может быть достигнут за счет применения предлагаемой ЭИУС.

В результате были разработаны ЭИУС для двух объектов, позволяющие вырабатывать и реализовывать управляющие воздействия, обеспечивающие экономию 6% электроэнергии в режиме нагрева энергоемкого объекта и 13,93% в режиме разгона асинхронного электродвигателя.

Работа выполнена в рамках реализации проекта РФФИ № 14-08-00198.

Библиографический список

1. Пяткин, А. М., Экономия энергоресурсов: резервы и факторы эффективности / А. М. Пяткин, И. А. Шадрухин. – М. : Знаки, 1982. – 64 с.
2. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника : справочник / под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. – М. : Изд-во МЭИ, 2004. – 632 с. (Теплоэнергетика и теплотехника; кн. 4).

*Работа выполнена под руководством
д-ра техн. наук, доцента С. В. Артемовой*

РАСЧЕТ ПЕРЕГРЕВА ТЕПЛОТВОДА И КРИСТАЛЛА ЭЛЕКТРОРАДИОЭЛЕМЕНТОВ

А. А. Прошин, Р. Г. Ненаташвили, Ю. С. Лысенко

Пензенский государственный университет

Важнейшей задачей при разработке электронных средств (ЭС) является обеспечение его нормального теплового режима. Нормальным тепловым режимом принято считать такой режим, при котором температура каждого из элементов ЭС находится в диапазоне значений допустимых по техническим условиям на данный элемент. Исходя из этого, крайне важно обеспечить расчет теплоотводов и систем охлаждения каждого из теплонагруженных элементов ЭС. Выбор теплоотвода можно провести, основываясь на тепловом сопротивлении теплоотвода, так как этот параметр хорошо характеризует возможности теплоотвода [1, 2]. Проводить тепловой расчет удобно используя закон Ома. При этом по аналогии, напряжение заменяется на температуру (T), ток

на мощность (P), а сопротивление заменяется тепловым сопротивлением (R_{Θ}) с размерностью $^{\circ}\text{C}/\text{Ватт}$. Таким образом, тепловой аналог закона Ома имеет вид

$$T = PR_{\Theta}. \quad (1)$$

Итак, в случае теплового расчета полупроводникового электрорадиоэлемента (ЭРЭ), для обеспечения его нормального теплового режима необходимо чтобы температура кристалла (T_J) не превышала допустимую, а в лучшем случае была ниже на 25% [3, 5]. Для примера будем считать, что полупроводниковый ЭРЭ является интегральной микросхемой в стандартном корпусе с металлическим фланцем ТО-220.

Пусть рассеиваемая кристаллом мощность составляет 5 Ватт, $R_{\Theta J-A} = 50$ $^{\circ}\text{C}/\text{Ватт}$, а температура окружающей среды 25 $^{\circ}\text{C}$. Тогда, согласно (1) температура кристалла равна

$$T_J = (P \cdot R_{\Theta J-A}) + T_A = (50 \cdot 5) + 25 = 275 \text{ } ^{\circ}\text{C}. \quad (2)$$

В качестве прокладки может использоваться слюда, теплопроводная электроизоляционная силиконовая прокладка, а также теплопроводная паста или клей заполняющие воздушный зазор. Современные силиконовые прокладки, в частности широко известные «Номакон» марки КПТД обладают коэффициентом теплопроводности при разных условиях эксплуатации 0,8...1,5 $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$ [1, 4]. При известном значении коэффициента теплопроводности несложно получить тепловое сопротивление корпус-теплоотвод:

$$R_{\Theta C-H} = \frac{L}{\lambda S}, \quad (3)$$

где L – толщина прокладки; λ – коэффициент теплопроводности; S – площадь одной стороны прокладки.

Исходя из (1) температура кристалла определяется как

$$T_J = (P \cdot R_{\Theta J-C} + R_{\Theta C-H} + R_{\Theta H-A}) + T_A. \quad (4)$$

Таким образом, найдем T_J и T_H при тех же исходных данных что и в (2), дополнительно приняв $R_{\Theta J-C} = 3$ $^{\circ}\text{C}/\text{Ватт}$, $R_{\Theta H-A} = 4$ $^{\circ}\text{C}/\text{Ватт}$, $R_{\Theta C-H} = 0,4$ $^{\circ}\text{C}/\text{Ватт}$

$$T_J = (5 \cdot 3 + 0,4 + 4) + 25 = 62 \text{ } ^{\circ}\text{C}. \quad (5)$$

Исходя из всего вышперечисленного, несложно рассчитать и температуру перегрева теплоотвода, которая составит:

$$T_H = P \cdot R_{\Theta H-A} + T_A = 5 \cdot 4 + 25 = 45 \text{ } ^{\circ}\text{C}. \quad (6)$$

Такая методика может использоваться для расчета перегрева кристалла в инженерной практике.

Библиографический список

1. НОМАКОН – Теплопроводящие электроизоляционные эластичные силиконовые листовые материалы, прокладки и подложки НОМАКОН™ КПТД-2, КПТД-2М : [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.nterm.ru/production/kptd-ru/list/>

2. Дульнев, Г. Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре : учебник для вузов по спец. «Конструир. и произв. радиоаппаратуры» / Г. Н. Дульнев. – М. : Высш. школа, 1984. – 247 с.

3. Горячев, Н. В. Структура автоматизированной лаборатории исследования теплопроводов / Н. В. Горячев, И. Д. Граб, А. В. Лысенко, Н. К. Юрков // Надежность и качество – 2011 : труды Международного симпозиума: в 2 т. / под ред. Н. К. Юркова. – Пенза : Изд-во ПГУ. – 2011. – 2 т. – С. 119–120.

4. Воробьев, Д. В. Программные средства анализа и моделирования температурного режима печатных плат / Д. В. Воробьев, М. В. Иванкова, И. Д. Граб, И. И. Кочегаров, Н. К. Юрков // Современные информационные технологии. – 2014. – № 19. – С. 128 – 135.

5. Меркульев, А. Ю. Программные комплексы и системы проектирования печатных плат / А. Ю. Меркульев, Ю. А. Сивагина, И. И. Кочегаров, В. Я. Баннов, Н. К. Юрков // Современные информационные технологии. – 2014. – № 19. – С. 119 – 128.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента Н. В. Горячева*

РАЗВИТИЕ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

А. А. Брюзгин

Тамбовский государственный технический университет

Нанoeлектроника – область электроники, занимающаяся разработкой физических и технологических основ создания интегральных электронных схем с характерными топологическими размерами элементов менее 100 нм. Основные задачи нанoeлектроники: разработка физических основ работы активных приборов с нанометровыми размерами, в первую очередь квантовых; разработка физических основ технологических процессов; разработка самих приборов и технологий их изготовления; разработка интегральных схем с нанометровыми техно-

логическими размерами и изделий электроники на основе наноэлектронной элементной базы.

Одной из важных вех на пути развития наноэлектроники стало создание сканирующий туннельный микроскоп и атомно-силовой микроскоп.

Следующим открытием, по мнению многих ученых, определившим облик электронных схем будущего, стало появление нанотрубок и графена.

Очень широки возможности применения в наноэлектронике нанотрубок.

Благодаря уникальным физическим свойствам и структурным особенностям углеродные нанотрубки – идеальные претенденты на роль элементов для электронных схем.

Основной потенциал использования нанотрубок в наноэлектронике заключается в возможности создания субмикронных элементов для электронных схем – нанотранзисторов, нанодиодов, нанокатодов.

Еще одной областью, в которой старые методы уступают место нанотехнологиям, является создание накопителей информации.

Наиболее реально ожидаемое и самое эффективное практическое применение нанотехнологии должны получить в области нанозаписи и хранения информации, поскольку компьютерная память основана на том, что бит задается состояниями среды, в которой записывается информация. Как известно, элемент памяти показывает наличие или отсутствие показателя. Исходя из этого, можно реализовать такую ситуацию на поверхности, когда 1 бит будет записан в виде скопления, например, 100 или даже 10 атомов.

Другое направление работ в области создания электронной наноразмерной компонентной базы – исследования, проводимые в международном томографическом центре Новосибирского отделения РАН. Российскими учеными созданы необычные ферромагнетики, которые содержат атомы углерода, азота и водорода (т.е. те компоненты, которые присущи живой природе), а также атомы меди и классические «магнитные элементы» – железо, кобальт и никель.

В настоящее время рассматриваются несколько потенциальных технологий создания наноэлектрических приборов: лазерная 193 нм литография с возможностью преодолеть дифракционный предел, экстремальная ультрафиолетовая литография (ЭУФЛ) с длиной волны 13 нм.

Таким образом, в сфере «наноэлектроники» предстоят новые достижения и открытия на основе совершенно новых принципов работы. В их основе лежит создание новых схем на уровне отдельных атомов, использование волновых свойств электрона и квантовых эффектов, а также других открывающихся явлений наномира. Эти открытия и раз-

работки необходимо внести в список модернизаций отечественных предприятий. Такие шаги уже делаются, например в тамбовской области модернизируются заводы радиоэлектронного профиля. Появляются попытки создать производство изделий нано и микроэлектроники.

Библиографический список

1. Чаплыгин, А. Нанотехнологии в электронике / А. Чаплыгин. – М. : Техносфера, 2005.

ПЕРСПЕКТИВЫ ЗАМЕНЫ КОЛЛЕКТОРНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ НА ШАГОВЫЕ И СПОСОБЫ ИХ УПРАВЛЕНИЯ

А. А. Разживин

*Сарапульский политехнический институт (филиал)
«Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова»*

В настоящее время электродвигатели получили широкое распространение в промышленности для привода различных станков и механизмов.

На ОАО «Сарапульский электрогенераторный завод» успешно применяются различные виды электродвигателей, в частности коллекторные. Однако, применение шаговых электродвигателей является новым направлением. Так экспериментальный образец подвеса антенного, оснащенный шаговыми двигателями, обеспечивает высокую точность позиционирования и относительно невысокую стоимость. Однако, применение нового типа электродвигателей требует использования специализированного блока управления. Именно эта задача по реализации блока управления подвеса антенного с шаговыми двигателями на ОАО «СЭГЗ» еще не решена.

Существующий блок управления подвеса антенного это плата ключей, плата питания и плата управления, соединенные между собой, с предусмотренными на плате управления входом для гироскопа, входом для ограничителей конечных положений (ОКП) и входом для синусно-косинусный вращающийся трансформатор (СКВТ), а на плате ключей с выходом для коллекторных двигателей. Данные конструктивные решения являются сложными для сборки и настройки. Еще одним недостатком является устаревшая плата ключей. Она представляет собой плату, реализованную на транзисторах. Такое решение обладает рядом недостатков, таких как: повышенное напряжение на открытом ключе, пониженная помехоустойчивость и пониженная тем-

пературная стабильность. Так же плата управления, реализованная на операционном усилителе, четырехканальном коммутаторе и компараторе напряжения является устаревшим конструкторским решением, поскольку в настоящее время все функции, выполняемые этими микросхемами, можно реализовать в одном корпусе, что приведет к уменьшению массогабаритных характеристик, а также к уменьшению затрат.

В отличие от существующего блока управления подвеса антенного, новый БУПА должен иметь вход для подключения внешнего устройства для приема и передачи информации о положении в пространстве по стандарту ARINC429, выполненный двухпроводной шиной данных, что позволит сообщать другим системам о состоянии БУПА.

Для того чтобы установить наиболее оптимальный выбор направления разработки блока управления подвеса антенного необходимо провести патентный поиск с целью выявления аналогов.

Наиболее близкими по системным свойствам к модернизируемому блоку подвеса антенного оказались следующие устройство, описываемое рефератом патента РФ № 1828365.

Устройство для синхронного управления двумя шаговыми двигателями, описанное в патенте содержит два одинаковых канала управления, каждый из которых составлен из коммутатора со входом, соединенным с выходом логического блока управления и выходом, предназначенным для подключения фазных обмоток шаговых двигателя, два датчика положения ротора, а также логические элементы. Такой блок во многом схож с модернизируемым блоком управления подвеса антенного, однако, повышение надежности путем синхронизации скоростей шаговых двигателей, вследствие введения в схему логических элементов, приводит к усложнению схемы и ее удорожанию, а также не позволяет анализировать состояния блока.

Таким образом, после анализа решений реализации управления шаговыми двигателями, можно сделать вывод, что наиболее оптимально использовать, для реализации ячейки связи, CAN-шину, которая будет объединять в единую сеть сигналы от гироскопа и сигналы, обмена с системой верхнего уровня по двухпроводной шине данных. Реализации ячейки обработки и вычислений предусматривает использование цифровой и аналоговой части с предусмотренной на ней входом ОКП, реализованной на одном кристалле микроконтроллера. Ячейка управления силовым преобразователем состоит из транзисторной системы управления и транзисторной системы связи, реализованной в одном корпусе драйвера шагового двигателя. Ячейка питания представляет собой два канала: силовое питание и питание логической части.

ФАЗИРОВАННАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА В РЛС

А. И. Рогочев

Тамбовский государственный технический университет

Для увеличения направленности действия уже на первых этапах развития антенной техники стали применять систему вибраторов – антенные решетки (АР). Антенные решетки применяются для повышения коэффициента направленного действия антенны как системы излучающих элементов по сравнению с одиночным элементом и для получения возможности управления формой диаграммы направленности. Энергия сигнала АР будет определяться, как

$$E = \sum_{n=1}^N Af_1(\theta, \varphi) \cos(\omega t - kr_n),$$

где $f_1(\theta, \varphi)$ – диаграмма направленности эквивалентного излучателя в решетке, который в теории одинаковый для каждого из излучателей; A – постоянный (амплитудный) множитель, не зависящий от углов (θ, φ) ; r_n – расстояние от n -излучателя до точки наблюдения.

Отличие фазированной антенной решетки (ФАР) заключается в том, что ее амплитудно-фазовое распределение не является фиксированным значением, а может управляемо изменяться в зависимости от необходимости. Первые ФАР пассивного типа (ПФАР) были разработаны в 1960-х годах, а впоследствии модифицированы для работы на активных элементах (АФАР).

АФАР имеют значительные преимущества по сравнению с ПФАР, они намного легче, имеют большую надежность, не требуют использование высокомоощного передатчика и т.д.

Однако два серьезных недостатка АФАР мешают массовому их применению: их конструктивная сложность (в нашей стране их производят только в Рязани), а следовательно конечная цена изделия, и рассеиваемая мощность на микроволновых транзисторных усилителях и монолитных интегральных схемах. Обычно эффективность передатчика АФАР менее 45%. В результате работы активные элементы выделяют большое количество теплоты, которую необходимо рассеивать, чтобы предохранить их от разрушения.

Если решение проблемы сложности производства в основном зависит от оборудования на предприятии и квалификации рабочего персонала, то рассеиваемая мощность ограничена материалами и опять-таки технологией их обработки. Применяя, новый материал или новый метод обработки для создания АФАР, с большей мощностью рассеивания, что неизбежно приведет к новому увеличению сложности производства.

Библиографический список

1. Бакулев, П. А. Радиолокационные системы / П. А. Бакулев. – М. : Радиотехника, 2007.
2. Пудовкин, А. П. Основы теории антенн : учебное пособие / А. П. Пудовкин, Ю. Н. Панасюк, А. А. Иванков. – Тамбов : Изд-во ТГТУ, 2011. – 92 с.
3. Лушников, А. С. Наземные радиоэлектронные средства обеспечения полетов воздушных судов : учебное пособие / А. С. Лушников. – Ульяновск : УВАУ ГА, 2001.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента Ю. Н. Панасюка*

К ПРОБЛЕМЕ МЕЖПРОГРАММНОГО ОБМЕНА КОНСТРУКТОРСКОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ

И. А. Севцов, А. А. Юдин, К. В. Жихарев

Пензенский государственный университет

Необходимость переноса данных из одной САПР-системы в другую возникает по причине того, что не существует системы, включающей в себя абсолютно все необходимые инструменты для различных нужд [1, 2].

Для удовлетворения этой потребности необходима возможность использовать один и тот же файл в нескольких системах. Ввиду того, что различные системы хранят данные в файлах собственной структуры и формата, следовательно, для переноса данных из одной системы в другую необходимо разработать механизмы преобразования результатов работы в одной системе в формат, «понятный» для другой. На рисунке 1, приведенным ниже изображены обе схемы обмена [3].

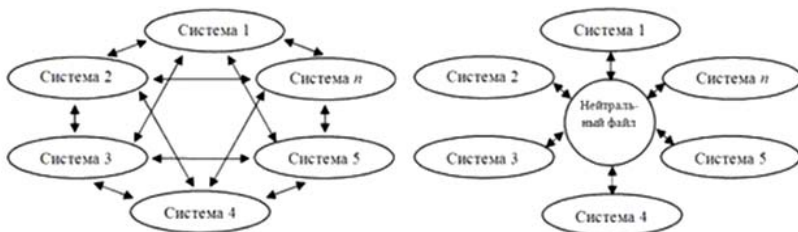


Рис. 1. Схемы обмена данными между САД-системами

Первая схема является менее практичной ввиду того, что для каждой системы необходимо иметь большое количество конверторов для осуществления необходимого «общения» с каждой из связанных систем, конкретно для n систем необходимо иметь $n(n - 1)$ различных конверторов, так как в каждой связке обязательно должна быть пара «импорт–экспорт». При добавлении в связку систем из n систем одной дополнительной системы возникает необходимость написания двух конверторов для каждой из уже присутствующих систем. Такой объем работы для программистов увеличивает стоимость реализации систем при применении первой схемы, а также увеличивает объем, занимаемый программным комплексом на жестком диске конечного компьютера. В основном именно из-за этого недостатка популярность обрел метод, показанный на второй схеме.

При использовании второго метода возникает необходимость написать лишь по паре конверторов (импорт–экспорт) для каждой системы. Конвертор, отвечающий за экспорт должен преобразовывать файл результатов работы одной системы в файл нейтрального формата, понятный для конвертора, отвечающего за импорт в другой системе соответственно.

Далее предлагается решение задачи переноса на примере программных комплексов Компас и ANSYS.

САПР Компас и САЕ ANSYS имеют ряд форматов, позволяющих осуществить обмен информацией о твердотельных моделях в соответствии со второй схемой обмена. Среди них следует отметить форматы «Parasolid», STEP, IGES. Из этого списка наиболее целесообразно использовать формат STEP – (англ. Standard for Exchange of Product model data – стандарт обмена данными модели изделия) представляющий собой обобщение стандартов ISO 10303 [2, 4]. Он позволяет описать весь жизненный цикл изделия, включая технологию изготовления и контроль качества продукции. Является основным преемником стандарта IGES. В последнее время вытесняет его благодаря более широким возможностям хранения информации.

Библиографический список

1. Кочегаров, И. И. Межсистемное взаимодействие систем САД и САЕ при моделировании / И. И. Кочегаров, Н. К. Юрков, В. Б. Алмаметов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2015. – № 4(26). – С. 161 – 166.
2. Кочегаров, И. И. Методика подготовки данных для моделирования с применением стандарта STEP / И. И. Кочегаров, В. Б. Алмаметов // Университетское образование (МКУО-2015) XIX Международная научно-методическая конференция, посвященная 70-летию Побе-

ды в Великой Отечественной Войне : сборник ; под ред. А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. – 2015. – С. 128–129.

3. Кочегаров, И. И. Методика взаимодействия системы проектирования печатных плат KICAD с КОМПАС 3D / И. И. Кочегаров // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2012. – Т. 1. – С. 415.

4. Шибанов, С. В. Обзор современных методов интеграции данных в информационных системах / С. В. Шибанов, М. В. Яровая, Б. Д. Шашков, И. И. Кочегаров, В. А. Трусов, А. К. Гришко // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2010. – Т. 1. – С. 292 – 295.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента И. И. Кочегарова*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

А. П. Стрельцов

Воронежский государственный технический университет

Охватывая широкий круг научно-технических и производственных проблем, электроника опирается на достижения в различных областях знаний. При этом, с одной стороны, электроника ставит задачи перед другими науками и производством, стимулируя их дальнейшее развитие, и с другой стороны, вооружает их качественно новыми техническими средствами и методами исследования.

В последние годы развивается новое направление – нанoeлектроника. Нанотехнологии позволяют манипулировать атомами (размещать в каком-либо порядке или в определенном месте), что дает возможность конструировать новые приборы с качественно новыми свойствами.

Уменьшение размеров на несколько порядков практически меняет физические основы работы нанoeлементов. Так, в нанoelemente используются уже не электроны, как частицы, переносящие электрический заряд, а их волновые функции. Процессы дрейфа и диффузии, характерные для микроэлектронных элементов, и вовсе отсутствуют в нанoeлектронных элементах. В основе нанoeлементов лежат полевые связи, сформированные потенциальные барьеры. «Вход» и «выход» элемента локализованы не в пространстве, а во времени. В нанoeлектронных структурах определение «входа» или «выхода» возможно только в определенные промежутки времени, когда существует определенный порог внешних воздействий, соответствующий «входу» или

«выходу». Этот промежуток времени получил название рефракторного периода и с его помощью обеспечивается распространение сигнала в определенном направлении. Переход от одного устойчивого состояния наноструктуры в другое происходит через возбужденные неустойчивые состояния. Как правило, наноэлектронный элемент состоит из набора квантовых ям и потенциальных барьеров. Энергетический спектр таких элементов зависит от размеров, а добавление лишь одного электрона существенно меняет энергетическую диаграмму. В микроэлектронике функциональный логический элемент представляет собой совокупность структурных компонентов – резисторов, конденсаторов, диодов и транзисторов. В наноэлектронике структурированные компоненты обладают свойством многофункциональности, и способны выполнять сложные динамические функции.

В качестве материалов изделий микроэлектроники используются легированные полупроводники. В наноэлектронике применяются гетероструктуры, наноструктурированные материалы, кластеры, органические материалы. Технология формирования наноструктур основана на процессах направленного роста, методах, связанных со сканирующими туннельным и атомным силовым микроскопами. Если плотность размещения активных элементов в интегральных схемах достигает 10^8 см^{-2} , то в устройствах наноэлектроники она может достигать $10^9 - 10^{10}$ элементов на квадратный сантиметр. Наноземента дают возможность получать передатчик и приемник в диапазонах частот 109...1013 Гц.

Библиографический список

1. Усанов, Д. А. Физические основы наноэлектроники : учебное пособие / Д. А. Усанов, А. В. Скрипаль. – Саратов, 2013. – 128 с.
2. Ткалич, В. Л. Физические основы наноэлектроники : учебное пособие / В. Л. Ткалич, А. В. Макеева, Е. Е. Оборина. – СПб. : СПбГУ ИТМО, 2011. – 83 с.

БАЗОВЫЕ СТАНЦИИ СОТОВОЙ СВЯЗИ В СИСТЕМАХ МОБИЛЬНОЙ РАДИОСВЯЗИ

А. И. Сустин

Тамбовский государственный технический университет

В современном мире устройства мобильной радиосвязи пользуются невероятной популярностью, поскольку данный тип связи позволяет абонентам свободно перемещаться по всей территории обслужи-

вания сети и получать непрерывное обслуживание. Одним из видов мобильной радиосвязи, наиболее популярным в современном мире, является сотовая радиосвязь.

Главной ее особенностью является то, что территория обслуживания представляет собой большое число рабочих зон (сот), внутри которых связь между мобильными устройствами и базовыми станциями (БС) осуществляется по радиоканалу. Размеры сот в крупных городах составляют около 2 км, а при увеличении числа абонентов могут быть уменьшены до полукилометра. В пригородных зонах радиус сот может возрастать до десятков километров и ограничивается только расстоянием прямой видимости антенны БС.

Принцип работы сотовой радиосвязи довольно простой: как только абонент набирает номер на мобильном устройстве, данное средство связи находит самую ближайшую БС по служебному каналу и просит выделить голосовой канал. БС после получения с устройства запроса отправляет запрос на контроллер, откуда в дальнейшем отправится на коммутатор, где произойдет определение оператора вызываемого абонента. Если звонок совершается внутри сети, то коммутатор произведет поиск вызываемого абонента, затем, когда вызываемый абонент будет найден, коммутатор переведет звонок на контроллер ответчика, далее на его БС, а затем на устройство связи вызываемого абонента. Если коммутатор выяснит, что вызываемый абонент-оператор другой сети, то сигнал будет отправлен на коммутатор данного сотового оператора.

БС представляют собой небольшие контейнеры, которые устанавливают в основном на крыше зданий (преимущественно в городской местности) или же на вышках (преимущественно используют на открытом пространстве). Мощность излучения БС в течение суток не постоянна. Загрузка определяется количеством устройств связи, находящихся в зоне обслуживания БС, а также интенсивностью разговора. К примеру, в ночное время суток нагрузка на БС значительно меньше, чем днем. Но, к примеру, в Новогоднюю ночь нагрузка на БС возрастает намного выше нормальной.

При организации сети и установке БС необходимо учитывать определенные факторы, которые определенным образом влияют на распространение радиоволн. Так, в городской среде на распространение радиоволн и качество сотовой связи влияют огромное количество теплых зон, многократные отражения и рассеяния волн.

На качество распространения радиоволн сотовой связи влияет большое количество факторов. Учитывая их при размещении базовых станций сотовой радиосвязи можно получить наиболее оптимальное качество сотовой связи.

Библиографический список

1. Гавриленко, В. Г. Распространение радиоволн в современных системах мобильной связи : курс лекций [электронное издание] / В. Г. Гавриленко, В. А. Яшнов. – URL : <http://wl.unn.ru/study/?page=9>

*Работа выполнена по руководством
канд. техн. наук, доцента Ю. Н. Панасюка*

РАСПОЗНАВАНИЕ ПОМЕХОВОЙ ОБСТАНОВКИ В РАДИОСИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

К. А. Толстой

Тамбовский государственный технический университет

Системы передачи и обработки информации, как правило, являются составной частью сложных комплексов управления. Важность передаваемой информации делает их объектом информационного противодействия. Следует ожидать того, что система передачи будет непрерывно анализироваться средствами радиотехнической разведки третьих лиц и подвергаться подавлению в некоторые моменты времени.

В данном случае целесообразным является такой режим связи, при котором обеспечивается обнаружение факта воздействия на канал связи структурной помехи и последующая адаптация канала передачи к помеховой обстановке.

Во многих случаях наряду со слежением за информативной составляющей последовательности имеется возможность регистрации неинформативного признака, стохастически связанного с наблюдаемой последовательностью данных. Контроль состояния и управление структурой канала связи можно производить с учетом информации индикаторов сопутствующих признаков, представляющих собой измерительные датчики с определенным порогом срабатывания. Обнаружение факта воздействия помехи может быть осуществлено в результате совместной обработки совокупности индикаторных функций, порождаемых воздействием на канал структурной помехи. Например, в случае одновременного присутствия на входе приемника полезного сигнала с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты (ППРЧ) и имитационной помехи со случайным моментом запаздывания.

Поскольку в режиме ППРЧ несущая частота передачи сигнала $s(t)$, в точке расположения станции РЭП в момент t_0 неизвестна,

то помеха $\eta(t)$ в точке приема появляется со случайной задержкой $\tau > 0$ относительно момента времени $t_0 \geq 0$ начала передачи. Для определения факта присутствия или отсутствия структурной помехи в ЗКС необходимо ввести индикаторную функцию $\gamma(t|\tau)$:

$$\gamma(t|\tau) = \begin{cases} 0, & \text{при } 0 \leq t \leq \tau; \\ 1, & \text{при } \tau \leq t \leq \infty. \end{cases} \quad (1)$$

Если за начало передачи сигналов $s(t)$ принять время $t_0 \geq 0$, то структура наблюдаемых на входе приемника реализаций $x(t)$ из (3) перейдет в

$$x(t) = \mu(t)S(t) + \xi(t) + \gamma(t|\tau)\eta(t). \quad (2)$$

С учетом (1) и (2), реализации $x(t)$ на входе приемника будут иметь вид

$$x(t) = \begin{cases} \mu(t)S(t) + \xi(t), & \text{при } 0 \leq t \leq \tau, \\ \mu(t)S(t) + \xi(t) + \gamma(t|\tau)\eta(t), & \text{при } \tau \leq t \leq \infty. \end{cases}$$

В зависимости от вида структурной помехи несущим воздействием индикаторной функции может служить амплитуда, фаза, частота, момент появления и другие характеристики сигналов. Также следует контролировать уровень и дисперсию шума принимаемого сигнала, информирующего о помеховой обстановке.

В зависимости от вида структурной помехи несущим воздействием индикаторной функции может служить амплитуда, фаза, частота, момент появления и другие характеристики сигналов. Также следует контролировать уровень и дисперсию шума принимаемого сигнала, информирующего о помеховой обстановке.

На уровне с этим по совокупности параметров сигнала и сопутствующих признаков возможен расчет вероятностной оценки нахождения системы передачи в той или иной помеховой обстановке.

Высокая скорость адаптации алгоритма функционирования канала передачи к существующей помеховой обстановке за счет использования индикаторных функций и изменения способов борьбы с помехами способна истощить информационную систему станции РЭП и минимизировать последствия воздействия организованных помех.

Материал подготовлен при поддержке РФФИ, грант № 15-08-01617.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, ст. преподавателя В. В. Аксенова*

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В КОНСТРУКЦИЯХ РЭС АНАЛИТИЧЕСКИМИ И ЧИСЛЕННЫМИ МЕТОДАМИ

Р. Т. Фендюк, А. В. Хвостов

Воронежский государственный технический университет

Неотъемлемой частью процесса проектирования современных РЭС является анализ и обеспечение теплового режима, основой которого служит моделирование тепловых процессов и температурных полей различных конструкций. В настоящее время применение нашли аналитические и численные методы моделирования. Поэтому представляет интерес сравнение результатов, полученных этими двумя методами. В качестве объектов моделирования тепловых процессов были использованы типовые конструкции радиоэлектронных устройств (радиаторы, платы), которые могут быть представлены в виде тепловых моделей стержень и пластина. Использовались как аналитические модели, полученные методом интегральных преобразований [1, 2], так и численное моделирование с помощью программного комплекса Pro/ENGINEER. Моделирование с помощью аналитических моделей было реализовано посредством программного комплекса MathCAD.

Сравнение результатов такого моделирования показало, что расхождение результатов для стержня (одномерное поле) составляет около 2%. Для платы (пластины с двумерным полем) различие результатов аналитического и численного моделирования достигает 25%. При этом расхождение результатов для аналогичной пластины, полученных с применением двух различных аналитических моделей, составило менее 2%. Сравнение результатов, полученных аналитическими и численными методами, приведено на рис. 1.

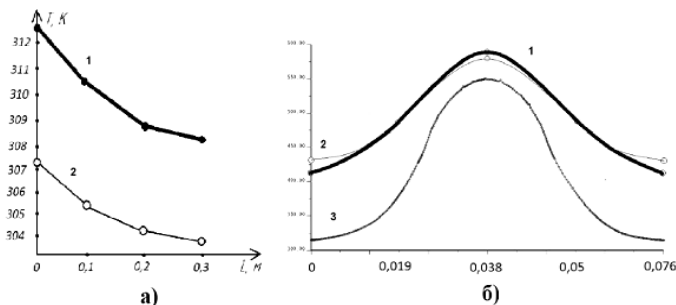


Рис. 1. Результаты моделирования для стержня (а) и платы (б):
а: 1 – численное моделирование, 2 – аналитическое моделирование;
б: 1, 2 – аналитическое моделирование, 3 – численное моделирование

Таким образом, анализ полученных значений температурных полей показал, что расхождение результатов аналитического и численного моделирования возрастает с увеличением сложности тепловой и соответственно математической модели. Что для двумерного поля (плата) является существенной величиной. Поэтому обоснованный выбор оптимального метода моделирования требует анализа степени сложности конкретной задачи, а так же проведения дополнительных вычислительных экспериментов для различных типовых задач моделирования тепловых процессов в конструкциях радиоэлектронных устройств с учетом их размерности и сложности физических моделей.

Библиографический список

1. Дульнев, Г. Н. Теплообмен в радиоэлектронных аппаратах / Г. Н. Дульнев, Э. М. Семяшкин. – Л. : Энергия, 1968. – 360 с.
2. Дульнев, Г. Н. Методы расчета теплового режима приборов / Г. Н. Дульнев, В. Г. Парфенов, А. В. Сигалов. – М. : Радио и связь, 1990. – 312 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОЧЕТАНИЯ ДВУХ ПОЗИТИВНО-КОНТУРНЫХ, НЕГАТИВНО-КОНТУРНОЙ И ПОЗИТИВНОЙ СТРУКТУР ЭЛЕМЕНТА ВИБРАЦИОННО-РАЗМЫТОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

М. В. Фомин, С. А. Тюрин, И. Д. Морозов

Пензенский государственный университет

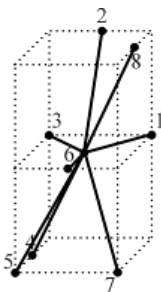


Рис. 1. Графическая интерпретация структурно-разностного описания элемента

В публикациях [1 – 4] развивается метод измерения модуля и компонент вектора вибрационного перемещения материальной точки на поверхности объекта контроля, основанный на измерении и анализе геометрических параметров следа вибрационного размытия изображения круглой метки, в геометрическом центре которой исследуемая материальная точка и находится. След вибрационного размытия изображения круглой метки представляет собой нечеткое полутоновое изображение. Для того, чтобы обработать его методом, развиваемым в публикациях [1 – 4], необходимо адекватно преобразовать его в четкое бинарное изображение. Для этого применяется принцип структурно-разностной бинаризации полутоновых изображений [5]. Представляет интерес следующая ситуация (табл. 1).

1. Структурно-разностное описание пикселя

c	$P_{i,j,c}$	$P_{i,j,c+4}$	Пара направлений
1	1	2	позитивно-контурная
2	0	1	негативно-контурная
3	1	2	позитивно-контурная
4	2	0	позитивная

Наивысшим приоритетом в данной структурной последовательности обладает негативно-контурная пара направлений. Таким образом, данный элемент следует отнести к негативно-контурным.

Графически это описание интерпретируется следующим образом (рис. 1).

Библиографический список

1. Grigor'ev, A. V. Way of measurement of parameters of vibrations of mirror antennas. 2015 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). Proceedings / A. V. Grigor'ev, N. V. Goryachev, N. K. Yurkov. – Omsk : Omsk State Technical University. Russia, Omsk, May 21 – 23, 2015. DOI:10.1109/SIBCON.2015.7147031

2. Моделирование следа размытия изображения круглой метки при ее компланарном и ортогональном виброперемещениях / А. В. Григорьев, В. А. Трусов, В. Я. Баннов, П. Г. Андреев, Г. В. Таньков // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2015. – Т. 1. – С. 106 – 109.

3. Моделирование следа размытия изображения круглой метки при ее произвольном виброперемещении / А. В. Григорьев, Н. К. Юрков, И. И. Кочегаров, А. В. Затылкин, Н. В. Горячев // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2015. – Т. 1. – С. 109 – 112.

4. Структура методики измерения параметров вибраций по следу вибрационного размытия изображения круглой метки / А. В. Григорьев, Е. А. Данилова, С. А. Бростилов, И. Ю. Наумова, Э. В. Лапшин, А. А. Баранов // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2015. – Т. 2. – С. 13 – 16.

5. Принцип негативно-контурной классификации растровых элементов полутонных изображений / А. В. Григорьев, А. Л. Држевецкий, В. Я. Баннов, В. А. Трусов, А. С. Кособоков // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2014. – Т. 2. – С. 21 – 24.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента А. В. Григорьева*

ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕХОДА ОТ ТЕХНОЛОГИИ CDMA-450 К LTE-450 В РОССИИ

В. В. Черторинский

Дальневосточный федеральный университет

Основным параметром, позволяющим оценить эффективность стандарта, является спектральная эффективность системы мобильной связи. Она представляет собой показатель, вычисляемый как отношение скорости (в бит/с) передаваемых данных на 1 Гц используемой полосы частот (бит/с/Гц).

Разворачивание технологии LTE-450 в ранее выделенных частотных диапазонах CDMA-450, позволит повысить спектральную эффективность в указанном диапазоне – 450 МГц и решит ряд задач:

- более рациональное, эффективное переиспользование ограниченного радиоресурса в диапазоне 450 МГц;
- снизятся расходы за использование выделенного диапазона частот;
- уменьшатся затраты на модернизацию существующих базовых станций;
- увеличится емкость сети посредством расширения соты,

Кроме традиционного подхода к оценке спектральной эффективности систем мобильной связи, существуют и другие подходы к расчету спектральной эффективности, которые учитывают не только заданный канал связи, но и систему в целом, например:

- в некоторых случаях спектральная эффективность системы рассчитывается как отношение возможной скорости (в бит/с) передаваемых данных для всех абонентов в определенной географической зоне на 1 Гц полосы частот (бит/с/Гц/соту или бит/с/Гц/зону обслуживания);
- спектральная эффективность может рассчитываться как отношение максимальной пропускной способности для всех пользователей сети к ширине полосы частот одного канала в Гц [1].

Учитывая потребности обеспечения более высокой пропускной способности при условии переиспользования узкого участка диапазона в полосе 450 МГц при сохранении зоны покрытия CDMA-450, стандарт LTE-450 позволит разрешить данную проблематику.

На основании табличных данных можно сделать вывод, что технология LTE претерпевает значительные изменения по увеличению эффективности использования частотного ресурса и увеличивает емкость системы почти в 6 раз.

В рамках нашего аналитического подхода проведен сравнительный анализ спектральной эффективности по наиболее приближенному набору параметров для сравниваемых стандартов CDMA и LTE (диапазон, ширина полосы частот, разнос сот и т.д.).

Такой подход обуславливается тем, что при изменении (увеличении) ширины полосы частот изменяется и предельные теоретические показатели Шенона по скорости передачи информации по линиям связи. Например, при ширине полосы частот в 10 МГц теоретический предел передачи информации выше, чем в канале 5 МГц [2].

В настоящей работе интересным представляется сравнительный анализ спектральной эффективности эволюции ниже приведенных технологий, так как именно данные стандарты используются в настоящее время в Российской Федерации: LTE (3GPP/ETSI); CDMA-EV-DO (3GPP2).

Проведенный анализ показывает, при переходе со стандарта CDMA-450 Rev.B к LTE Revision 8 увеличивается спектральная эффективность почти в два раза. А учитывая, что вся сервисная модель всех операторов уже заточена под LTE технологию, то переход от CDMA-450 к LTE-450 бесспорно повысит лояльность абонентов.

Библиографический список

1. Тихвинский, В. О. Управление и качество услуг в сетях GPRS/UMTS / В. О. Тихвинский, С. В. Терентьев. – М. : Эко-Трендз, 2007. – 400 с.
2. Солонина, А. И. Основы цифровой обработки сигналов. Курс лекций / А. И. Солонина, Д. А. Упахович. – СПб., 2005. – 232 с.
3. 3GPP TR 25.913 Requirements for Evolved UTRA (E-UTRA) and Evolved UTRAN (E-UTRAN), Release 7, V7.3.0, 2006.

ТРУДЫ А. С. ПОПОВА В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ ЛИТЕРАТУРЕ

А. Ф. Шубин, И. С. Овчинникова

*Воронежский государственный технический университет,
Национальный исследовательский
Томский политехнический университет*

Данная работа посвящена вопросу значимости вклада А. С. Попова в развитие радиотехники. Автором представлен анализ работ зарубежных исследователей в данной области.

Современный мир нельзя представить без радиосвязи. Она используется повсюду: будь то использование мобильных телефонов, сетей Wi-Fi и другое. Хотя открытия в этой области были сделаны сравнительно недавно – в конце XIX века, в настоящий момент радиотехнические изобретения приняли глобальный масштаб и значимость.

Целью данной работы является рассмотрение вопроса об отечественных достижениях в радиотехнической сфере, анализ работ зарубежных исследователей в данной области.

Главным отечественным деятелем в этой сфере принято считать А. С. Попова, который смог осуществить передачу информации по средствам радиоволн. Его труд рассматривают, в своих научных работах различные исследователи и по сей день.

Так, к примеру, С. Кудрявцев в научном труде «Рождение радио» пишет, что сорок лет назад, 7 мая 1985 года, русский физик А. С. Попов впервые произвел свой исторический опыт телеграфирования без проводов. С тех пор радиотехника сделала гигантский прыжок вперед [1].

Помимо изобретения системы связи без проводов, Попов создал грозоотметчик. Об этом достижении рассказывает Л. И. Золотинкина в книге «Летопись жизни и деятельности Александра Степановича Попова». В ходе предварительных экспериментов сигналы от передающего устройства (вибратора Герца) принимались на расстояние до 64 м. Обнаружилось, что приемник реагирует и на сигналы атмосферного происхождения (грозовые разряды) на расстояниях около 30 км. Основываясь на данном наблюдении Попов, с помощью ассистента П. Н. Рыбкина в июле 1895 года разработал грозоотметчик. Грозоотметчик был установлен на метеостанции Лесного института в Петербурге. Успешная эксплуатация этого прибора положила начало новому научному направлению – радиометрологии [2].

Однако интерес к его трудам проявляют и иностранные исследователи. Так, к примеру, Reginald Leslie Smith-Rose рассказывает об одном из изобретений Попова в своей работе «Aleksandr Popov. Russian engineer» [3].

А в 2016 году об изобретение А. С. Попова упоминал Marcelo Mendonça Teixeira в своей работе «The History of Radio From Hertz To The Web. Communication, Entertainment and Education» [4].

Таким образом, проведя анализ работ отечественных и зарубежных исследователей, можно сделать вывод о том, что исследования Попова ценятся по настоящее время. Однако в ходе исследования мною было выявлено, что за рубежом Александр Степанович больше известен, как изобретатель радио и первым человеком, который смог передать информацию на большие расстояния. Остальные же достижения Попова в своих работах рассматривают в основном отечественные исследователи.

Библиографический список

1. Кудрявцев, С. Рождение радио / С. Кудрявцев. – Л. : Молодая гвардия, 1935.
2. Золотинкина, Л. И. Летопись жизни и деятельности Александра Степановича Попова / Л. И. Золотинкина, М. А. Партала, В. А. Урвалов ; под ред. акад. РАН Ю. В. Гуляева. – СПб. : Изд-во СПбГТЭУ «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), 2008. – 560 с. : ил.
3. Reginald Leslie Smith-Rose. Aleksandr Popov. Russian engineer / [Электронный ресурс] – версия 4-7-2016. URL : <http://global.britannica.com/biography/Aleksandr-Popov-Russian-engineer>. Дата обращения: 04.2016.
4. Marcelo Mendonça Teixeira. The History of Radio From Hertz To The Web. Communication, Entertainment and Education. – 2016. – 80 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С УЧЕТОМ ЭМС ДЛЯ УСТРОЙСТВ СТАНДАРТА LTE ADVANCED

А. С. Шульга

Воронежский государственный технический университет.

Задача обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) появилась вместе с появлением электронных средств. С течением времени количество электронных средств неуклонно растет и к ним предъявляются все более жесткие требования по обеспечению электромагнитной совместимости (ЭМС). В настоящее время надежность и бесперебойность работы технических средств в значительной степени определяется их способностью работать в заданной электромагнитной обстановке [1].

Обобщая вышесказанное можно предложить следующую методику проектирования высокоскоростных цифровых печатных плат с учетом ЭМС для устройств стандарта LTE Advanced. Содержание основных этапов предполагаемой методики представлено на рис. 1.

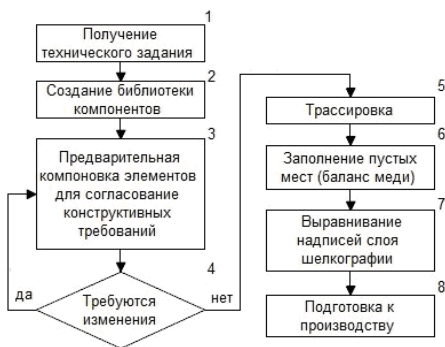


Рис. 1. Этапы проектирования

1. Для разработки печатной платы требуется принципиальная электрическая схема, перечень элементов, техническое задание. Подробное техническое задание уменьшает вероятность ошибки при разработке печатной платы.

2. Создание библиотеки посадочных мест компонентов, для задания связи между устанавливаемыми элементами и графическими символами эклектической схемы.

3. Расположение компонентов; фиксация компонентов, которые имеют жесткое расположение.

4. На данном этапе формируется 3D-модель платы для согласования конструктивных требований по габаритным и установочным параметрам.

5. Вначале происходит трассировка дифференциальных пар, сигналов синхронизации, быстрых шин, сигналов управления, после разводка остальной части схемы и полигонов питания. При необходимости с помощью специализированных утилит высчитываются волновые и дифференциальные сопротивления для улучшения ЭМС.

6. Деформации печатных плат, возникающие в процессе производства и эксплуатации, приводят к многочисленным негативным последствиям. Однако заполняя пустые места медью, можно существенно снизить вероятность появления деформации.

7. Выравнивание надписей слоя шелкографии осуществляется для обозначения элементов на печатной плате.

8. Формирование гербер файлов, содержащих посадочные места компонентов, трассы, участки открытия маски, а так же получение информации о расположении компонентов и отверстий, для отправления на производство.

Библиографический список

1. Макаров, Ю. В. Методы обеспечения внутриаппаратурной электромагнитной совместимости и помехоустойчивости в конструкциях электронных средств : монография / О. Ю. Макаров, А. В. Муратов, М. Ромашенко. – Воронеж : ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2013. – 234 с.

ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ

А. А. Юдин, К. В. Жихарев, И. А. Севцов

Пензенский государственный университет

При проектировании радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), состоящей из большого числа сложных элементов, особенно важен комплексный анализ множества параметров, которые каким-либо образом

влияют на общую надежность устройства. Расчет показателей надежности – один из важнейших этапов разработки любого устройства. Именно расчет параметров надежности позволяет ответить на вопрос о целесообразности дальнейших затрат на отработку технологии и производство изделия. За рубежом в последнее время расчеты чаще всего производят на основе американского военного стандарта MIL-HDBK-217F [1, 2]. В отечественной практике для вычисления параметров надежности элементов отечественного производства используют периодически издаваемый справочник «Надежность электрорадиоизделий (ЭРИ)» [1, 3, 4]. Большое количество данных, множество параметров делают расчет надежности вручную длительным и трудоемким. Избежать этого позволяет использование специализированных САПР [4]. Далее проводится анализ наиболее известных решений.

Программный комплекс для расчета надежности электронных устройств, наиболее подходящий для использования в отечественной промышленности, должен удовлетворять следующим требованиям: иметь обширную базу данных радиоэлементов как отечественного, так и иностранного производства; позволять рассчитывать надежность системы любой конфигурации, с резервированием и без него; обладать широкими возможностями в области анализа и прогнозирования параметров системы; полностью удовлетворять отечественным стандартам в области надежности.

Для обоснованного выбора наиболее удовлетворяющего данным требованиям программного пакета были рассмотрены преимущества и недостатки следующих наиболее распространенных в России и в мире систем: ПК АСМ СЗМА (АРБИТР), АСРН-2006, Асоника, RELEX, A.L.DGroup [5, 6].

В результате анализ было выявлено, что нельзя выделить комплекс, который полностью удовлетворяет требованиям отечественных разработчиков. Иностранные решения, хоть и имеют множество хорошо проработанных функций, не имеют в своем составе библиотек отечественных компонентов, а также не всегда соответствуют отечественным стандартам; отечественные решения, наоборот, хоть и обладают достаточно большими библиотеками компонентов отечественного производства, не включают в себя иностранные компоненты, и не обладают некоторыми функциями иностранных решений. Таким образом, вопрос выбора идеально подходящего комплекса расчета надежности для отечественных предприятий остается актуальным [7]. Кроме того, востребовано создание отечественного программного продукта, поддерживающего как российские стандарты расчета надежности, так и зарубежные стандарты.

Библиографический список

1. Кочегаров, И. И. Применение системного анализа и межмодульного взаимодействия при проектировании конструкций РЭС / И. И. Кочегаров // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. – 2004. – № 9-2. – С. 160 – 163.
2. Официальный сайт ПК АСМ «АРБИТР» [Электронный ресурс]. URL : <http://www.szma.com/pkasm.shtml>.
3. Жаднов В. и др. Подсистема АСОНИКА-К – новейшее программное средства для расчетов надежности аппаратуры и ЭРИ различных классов : сборник научных трудов сотрудников МИЭМ. – М. : МИЭМ, 2002.
4. Строганов, А. Обзор программных комплексов по расчету надежности сложных технических систем / А. Строганов, В. Жаднов, С. Полесский // Компоненты и технологии. – 2007. – № 5.
5. Юрков, Н. К. К проблеме моделирования риска отказа электронной аппаратуры длительного функционирования / Н. К. Юрков, И. И. Кочегаров, Д. Л. Петрянин // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2015. – № 4(32). – С. 220 – 231.
6. Кочегаров, И. И. Выбор структурной схемы надежности с применением программных средств / И. И. Кочегаров // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2012. – Т. 1. – С. 414.
7. Емашкина, Т. С. Природа в технике. Основы совершенствования технических систем / Т. С. Емашкина, И. И. Кочегаров // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2015. – № 4(16). – С. 165 – 169.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента И. И. Кочегарова*

СИНТЕЗ УГЛОМЕРНОГО КАНАЛА

А. А. Яковенко

Тамбовский государственный технический университет

Рассмотрим зингеровскую модель движения воздушного судна [1]. Модель состояния угломерного канала имеет вид:

$$\left. \begin{aligned} \dot{\varphi}(t) &= \omega(t), & \varphi(0); \\ \dot{\omega}(t) &= \beta(t), & \omega(0); \\ \dot{\beta}(t) &= -\alpha\beta(t) + \alpha n_a(t), & \beta(0). \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Используя преобразование Лапласа получим модели состояния и наблюдения системы угломерного канала в дискретном виде:

– модель состояния

$$\left. \begin{aligned} \varphi(k) &= \varphi(k-1) + \omega(k-1)T + 0,5\beta(k-1)T^2; \\ \omega(k) &= \omega(k-1) + \beta(k-1)T; \\ \beta(k) &= (1 - \alpha_\beta T)\beta(k-1) + \xi_\beta(k-1); \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

– модель наблюдения

$$\varphi_u(k) = \varphi(k) + \xi_u(k). \quad (3)$$

На основании выражений (2), (3) и с учетом выражений линейной фильтрации [1], получен следующий алгоритм первого порядка:

$$\varphi_0(k+1) = \varphi_0(k) + K_\varphi \Delta\varphi(k+1); \quad (4)$$

$$\omega_0(k+1) = \omega_0(k) + K_\omega \Delta\omega(k+1); \quad (5)$$

$$\beta_0(k+1) = \beta_0(k) + K_\beta \Delta\beta(k+1); \quad (6)$$

$$\varphi_3(k+1) = \varphi_0(k) + \varphi_0(k)\tau + \beta_0(k)\tau^2 / 2; \quad (7)$$

$$\varphi_3(k+1) = \varphi_0(k) + \beta_0(k)\tau; \quad (8)$$

$$\beta_3(k+1) = \beta_0(k); \quad (9)$$

$$\Delta\varphi(k+1) = \varphi_u(k+1) - \varphi_3(k+1). \quad (10)$$

На основании алгоритма (4) – (10) проводилось имитационное моделирование. Результаты моделирования представлены на рис. 1, 2, где представлены графики изменения истинного изменения угла и изменения оценки угла, зависимости потенциального среднеквадратического отклонения (СКО) угла от времени, зависимости реального СКО от времени.

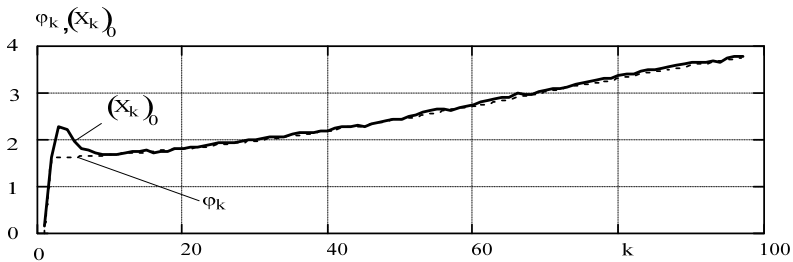


Рис. 1. Изменение во времени истинного изменения угла и изменение оценки угла

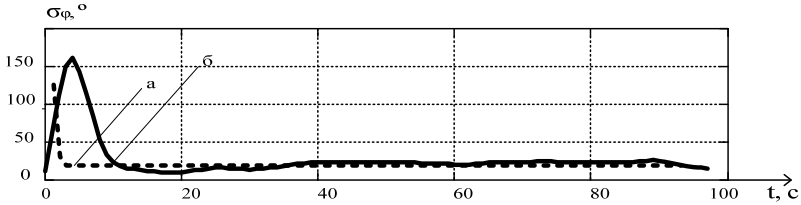


Рис. 2. Зависимости потенциального (а) и реального (б) СКО угла от времени

Сравнивая полученные реальные СКО с потенциальными СКО, можно заметить, что реальные наибольшие ошибки оценивания дальности и скорости отличаются незначительно от потенциальных.

В данном фильтре получены небольшие СКО, так как модель состояния адекватна условиям изменения параметров движения, и рассчитаны оптимальные коэффициенты усиления.

Библиографический список

1. Пудовкин, А. П. Перспективные методы обработки информации в радиотехнических системах : монография / А. П. Пудовкин, С. Н. Данилов, Ю. Н. Панасюк. – СПб. : Экспертные решения, 2014. – 256 с.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента Ю. Н. Панасюка*

Секция 2
СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО
ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ КОММУТАЦИИ АНАЛОГОВЫХ
И ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ

В. П. Аксенов, М. Б. Новиков

Дальневосточный федеральный университет

Приведены расчетные параметры лабораторной установки, разработанной и изготовленной на кафедре электроники Дальневосточного федерального университета. Стенд содержит коммутационную матрицу на 8 абонентских линий с разъемами RJ11 для одновременного подключения 8 стационарных телефонных аппаратов. Автоматическая телефонная станция стенда подключается к городской соединительной линии. Возможен звонок с городского телефона на мобильный телефон стандарта GSM. Выполнен расчет нагрузки АТС.

Расчет интенсивности нагрузки восьмиканальной АТС

Макет изготовленной АТС на восемь номеров стационарной связи и один номер сотовой связи GSM предназначен для экспериментального определения трафика учрежденческой АТС малой емкости. Исследования можно проводить как в ручном режиме, так и автоматическом.

В ручном режиме к стенду подключается одновременно 8 стационарных телефонов с выходом на городскую сеть общего пользования. Звонки выполняются после набора двухзначного номера телефона внутри учрежденческой сети или набора семизначного номера телефона ТфОП. В автоматическом режиме к стенду подключаются 8 модемов, установленных на нескольких компьютерах. Время и продолжительность вызова определяется программой, работающей на компьютере.

Для расчета интенсивности нагрузки определяются:

- 1) структурный состав абонентов проектируемой станции, т.е. число абонентов каждой категории;
- 2) среднее число вызовов C_k в час наибольшей нагрузки (ЧНН) от абонентов каждой категории;
- 3) средняя длительность разговора T_k , с;
- 4) доля занятий, заканчивающихся разговором P_p .

1. Исходные данные для расчета АТС

Тип АТС	Номерная емкость	Число цифр в номере абонентов
Макет GSM – АТС 2×8	8	2

2. Интенсивность нагрузки, поступающей на проектируемую станцию от источников различных категорий

Категории источников нагрузки и типы ТА	P_p	α	T_k, c	t_k, c	N_k	$Z_k, \text{Эрл}$
Аналоговые ТА	0,7	1,08	120	101,3	7	0,4
Цифровые пульта (Up)	0,7	1,08	120	90,7	1	0,06
Итого:						0,46

3. Результаты расчетов интенсивностей внутростанционной нагрузки макета

Типы АТС и их количество	Емкость номеров	$Z_{цкп}, \text{Эрл}$	$\eta_c, \%$	$\eta, \%$	$Z_{вн}, \text{Эрл}$	$Z_{исх}, \text{Эрл}$
Проектируемая АТС	8	0,414	23,8	40	0,165	0,249

При выборе параметров C_k , T_k , P_p использовались данные норм технологически проектирования РД. 45.120–200. Величины указанных параметров приведены в табл. 1 и табл. 2.

Некоторые расчетные значения, приведенные в таблицах, необходимо задавать в качестве исходных данных при проведении эксперимента в ручном или автоматическом режиме.

Другие параметры должны определяться из эксперимента и затем сравниваться с расчетными значениями. В частности, доля занятий, заканчивающихся разговором P_p .

Библиографический список

1. РД 45.120–2000. Нормы технологического проектирования городских и сельских телефонных сетей.
2. Гольдштейн, Б. С. Сигнализация в сетях связи / Б. С. Гольдштейн. – 4-е изд. – СПб. : БХВ Петербург, 2014. – Т. 1. – 448 с.

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТАНДАРТОВ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

И. А. Бурмистров

Воронежский государственный технический университет

В настоящее время для передачи информации используются различные стандарты, такие как Wi-Fi/WiMAX или GSM. Текущее состояние стандартов и средств связи вызвано как развитием технологий в сфере радиозлектроники и информатики, так и ростом потребностей в передаче больших объемов данных. С каждым поколением развития стандартов увеличивалась способность передавать большие объемы данных при меньшем значении потребляемой мощности, зачастую ценой увеличения сложности устройств. Стоит заметить, что уменьшение потребляемой мощности является одним из наиболее важных критериев развития электроники в последние годы. Например, стандарт беспроводных сетей Bluetooth, начиная с версии 4.0, представленной в 2010 году, описывает режим работы, в котором потребление энергии минимально, так как устройство находится в пассивном режиме, что дает возможность автономной работы от маломощных источников питания (таких как батарейки) в течение длительного времени. Другим параметром, на который обращают внимание разработчики стандартов – это безопасность передачи данных. Важность безопасной передачи данных проистекает из высокой плотности беспроводных сетей. Таким образом, в качестве основных направлений развития беспроводных технологий можно ответить следующее: большая скорость передачи данных, меньшее энергопотребление, большая защищенность данных. К примеру, наиболее перспективными путями развития кодов OFDM, применяемых в Wi-Fi, являются ZP-OFDM, PRP-OFDM и OFDM/QAM, направленные на расширение пропускной способности и защиту от взаимовлияния каналов друг на друга. Возрастание плотности беспроводных сетей ведет перекрытию частотных диапазонов. Например, в версии стандарта Bluetooth 4.2, были приняты меры по обеспечению защиты от помех, вызванных сетями LTE.

Библиографический список

1. Getting Started with Bluetooth Low Energy / Kevin Townsend, Carles Cufi, Akiba, Robert Davidson: O'Reilly Media, 2014. – 180 с.
2. GSM – Architecture, Protocols and Services / Jörg Eberspächer, Hans-Joerg Vögel, Christian Bettstetter, Christian Hartmann. – Wiley, 2009. – 325 с.
3. Adaptive zero-padding OFDM over frequency-Selective Multipath Channels / NengWang, Steven D. Blostein: EURASIP Journal on Applied Signal Processing, 2003. – 11 с.

ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

М. Е. Выгузов

Тамбовский государственный технический университет

Сегодня трудно найти сферу человеческой деятельности, которую бы не затронуло появление глобальных телекоммуникационных систем. Самая распространенная из них – сеть Интернет. В настоящее время остро стоит необходимость регулирования вопросов защиты в Глобальной сети, регламентации Интернета, как наиболее важного элемента новых информационных технологий.

В данной статье мы предлагаем рассмотреть и выявить продуктивные и надежные средства защиты в современных условиях. Сформировать целостное представление о методах и средствах защиты информации, защите авторских прав в сети Интернет. Актуальность данного исследования заключается в том, что в настоящее время остро стоит необходимость регулирования вопросов защиты в Глобальной сети, регламентации Интернета, как наиболее важного элемента новых информационных технологий. Необходимость данного исследования вызвана появлением новых подходов к решению проблем правовой и технической защиты информации в сети Интернет.

Объектом исследования являются средства защиты информации, обеспечивающие безопасность в сети Интернет. Технологии компьютерных систем и сетей развиваются очень стремительно. Следовательно, аналогично стремительно должны появляться и развиваться новейшие методы и средства защиты информации. Именно в силу этих причин механизм работы данных средств защиты информации выделен нами в данной работе как предмет рассмотрения.

Научная новизна заключается в формализации и содержательной обоснованности, а так же систематизации всех накопленных знаний о средствах защиты информации.

На наш взгляд, наиболее опасными с точки зрения размера угроз являются непреднамеренные ошибки пользователей, операторов, системных администраторов и других лиц, обслуживающих компьютерную сеть. Источники угроз компьютерной сети, могут быть различными, как внешними, так и внутренними. Для выведения систем из штатного режима эксплуатации можно воспользоваться уязвимыми местами в виде программных и аппаратных ошибок. Вредоносное программное обеспечение формируются без вашего согласия и оказывают большое влияние на работу вашего персонального компьютера.

Основные проблемы, возникающие с безопасностью при работе с компьютерными сетями:

- перехват информации – данные остаются целостными, но конфиденциальность нарушается;
- модификация информации – сообщение изменяется либо полностью подменяется другим и отсылается адресату;
- подмена авторства информации. Посылается письмо от чужого имени или происходит обман, WEB-сервер может притворяться интернет магазином, работая с номера кредитных карт, разумеется, не высылая товар покупателям.

Уязвимость компьютерных сетей, обуславливается постоянным взаимодействием разнотипных элементов.

Все элементы компьютерной сети могут оказаться под нежелательным воздействием: рабочие станции, серверы, межсетевые мосты, каналы связи и т.д.

В мерах по обеспечению информационной безопасности классификации мер выделяют пять видов, это: нормативно-правовые или законодательные, морально-этические, административные, физические, программно-аппаратные.

Взаимосвязь перечисленных способов обеспечения безопасности можно пояснить следующим:

1. Организационные меры, построенные на базе существующих моральных норм и принципов, обеспечивают исполнение ныне существующих нормативных актов.

2. Для внедрения в жизнь организационных мер необходимо создание нормативных документов.

3. Так же организационные меры должны быть обеспечены всем необходимым, а именно физическими и техническими средствами.

4. Применение и использование технических средств защиты требует соответствующей организационной поддержки.

Физические средства защиты информации – это средства, которые предназначаются для защиты какой-либо информации. Эти средства не предназначены для непосредственной обработки, хранения, накопления и передачи защищаемой информации, но находящиеся в одном помещении с ними.

Средства защиты подразделяются на:

- пассивные – физические (инженерные) средства, технические средства обнаружения, ОС, ПС, СКУД, ВН, приборы контроля радиоэфира, линий связи и т.п.;

- активные – источники бесперебойного питания, шумогенераторы, скремблеры, устройства отключения линии связи, программно-аппаратные средства маскировки информации и др.

В настоящее время лучшим образом проявили себя структурированные кабельные системы, которые используют одинаковые кабели

для передачи всех возможных данных в локальной вычислительной сети, телефонной сети, сетей пожарной и охранной сигнализации, сетей передачи данных системы видеонаблюдения.

Шифрование информации и применение электронной подписи являются одними из наиболее эффективных средств защиты информации на сегодняшний день.

Стопроцентной защиты не существует, поэтому стремиться стоит не к максимальному уровню защиты информации, а к минимально необходимому в данных конкретных условиях и при данном уровне возможной угрозы.

Дальнейшее повышение безопасности и контроля доступа WPA заключается в создании нового уникального мастера ключей для взаимодействия между каждым пользовательским беспроводным оборудованием и точками доступа и обеспечении сессии аутентификации. А также, в создании генератора случайных ключей и в процессе формирования ключа для каждого пакета.

ЗАДАЧИ РАЗВИТИЯ РАДИОСПОРТА В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

М. Е. Выгузов, Л. О. Гончарова

Тамбовский государственный технический университет

Основными направлениями развития современного радиоспорта являются различные комплексные соревнования по любительской радиосвязи на коротких и ультракоротких волнах, скоростной прием и передача радиogramм, «охота на лис» (поиск при помощи приемников-пеленгаторов 3 – 5 маломощных КВ и УКВ замаскированных радиопередатчиков), многоборье радистов (прием и передача радиogramм, спортивное ориентирование на трассе, обмен радиogramмами в радиосети из 3 радиостанций).

Актуальность развития радиоспорта в техническом университете заключается в том, что с помощью этого технического вида спорта возможно приобретение важных теоретических и практических навыков в изучении приема-передающей, антенно-фидерной техники при непосредственной работе с ней, изучение радиосвязи в телефонном и телеграфном режимах, возможность овладения современными видами цифровой связи (CDMA, TDMA, BPSK31, QPSK31 и др.), а также дополнительные возможности формирования информационной культуры речи и общения, в том числе и на иностранных языках.

Соревнования по радиосвязи регулярно проводятся в рамках открытых региональных и всероссийских спортивных мероприятий, так

в этом году проходило первенство России по радиосвязи на коротких волнах телефоном. Это ставший привычным четырехчасовой тест на диапазонах 40 и 20 метров с получасовыми турами. Тамбов представляли две индивидуальные радиостанции и одна коллективная радиостанция ТГТУ.

Соревнование проводится в течение многих лет, имеет официальный статус, и дает возможность выполнения спортсменами нормативов спортивных разрядов. Призеры соревнования награждаются официальными медалями Минспорта России и дипломами с подписью Министра спорта России. Все участники, вошедшие в зачет, получают электронные дипломы за занятые места. С целью развития студенческого радиоспорта Союз радиолюбителей России организовал параллельно с первенством России студенческие соревнования. Фактически это отдельный зачет в первенстве России для молодых радиоспортсменов в возрасте от 20 до 25 лет, которые в силу возрастных ограничений не могут участвовать в первенстве, а также для наблюдателей (SWL).

К 55-летию юбилею полета в Космос Первого Космонавта Планеты – Ю. А. Гагарина, Международный клуб радиолюбителей-авиаторов «Пятый Океан», провел соревнования радиолюбителей всех возрастов. Соревнование проводилось с участием студентов ТГТУ, кафедры «Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем». Участники могли работать на диапазонах: 80, 40, 20, 15 м. Каждый участник соревнований передавал свой контрольный номер – RS(RST) + порядковый номер QSO; члены клуба передают RS(RST) + буквы FO (FifthOcean) + членский номер (например, 59 FO164). Участие в соревнованиях могло быть как индивидуальным, так и в составе команды коллективной радиостанции. Каждый участник соревнований, независимо от количества проведенных радиосвязей и выславший отчет награждается дипломом «55 лет Первого полета Ю. Гагарина». Победители в своей подгруппе награждаются памятными сертификатами клуба: за 1-е, 2-е и 3-е место и дипломом «Советская авиация и космонавтика», а победитель в каждой подгруппе награждается медалью. Победители в подгруппах определяются при условии участия в подгруппе не менее 3 участников. Кроме того, победители в абсолютном зачете будут награждены: за 1 место – кубком с авиационным логотипом, за 2 и 3 место – медалями.

Развитие радиоспорта в техническом университете является важной частью решения образовательной задачи по изучению современной радиоэлектронной техники и средств телекоммуникации и кроме этого способствует повышению качества подготовки специалистов для региональных предприятий оборонно-промышленного комплекса.

Библиографический список

1. Молодежное первенство РФ // Союз радиолюбителей России – 2016. – 2 апреля. [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.qrz.ru/contest/detail/331> Дата обращения: 19.04.2016.
2. Молодежный старт сезона – успешно дан // Региональное отделение Союза радиолюбителей России по Тамбовской области. – 2016. – 11 апреля. [Электронный ресурс]. – URL : <http://r3r-srr.ru/?author=5> Дата обращения: 19.04.2016.

ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ФАЗИРОВАННАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА НА ОСНОВЕ ЛОГОПЕРИОДИЧЕСКИХ ВИБРАТОРНЫХ АНТЕНН ДЛЯ СИСТЕМ ШИРОКОПОЛОСНОГО БЕСПРОВОДНОГО ДОСТУПА

П. А. Горшков, Е. В. Рязанов

Тамбовский государственный технический университет

Современное развитие систем беспроводного широкополосного доступа повлекло увеличение диапазонов, отводимых для данных систем, совершенствование новых спецификаций стандартов IEEE802.11, IEEE802.16, разработку и внедрение сложных антенных системы и соответствующих методов обработки сигналов. Все это предъявляет более высокие требования к окончному оборудованию, в частности антенным системам. Поэтому применение эффективных антенн с хорошими массогабаритными и электродинамическими характеристиками позволит существенно расширить частотные диапазоны и зону покрытия сервисов, а также увеличивать их пропускную способность.

Под данные критерии попадают цилиндрические антенные решетки (ЦАР) на основе логопериодических излучателей (ЛИ), которые имеют хорошие электродинамические характеристики в полосе частот, отводимых для систем беспроводного широкополосного доступа.

Как правило ЦАР – это система излучателей, размещенных на цилиндрической поверхности. Основными достоинствами цилиндрических АР являются: возможность широкоугольного (до 360°) сканирования лучом неизменных ширины и формы в азимутальной плоскости (в плоскости дуги); сканирование в угломестной плоскости (до $\pm 50^\circ$); слабая по сравнению с плоскими и линейными АР взаимная связь излучателей из-за пространственного разворота их осей; конструктивное удобство размещения выпуклых АР на ряде объектов [1].

Диаграмма направленности кольцевой решетки в плоскости дуги при формировании луча в направлении $\theta_0 = \pi/2$, $\varphi_0 = 0$ с точностью до нормируемого множителя A может быть представлена в виде

$$F_k(\varphi) = A \int_{-\beta}^{\beta} I(\alpha) F_{\alpha}(\varphi) \exp \left\{ -i \frac{2\pi}{\lambda} R [\cos \varphi - \cos(\varphi - \alpha)] \right\} d\alpha,$$

где $F_k(\varphi)$ – ДН в азимутальной плоскости отдельного излучателя с координатой α ; R – радиус кольцевой АР.

Для приближенного вычисления ДН по (1) удобен метод эквивалентного линейного излучателя, заключающийся в том, что ДН кольцевой антенны рассчитывают как ДН синфазной линейной антенны, в которой амплитудное распределение соответствует проекции амплитудного распределения по кольцу (в пределах излучающего участка) на линейную антенну длиной $l_{\text{экв}}$, расположенную перпендикулярно направлению формируемого луча. В эквивалентной линейной антенне амплитудное распределение [1]

$$I_{\text{экв}}(y) = I \left(\arcsin \frac{y}{R} \right) F \left(\arcsin \frac{y}{R} \right) \frac{1}{\sqrt{R^2 - y^2}}.$$

С учетом этого ДН кольцевой антенны в азимутальной плоскости имеет вид

$$F(\varphi) = A \int_{-y_2}^{y_2} I_{\text{экв}}(y) \exp \left(-i \frac{2\pi}{\lambda} y \sin \varphi \right) dy,$$

где $y_2 = R \sin \beta$.

Область допустимых углов φ , в пределах которых можно рассчитывать ДН с погрешностью, не превышающей нескольких процентов, определяется неравенством [1] $|\varphi| \leq \arccos \left[1 - \frac{\lambda}{4R(1 - \cos \beta)} \right]$.

Коэффициент направленного действия ЦАР будет зависеть от типа и числа излучателей на излучающем участке, расстояния между ними, а также от вида амплитудно-фазового распределения на излучающем участке.

Результаты моделирования ЦФАР состоящей из 6 панелей по 10 антенн в каждой (10 этажей в 1 ряд), радиус данной ЦФАР примем 1 м, а расстояние между антеннами в панели – 0,07 м следующие: коэффициент усиления главного лепестка 18 дБ, коэффициент направленного действия составляет 20 дБ, средний КСВ в рабочем диапазоне – 1,11, максимальный КСВ – 1,35 (рис. 1).

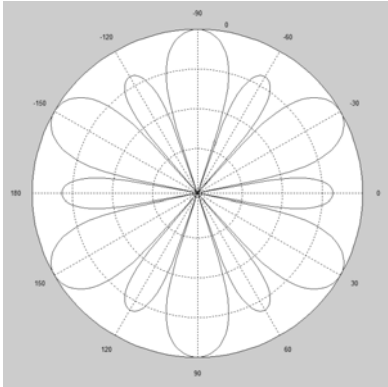


Рис. 1. Диаграмма направленности ЦФАР

Диаграмма направленности ЦФАР полученная в результате моделирования, представлена на рис. 1

Таким образом, применение ЦФАР для стандартов IEEE802.11, IEEE802.16 позволит формировать несколько лучей ДН с соответствующей секторизацией и значительно расширить зону покрытия благодаря высокому КНД во всех направлениях, увеличить емкость системы в целом, повысить пропускную способность, и окончательно оборудования. За счет применения современных алгоритмов диаграммообразования совместно с базовыми станциями имеется возможность интеграции в интеллектуальные беспроводные широкополосные самоорганизующиеся сети.

использования современных алгоритмов диаграммообразования совместно с базовыми станциями имеется возможность интеграции в интеллектуальные беспроводные широкополосные самоорганизующиеся сети.

Библиографический список

1. Воскресенский, Д. И. Проектирование фазированных антенных решеток / Д. И. Воскресенский. – М. : Радиотехника, 2003. – 632 с.

Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента О. А. Белоусова

РАДИОЭЛЕКТРОННАЯ РАЗВЕДКА В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

В. Е. Дорохов

Тамбовский государственный технический университет

Одним из видов радиоэлектронной разведки является радиоразведка. Она используется против различных видов радиосвязи, ее основное назначение – это обнаружение и перехват открытых, засекреченных, кодированных передач связанных радиостанций, пеленгование их сигналов, анализ и обработка добываемой информации с целью вскрытия ее содержания и определения местонахождения источников излучения. Не следует путать радиоразведку с радиотехнической разведкой, которая тоже использует перехват каналов связи, но не между людьми, а между техническими устройствами. Радиотехническая разведка – вид радиоэлектронной разведки по обнаружению и распозна-

ванию радиолокационных станций (РЛС), радионавигационных и радиотелекодированных систем, использует методы радиоприема, пеленгования и анализа радиосигнала [1].

В настоящее время современные средства связи шагнули далеко вперед, но более устойчив к противоборству в эфире тот, кто лучше обучен, имеет больший опыт, изобретателен и хитер. Часто группам спецназа и войсковой разведки ставятся задачи обнаружения штабов узлов связи, аэродромов, батарей управляемых ракет. Предполагаемые районы нахождения таких объектов достаточно велики, если объект подвижный, многократно меняющий свое местоположение, найти его и уничтожить бывает очень трудно, в этих случаях следует помнить, что большинство военных объектов радиофицированы, их радиостанции периодически выходят в эфир, что способствует их обнаружению при помощи специализированных радиоэлектронных средств [2].

Радиоэлектронная разведка действует без непосредственного контакта с объектами разведки, что не позволяет установить факт разведки противником, в зависимости от ее целевого назначения подразделяется на стратегическую и тактическую. Стратегическая радиоэлектронная разведка ведется в правительственных интересах и высшего военного командования с целью добывания всесторонней информации о разведываемой стране через его радиоэлектронные средства. Такая информация необходима для подготовки вооруженных сил и ресурсов страны к войне, принятия решения о начале военных действия и умелого ведения стратегических операций.

Тактическая радиоэлектронная разведка считается одним из основных видов обеспечения войск информацией путем непрерывного слежения за электромагнитным излучением многочисленных военных устройств и система противника. Она в состоянии добывать важные сведения для ведения боевых действий силами соединений, частей и подразделений. Различают также наземную, морскую, воздушную и космическую радиоэлектронную разведку, по своему содержанию информация, добываемая этим видом разведки, делится на оперативную и техническую [1].

В вооруженных силах проводятся тактические учения совместно с подвижным узлом связи по поиску и обнаружению объектов средствами радиоразведки. Для этого группа, оснащенная спецтехникой, высаживается в район, разворачивает боевые посты радиопоиска и перехвата в наиболее подходящих для этого местах. Как правило, это заросшие лесом и кустарником холмы, развалины старинных зданий, высокие деревья. Первоначально осуществляется поиск частот, на которых выходит в эфир необходимый объект, после обнаружения противника определяется его приблизительное местонахождение. Для этого по карте от места базы прокладывается пеленг на объект и уже ис-

ходя из того, что он должен находиться на удалении от линий электропередачи, на открытом месте определяется возможное местонахождение узла связи. На обнаруженном объекте оставляют метку, обычно с одной из машин снимается номер. Для непрерывного ведения радиоразведки необходимо большое количество аккумуляторных батарей, которые много весят и причиняют большие неудобства при переходах. Кроме того, для обеспечения непрерывной работы технических средств, охраны базы, уничтожения объекта необходимо большое количество личного состава. В современной мире побеждает тот, кто владеет информацией, и тот, кто сумеет ограничить получение противником данных о себе, сможет лишить его возможности управлять своими силами. Хорошо поставленные радиоперехват и пеленгование, а также своевременная обработка информации не раз помогали военному командованию принимать правильные решения. Подразделения радиоразведки заметив работу радиостанций противников, определив примерное их местонахождение, могут выдавать ценные указания средствам поражения, когда точно знаешь, где твой противник и что он намерен делать. Умение грамотно вести радиоборьбу большое искусство, не освоив которого, не научившись применять это невидимое оружие в совершенстве, нечего и думать о победе в противоборстве с сильным противником.

В качестве неоспоримых достоинств радиоэлектронной разведки следует отметить, что этот вид разведки действует без непосредственного контакта с объектами разведки; охватывает большие расстояния и пространства, пределы которых определяются особенностями распространения радиоволн разных частот; функционирует непрерывно в различное время года и суток и при любой погоде; обеспечивает получение достоверной информации, поскольку она исходит непосредственно от противника (за исключением случаев радиодезинформации); добывает большое количество информации различного характера и содержания; получает информацию в кратчайшие сроки и чаще всего в реальном масштабе времени; малоуязвима и во многих случаях недосягаема для противника, так как действует скрытно.

Библиографический список

1. Вартанесян, В. А. Радиоэлектронная разведка [Электронный ресурс] / В. А. Вартанесян. – М. : Воениздат, 1975. – Режим доступа : <http://рустрана.рф/article.php?nid>
2. Радиоразведка – невидимое оружие [Электронный ресурс] // Портал «Современная армия». – 2014. – Режим доступа : <http://www.modernarmy.ru/article/357/radiorazvedka-nevidimoe-orugie>

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ В СОВРЕМЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А. Зайни, А. С. Рязанов

Тамбовский государственный технический университет

На сегодняшний день актуальность использования информационно-измерительных и управляющих систем не только не уменьшается, а увеличивается. Эти системы возможно применить в достаточно широкой области: в металлургии, машиностроении, пищевой, легкой, химической, лесоперерабатывающей, строительной промышленности, а также сельском, жилищно-коммунальном хозяйстве, авто- и авиастроении и т.д.

Информационные системы представляет собой среду, составляющими элементами которой являются: компьютеры, компьютерные сети, программные продукты, базы данных, люди, различного рода технические и программные средства связи и т.д. Хотя сама идея информационных систем и некоторые принципы их организации возникли задолго до появления компьютеров, компьютеризация в десятки и сотни раз повысила эффективность информационных систем и расширила сферы их применения [1]. В рамках классификации информационных систем можно выделить два основных класса систем информационно-измерительные и информационно-управляющие системы.

Информационно-измерительная система (ИИС) представляет собой комплекс измерительных приборов и устройств передачи данных, обеспечивающих автоматический сбор количественной измерительной информации непосредственно от изучаемого объекта путем процедур измерения и контроля, обработки этой информации и выдачи ее в виде совокупности именованных чисел, высказываний, графиков и т.д., отражающих состояние контролируемого объекта [2].

Информационно-управляющая система (ИУС) представляет собой совокупность аппаратно-программных средств и организационных мероприятий, предназначенных для автоматизации информационных процессов контроля или управления некоторым реальным объектом [3].

Внедрение информационно-управляющих и измерительных систем увеличит качество производимого продукта и производительность управляемого процесса.

Библиографический список

1. Муромцев, Ю. Л. Микропроцессорные системы оптимального управления : учебное пособие / Ю. Л. Муромцев, Л. Н. Ляпин, В. В. Кач-

кин, Е. В. Сатина. – Тамбов : Тамб. ин-т хим. машиностр., 1990. – 93 с.

2. ГОСТ 8.437–81. Системы информационно-измерительные.

3. ГОСТ Р 50596–93. Система информационно-управляющая для обеспечения технической эксплуатации воздушных судов.

СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ СВЯЗИ НА БОРТУ ВОЗДУШНОГО СУДНА DA2GC

А. А. Иванова

Дальневосточный федеральный университет

В настоящее время каждая авиакомпания старается предоставить как можно более широкий спектр услуг на борту воздушного судна своим пассажирам. Это касается не только развлечений (фильмы, музыка, игры и т.д.), но и предоставления услуг мобильной радиосвязи и каналов Wi-Fi. Когда дело касается предоставления доступа в сеть интернета, то остро строится вопрос стоимости самой системы, скоростях передачи данных и стоимости оказания услуги. Сейчас существует несколько технологий предоставления доступа в сеть интернет через спутниковые каналы связи, но такие системы достаточно громоздкие и дорогостоящие. Кроме того, они имеют ограниченную пропускную способность и достаточно большое время задержки сигнала, особенно при обслуживании большого количества самолетов в ограниченном географическом районе. Эти недостатки можно решить, построив сеть связи напрямую с землей (ATG – Air-to-Ground).

ATG – технология предоставления связи, которая использует сеть наземных сотовых станций. Например, технология ATG основе стандарта сотовой связи LTE (Broadband DA2GC(Direct Air-to-Ground Communication)). Эта наземная сеть, в которой, летящий самолет связывается непосредственно с ближайшей наземной базовой станцией для обеспечения подключения пассажиров и членов экипажа к сети Интернет с высокой пропускной способностью. Broadband DA2GC может обеспечить беспрецедентный уровень производительности для подключения во время полета. Система построена на готовой технологии со специфическими алгоритмами управления и особенностями работы воздух-земля, включая крупные соты (от 100 до 150 км) и высокие скорости (до 1200 км/ч).



Рис. 1. Системная архитектура для DA2GC

Основные преимущества DA2GC:

- быстрые услуги широкополосного подключения со скоростью до 75 Мбит/с;
- обеспечение более высокой пропускной способности для входящего и исходящего трафика;
- технология наземных сот позволяет развертывание и расширение емкости сети именно там, где это необходимо, адаптируя размеры сот или увеличение их количества;
- полностью стандартизированная, перспективная технология.

Недостатком ATG можно считать то, что развертка данной сети требует достаточно больших финансовых вложений, так как базовые станции должны располагаться весьма близко друг к другу. И если организация подобной сети в густонаселенных США или Европе предполагает экономическую эффективность и кое-где уже реально работает, то подобная сеть на территории РФ на современном этапе, лишь заложена в долгосрочные планы некоторых операторов. Кроме того, еще один недостаток связан с тем, что применение этой технологии возможно только над территорией суши.

Работа выполнена под руководством старшего преподавателя А. В. Надьмова

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ СРЕДСТВОМ СВЯЗИ

П. А. Казак

Тамбовский государственный технический университет

Современные телекоммуникационные системы (ТКС) прошли эволюционный путь развития, в ходе которого менялись как технологии передачи данных и техническое оснащение, так и масштабы применения сетей связи. Рост значимости информации привел к усилению роли ТКС и сформировал особые условия на функциональность аппаратуры.

Основные направления развития современных отечественных и зарубежных средств радиосвязи: использование цифровых каналов передачи данных, возможность применения в сложной электромагнитной обстановке, визуализация информации и простота в управлении. Однако, не всегда процесс совершенствования аппаратуры влечет за собой уменьшение количества органов управления, что в конечном счете снижает оперативность и эффективность работы сети связи в целом.

Значительная часть оборудования ТКС технически достаточно легко сопрягается с ЭВМ, например, через интерфейс последовательного порта. Разработка программного модуля дистанционного управления системой обеспечивает снижение временных потерь, связанных с ручной настройкой аппаратуры оператором.

Последовательный интерфейс RS-232, более известный как COM-порт, несмотря на появление скоростных и «интеллектуальных» конкурентов (USB, FireWare), остается востребованным из-за простоты реализации протокола обмена с периферийным устройством. Стандарт RS-232 регламентирует типы применяемых разъемов: DB-25 и DB-9, контакты которых подключаются к сигнальным цепям согласно ГОСТ 18145–81.

Для подключения средств радиосвязи к управляющему COM-порту ЭВМ необходимо знать протокол обмена информации, который, описан в техническом руководстве к изделию. Корректный обмен данными возможен при программной конфигурации параметров интерфейса: скорости передачи, количества бит данных, длины стоп-бита, контроля бита четности и других параметров.

Разработка самого дистанционного модуля управления является сложной программно-технической задачей, решение которой требует отдельного описания. Важной же в приложении является задача платформенной независимости конечного продукта, выполнение которой

позволяет эффективно управлять подключенным оборудованием, как с ОС Windows, Mac, так и с Unix-подобных систем. Для отработки данной задачи можно воспользоваться кроссплатформенным инструментом под названием Qt на базе языка программирования C++.

Для повышения оперативности управления средств связи в ТКС существенной является процедура заблаговременной записи радиоданных. Такой метод позволяет существенно снизить время, затрачиваемое на настройку оборудования, что особенно актуально при работе в условиях сложной электромагнитной обстановки. Если передающая аппаратура не располагает отдельным устройством хранения информации или объемы памяти слишком малы, существует возможность использования ПЗУ ЭВМ в качестве дополнительного хранилища данных. Оптимальным решением является подключение к программному модулю базы данных (БД).

Для корректного взаимодействия с пользователем применяются системы управления БД (СУБД), которые позволяют осуществлять операции с данными на основе специального непроцедурного языка программирования SQL (structured query language – «язык структурированных запросов»). Использование SQL запросов позволяет оперативно извлекать радиоданные из БД и передавать их в обработчик команд для перестройки средств радиосвязи.

Подводя итог, следует отметить достоинства технического сопряжения ЭВМ со средствами связи в ТКС. Программное обеспечение позволяет, во-первых, автоматизировать управление аппаратурой и, как следствие, уменьшить временной интервал ее настройки. Во-вторых, появляется возможность передачи не только речевых сообщений, но и данных, что при достаточных скоростях, допускает обмен как текстовой, так и графической информацией. И, в-третьих, использование модуля создает условия для непрерывного документирования процессов, происходящих с радиосредствами, и записи результатов в архив.

Библиографический список

1. Шлее, М. Qt 5.3. Профессиональное программирование на C++ / М. Шлее. – СПб. : БХВ-Петербург, 2015. – 928 с.
2. Мирошниченко, Г. А. Реляционные базы данных: практические приемы оптимальных решений / Г. А. Мирошниченко. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 400 с.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента В. Л. Удовикина*

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ВЛАЖНОСТИ

Д. С. Клементьев, Х. Алабеди, А. Зайни

Тамбовский государственный технический университет

Рассмотрим информационную систему оценки влажности пастообразного материала в процессе его сушки в сушильных установках (СУ) вальце-ленточного типа [1]. Отличительной особенностью данной системы является то, что результаты оценки относительной влажности материала интеллектуальным датчиком влажности [2] и данные о настройке СУ передаются по радиоканалу в приемное устройство. Для радиопередачи используются радиомодули фирмы Telecontrolli.

В приемном устройстве данные от всех датчиков объединяются в один пакет и отправляются в компьютер по интерфейсу USB для отображения на экране монитора. Структурная схема системы изображена на рис. 1.

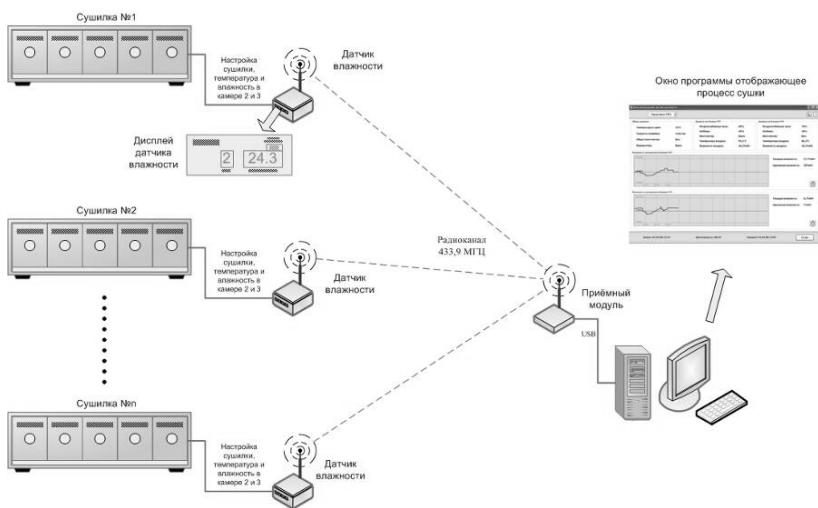


Рис. 1. Структурная схема информационной системы оценки влажности

Информационная система функционирует следующим образом. Программа микроконтроллера после включения питания, производит, настройку интеллектуального датчика влажности. При этом начинается предварительное накопление данных, которые сохраняются в оперативной памяти. Для чего производится опрос следующих датчиков: включения общего вытяжного вентилятора, температуры и влажности в камерах № 2 и № 3.

Затем начинается выполнение основного цикла программы, при этом опрашиваются следующие датчики: температуры в цехе, влажности в цехе, скорости конвейера, наличия ворошителя, включения общего вытяжного вентилятора, открытия воздухозаборных окон в камере № 2, открытия шиберов в камере № 2, влажности воздуха в камере № 2, температуры воздуха в камере № 2.

Далее из памяти Flash в оперативную память микроконтроллера интеллектуального датчика влажности считываются значения для расчета по камере № 2: коэффициенты нормализации, коэффициенты денормализации, значения сдвигов, весовых коэффициентов нейронной сети. После этого производится оценка влажности материала в камере № 2 посредством нейронной сети [3]. Аналогичные действия производятся и для камеры № 3.

Рассчитанная относительная влажность материала вместе с идеальной, к которой требуется стремиться, поочередно для каждой камеры выводится на дисплей интеллектуального датчика влажности.

После получения команды передачи данных, сформированный пакет передается в компьютер и полученная оценка влажности пастообразного материала отображается на экране его монитора.

Библиографический список

1. Артемова, С. В. Информационная система мониторинга влажности материалов в процессе сушки / С. В. Артемова, А. Н. Грибков, А. Е. Ерышов // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2009. – № 7. – С. 46 – 50.

2. Артемова, С. В. Система мониторинга процесса сушки с интеллектуальными датчиками влажности / С. В. Артемова, А. Н. Грибков // Датчики и системы. – 2009. – № 3. – С. 27 – 30.

3. Патент № 2444725. Способ оценки влажности пастообразного материала в процессе его сушки в вальце-ленточной сушильной установке, 10.03.2012 / Артемова С. В., Грибков А. Н., Брянкин К. В., Назаров А. С.

*Работа выполнена под руководством
д-ра техн. наук, доцента С. В. Артемовой*

СТРУКТУРА ТРЕНАЖЕРА ПО ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ РЭБ ПОИСКУ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В РЭА СРЕДСТВ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ПОДАВЛЕНИЯ

Р. Ю. Колмыков, В. Ф. Мельников

*Военно-воздушная академия
имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина*

Актуальность работы обусловлена существенным усложнением информационно-технического облика средств РЭБ в составе которых имеет десятки тысяч различных элементов. При эксплуатации таких средств возникают неисправности и отказы, поиск и устранение которых определяет боеготовность данных средств. Для решения задач диагностики в комплект средств станции помех включена система встроенной диагностики и специальные штатные приборы, а также войсковые ремонтные органы на вооружение которых имеются дополнительные измерительные приборы. Однако, при этом возникает вопрос, какие необходимы специальные знания и умения операторам для устранения неисправностей, и как их формировать.

В настоящее время эффективное формирование такого типа умений и навыков предполагается с помощью специальных технических средств обучения – автоматизированных обучающих систем (АОС) и тренажеров на основе современных информационных систем. Однако современная система подготовки специалистов РЭБ не обладает тренажерами такого типа.

Целью статьи является разработка структуры тренажера по подготовке специалистов РЭБ поиску неисправностей в РЭА средств радио электронного подавления (РЭП).

В процессе работы с тренажером специалист РЭБ должен получить определенный уровень теоретических знаний, которые разделяют на декларативные и процедурные. Различие типов, предоставляемых для усвоения специалистам РЭБ знаний, обусловило применение разных инструментов разработки, что существенным образом отобразилось на структуре тренажера.

Для усвоения декларативных знаний разработан программный продукт, обеспечивающий обучения и тестирование специалистов РЭБ. Его реализация выполнена на языке С# с использованием среды разработки Visual Studio. Интерфейс данного программного продукта разделен на режимы «Обучаемый» и «Преподаватель» в зависимости от предоставляемых пользователю полномочий.

Современные средства РЭП имеют сложный информационно-технический облик на программном и аппаратном уровне, поэтому моделируемое признаковое пространство возможных неисправностей

предполагает значительный объем учебной информации. Следовательно, учебная информация должна быть хорошо структурирована и представлять собой законченные фрагменты знаний. С этой целью учебная информация подразделяется на множество глав, которым соответствуют лекции. Структура учебной информации в программе отображена в виде иерархического дерева, где в корне – главы, дочерние ветки глав – соответствуют им лекции, дочерние ветки лекций – соответствуют им вопросы.

Добавление новой учебной информации в программу обеспечивает выполнение принципа развития, предполагающего проектирование тренажера как открытой системы, обеспечивающей поддержку разработки новых учебных заданий.

Усвоение специальных знаний процедур деятельности происходит путем взаимодействия оператора с взаимосвязанными 3-х мерными моделями, выполненными в программе 3DSMAX. Представление физической информации в виде 3-х мерных моделей обусловлено требованиями, предъявленными к АОС и тренажерам. Это обусловило разработку программы-задания с использованием инструмента графической разработки трехмерных приложений Unity3D, который позволил интерактивно использовать созданные трехмерные модели подсистемы подавления станции помех РЗ30-БМВ. Задачей данной программы является обучить специалиста РЭП выполнять диагностику неисправностей АСП Р-330БМВ на этапе запуска.

Для хранения всех данных тренажера используется база данных SQLite, которая является единой для всех программных продуктов, входящих в программный комплекс. Она состоит из таблиц для каждой из которых определен уникальный ключ: Тип задания, вопрос, ответ, глава, лекция, оценка, обучаемые.

Таким образом, разработана структура тренажера, представляющая собой программный комплекс, состоящий из программных продуктов, на каждый из которых возложены отдельные задачи. Для их решения подобраны необходимые инструменты разработки к достижению общей цели – обучить специалистов РЭБ специальным умениям и навыкам по поиску и диагностике неисправностей в современных станциях помех, на примере АСП РЗ30-БМВ.

Библиографический список

1. Мельников, В. Ф. Принципы построения АОС по подготовке специалистов РЭБ поиску неисправностей в РЭА средств РЭП / В. Ф. Мельников, О. А. Белоцерковский, А. В. Ситкин // Актуальные проблемы вооруженной борьбы в воздушно-космической сфере : сборник статей по материалам Всероссийской ежегодной научной

конференции (Воронеж, 9–10 апреля 2015 г.). – Воронеж : ВУНЦ ВВС «ВВА», 2015.

2. Савельев, А. Я. Автоматизированные обучающие системы на базе ЭВМ / А. Я. Савельев. – М. : Знание, 1977.

3. ГОСТ РВ 29.05. Система стандартов эргономических требований и эргономического обеспечения. Системы обучающие автоматизированные военного назначения. Общие эргономические требования. – М. : Госстандарт России, 2001.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента О. А. Белоусова*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

П. А. Коломкин, Н. С. Баранов, А. С. Рязанов

Тамбовский государственный технический университет

Современные предприятия не могут быть конкурентоспособны без использования новейших достижений техники для организации технологических процессов. Ввиду увеличения числа компьютеров, программируемых логических контроллеров, датчиков и других подобных устройств возникла необходимость их объединения в единую систему, которая позволяла бы осуществлять мониторинг и удаленное управление технологическим процессом в режиме реального времени [1].

При автоматизации распределенных и удаленных объектов, технологических процессов, инженерных систем (систем жизнеобеспечения и безопасности, систем учета и мониторинга), а также объектов, где требуется постоянный специализированный контроль, а присутствие человека по тем или иным причинам нежелательно или экономически нецелесообразно, возникает необходимость централизованного и удаленного диспетчерского контроля и управления [2].

С учетом вышеуказанной проблемы, предлагается создание комплекса управления с удаленным доступом оператора. В его основу будут входить: контроллер, датчики, (исполнительные механизмы, локальный модуль управления), главный сервер и т.д.

Отличительной особенностью комплекса будут являться:

- возможность оперативно отслеживать состояние управляемого объекта;
- обеспечить оперативный контроль качества работы контролируемого объекта;

- обеспечить безопасность эксплуатации контролируемого объекта;
- провести серию экспериментов, для снятия данных для анализа модели объекта;
- провести идентификацию параметров модели динамики управляемого объекта;
- провести синтез оптимальных управляющих воздействий;
- ведение многопараметрического мониторинга объекта;
- возможность автоматической перенастройки параметров управляемого объекта в соответствии с заданным алгоритмом.

В качестве варианта построения системы предлагается использовать один из модулей производимых National Instruments на примере контроллера myRIO-1900 [3]. Использование современных специализированных устройств, позволяет значительно упростить конструкцию, и сделать упор на тщательную проработку алгоритмической составляющей системы. Кроме того, это значительно упрощает поддержку уже функционирующего решения.

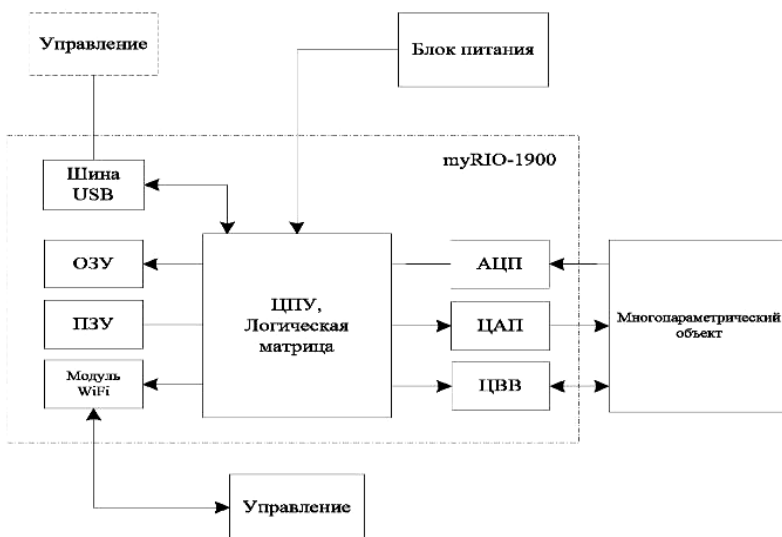


Рис. 1. Структурная схема удаленного управления

Организация удаленного управления оборудованием (телеуправление и телерегулирование) является следующим шагом развития средств автоматизации.

Использование телеуправления обеспечивает ряд очевидных преимуществ по сравнению с традиционной организацией местного управления:

- высокую оперативность;
- снижение количества технологических нарушений связанных с недостаточным опытом оперативного персонала, его квалификацией и др.;
- повышение общей эффективности эксплуатации объекта, связанных с повышением энергоэффективности управления и постоянным присутствием высококвалифицированного оперативного персонала на объекте.

Библиографический список

1. Курицын Д. Б. Мониторинг и удаленное управление современным промышленным оборудованием. [Электронный ресурс] / Д. Б. Курицын, В. В. Соколов. – URL : <http://www.ntnu.ru/trudy/2014/03/222-227.pdf> Дата обращения: 07.04.16.

2. Система диспетчеризации [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.gammi-ltd.ru/index.php/statyi/31-system-dispet/> / Дата обращения: 06.04.16.

3. NI myRIO-1900 User Guide and Specifications. – URL : <http://www.ni.com/pdf/manuals/376047a.pdf>. Дата обращения: 19.04.2016.

ПРИМЕНЕНИЕ НАБЛЮДАТЕЛЯ ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ ВЫБОРОК СИГНАЛА

А. А. Нечай

Тамбовский государственный технический университет

Представляет интерес применение наблюдателя Люенбергера в качестве предсказателя сигнала при первичном кодировании в цифровых устройствах связи. На передающей стороне предсказатель позволяет снизить разрядность бинарного кода посредством того, что исключается необходимость кодирования всего сигнала. Вместо этого кодируется только ошибка предсказания.

На приемной стороне получаемый сигнал представляет собой именно разность уровней, а, с учетом времени дискретизации, фактически скорость изменения исходного сигнала. Наблюдая скорость сигнала нужно восстановить данные о самом сигнале.

Возвращение переданного сигнала к исходному состоянию на приемной стороне осуществляется так же посредством предсказателя пониженного порядка.

Для получения рациональной оценки координат вектора состояния при отсутствии шумов в измерениях Люенбергером был предложен метод, позволяющий восстанавливать только требуемые переменные вектора состояния системы.

Определим уравнения, позволяющие синтезировать такой наблюдатель. Причем для конкретности ограничимся случаем измерения переменной состояния $x_1(t)$. Это ограничение не является существенным, так как изменением матрицы можно измерить любую координату объекта.

При измерении уравнение выхода всегда будет иметь вид:

$$y(t) = x_1(t) = CX(t) = [1 \ 0 \ \dots \ 0]X(t).$$

Формула для синтеза наблюдателя пониженного порядка имеет вид:

$$G_e = \alpha_e (A_{ee}) \begin{bmatrix} A_{1e} \\ A_{1e}A_{ee} \\ \vdots \\ A_{1e}A_{ee}^{n-2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Заметим, что порядок этого наблюдателя на единицу меньше, чем порядок наблюдателя полного порядка.

Это уравнение может быть использовано для синтеза наблюдателя пониженного порядка, однако при этом существует одна проблема. На вход такого наблюдателя должна подаваться производная сигнала. Хотя в принципе можно создать устройства, обладающие дифференцирующими свойствами (например, ПИ-регулятор), однако дифференциатор будет усиливать любой высокочастотный шум, содержащийся в сигнале, что нежелательно [1, с. 98].

Есть возможность изменить переменные состояния так, что дифференцирование не потребует.

Опустив вывод, мы получим следующие выражения:

Оцениваемые переменные:

$$X_e(t) = X_{e1}(t) + G_e y(t).$$

Сигнал, поступающий на вход объекта:

$$u(t) = -k_1 y(t) - K_e X_e(t) = -k_1 y(t) - K_e [X_{e1}(t) + G_e y(t)].$$

Ниже приведена схема наблюдателя Люенбергера пониженной размерности, построенного в пакете Simulink среды MATLAB.

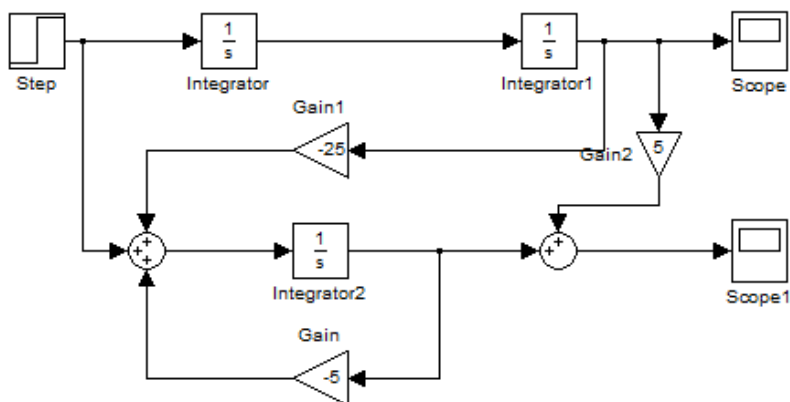


Рис. 1. Наблюдатель Льюенберга

Учитывая, что наблюдатель не требует расчета ковариационных матриц, как это делается в обычном фильтре, синтезированном в пространстве состояний, можно получить предсказатель с меньшими вычислительными затратами, работающий в реальном времени.

Библиографический список

1. Капалин, В. И. Метод пространства состояний в теории управления / В. И. Капалин. – М. : Московский государственный институт электроники и математики, 2000. – 98 с.

АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИХ ОЦЕНКУ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ОВД

А. Д. Попов, Т. В. Шагиров

Воронежский институт МВД России

Проблема оценки эффективности систем информационной безопасности (СИБ) стоит очень остро так, как имеет хорошо развитый теоретический аппарат, но практическая реализация остается на низком уровне. Под эффективностью защиты информации (ЗИ) понимается – степень соответствия результатов ЗИ, поставленной цели ЗИ при проектировании автоматизированных информационных систем (АИС).

Данная проблема является весьма актуальной и входит в состав науки под названием «Системы автоматизированного проектирования» (САПР), как отдельная подсистема, по оценке эффективности защиты автоматизированных систем.

Оценка эффективности АИС способствует решению следующих задач в ОВД:

- организации работ проектирования СИБ;
- аттестация объектов защиты;
- совершенствование СИБ;
- проведение контрольно-профилактических мероприятий.

Для решения вышеперечисленных задач необходим перечень нормативных документов, регламентирующий методику оценки эффективности в АИС ОВД рис. 1. В основе всех требований по обеспечению ИБ лежат Федеральные законы, указы президента Российской Федерации, постановления правительства Российской Федерации, которые не содержат в себе основных положений и принципов по оценке эффективности СИБ в АИС.

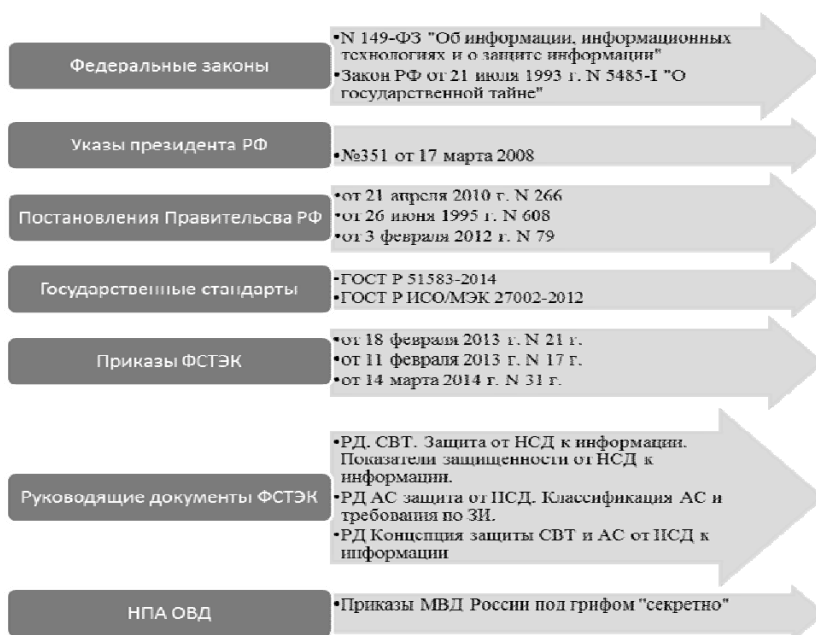


Рис. 1. Перечень нормативных документов составляющих основу для оценки эффективности СИБ в АИС

Более подробно проблема оценки эффективности раскрыта в государственных стандартах Российской Федерации. Меры и средства контроля ИБ должны рассматриваться при определении специфики создаваемой АИС. В документах указывается, именно в какой момент должны проводиться работы по оценке эффективности на всех стадиях разработки и жизненного цикла СИБ.

Приказы Федеральной службы по техническому и экспертному контролю содержат в себе требования по проектированию, внедрению и сопровождению СИБ, довольно полно в них описывается концепция ИБ относительно АИС и по своей сути в комплексе описывают необходимые работы, по оценке эффективности.

Содержание руководящих документов должно постоянно совершенствоваться и дополняться, потому что в средства вычислительной техники внедряются инновационные технологии и нормативная база далеко отстала от реальности. При эксплуатации защищенных АИС руководящий документ [2] требует в пункте 3.6, проводить оценку эффективности систем и средств ЗИ на этапе эксплуатации АИС. Недостатком этого документа является то, что в пункте 3.6 требуется проводить оценку эффективности СЗИ НСД, а как это делать, с точки зрения методического обеспечения в нем не сказано. Можно сделать вывод, что нормативные документы не соответствуют реалиям и требуют соответствующей переработки.

Библиографический список

1. Об информации, информационных технологиях и о защите информации : федер. закон № 149.
2. РД Концепция защиты средств вычислительной техники и АС от НСД к информации.

*Работа выполнена под руководством
д-ра техн. наук, профессора Е. А. Rogozina*

АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АНТЕННЫ СТАНЦИИ МЕЖДУНАРОДНОЙ СЛУЖБЫ НАВТЕКС

В. С. Привезенцева, А. М. Привезенцев

Дальневосточный федеральный университет

Международная служба НАВТЕКС предназначена для координированной передачи и автоматического приема информации по безопасности в прибрежных районах моря в режиме узкополосной буквопечатающей телеграфии (УБПЧ) на английском языке [1].

В качестве антенны для передающей радиостанции используется Т-образная двулучевая антенна. Антенна состоит из двух мачт, полотна антенны и противовеса. Т-образное полотно антенны состоит из двух лучей из бронзового канатика, снижения, изоляторов и натяжных тросов. Длина горизонтальной части составляет 55 м; длина кабеля снижения – 43 м. Рабочая частота 518 кГц, излучаемая мощность передатчика 400 Вт.

Произведен расчет электрических параметров антенны и оценка напряженности поля, создаваемой антенной. [2]

Статическая емкость антенны определяется как

$$C_a = C_{\text{ЦГ}} + C_B = 1307,4 \text{ пф}, \quad (1)$$

где C_a – статическая емкость антенны; $C_{\text{ЦГ}}$ – статическая емкость горизонтальной части антенны; C_B – статическая емкость вертикальной части антенны.

Статическая емкость горизонтальной части антенны определяется

$$C_{\text{ЦГ}} = C_{\text{ЦПОГ}} l_a = 671 \text{ пф}, \quad (2)$$

где l_a – длина горизонтальной части антенны 55 м; $C_{\text{ЦПОГ}}$ – погонная емкость горизонтального цилиндра, равна 12,2 пф/м.

Статическая емкость вертикальной части антенны:

$$C_B = C_{\text{ВПОГ}} l_B = 636,4 \text{ пф}, \quad (3)$$

где l_B – длина вертикальной части антенны, 43 м; $C_{\text{ВПОГ}}$ – погонная емкость вертикальной части 14,8 пф/м.

Коэффициент фазы (волновое число)

$$m = \frac{360^\circ}{\lambda} = 0,622 \text{ град/м}, \quad (4)$$

где λ – длина волны, 579,15 м.

Фазовая постоянная для случая Т-образной антенны определяется как

$$ml_{\text{Э}} = \arctg\left(\frac{2C_{\text{ЦПОГ}}}{C_{\text{ВПОГ}}} \text{tg} \frac{ml_{\text{Ц}}}{2}\right) + ml_B = 53,5^\circ. \quad (5)$$

Эквивалентная длина антенны

$$l_{\text{Э}} = \frac{ml_{\text{Э}}}{m} = 86,3 \text{ м}. \quad (6)$$

$l_{\text{ЦЭ}}$ определяется выражением

$$l_{\text{ЦЭ}} = l_{\text{Э}} - l_B = 43,3 \text{ м}. \quad (7)$$

Эквивалентная электрическая длина антенны определяется соотношением

$$l_{\text{ЭЭ}} = \frac{l_{\text{Э}}}{\gamma} = 43,3 \text{ м}, \quad (8)$$

где γ – коэффициент укорочения, равный 0,7.

Резонансная длина волны

$$\lambda_0 = 4l_{\text{ЭЭ}} = 493,2 \text{ м}. \quad (9)$$

При необходимости определения действующей высоты Т-образной антенны $\left(l_{\text{а}} < \frac{\lambda}{4} \right)$, используется формула:

$$h_{\text{д}} = l_{\text{В}} \left(1 - \frac{l_{\text{В}}}{2l_{\text{Э}}} \right) \sin \alpha \pm \sin \psi \frac{l_{\text{ЦЭ}} l_{\Gamma 1}}{2l_{\text{Э}}} \pm \sin \psi \frac{l_{\text{ЦЭ}} l_{\Gamma 2}}{2l_{\text{Э}}} = 32,3 \text{ м}, \quad (10)$$

где α – угол наклона вертикальной части антенны к горизонту, град.;
 ψ – угол наклона горизонтальной части антенны к горизонту, град.

Сопротивление излучения, отнесенное к основанию антенны

$$R_{\text{Изл0}} = 1580 \left(\frac{h_{\text{д}}}{\lambda} \right)^2 = 4,9 \text{ Ом}. \quad (11)$$

Сопротивление потерь определяется как

$$R_{\text{П}} = 0,3 \frac{\lambda}{\lambda_0} + 1,5 \frac{\lambda_0}{\lambda} = 1,56 \text{ Ом}. \quad (12)$$

Активное сопротивление антенны.

$$R_{\text{а}} = R_{\text{Изл0}} + R_{\text{П}} = 6,46 \text{ Ом}. \quad (13)$$

Коэффициент полезного действия антенны.

$$\eta_{\text{а}} = \frac{R_{\text{Изл0}}}{R_{\text{а}}} = \frac{4,9}{6,46} = 0,76 \text{ или } 76\%. \quad (14)$$

Можно сделать вывод, что предложенная Т-образная антенна может быть использована в качестве передающей и соответствует параметрам для обеспечения необходимой зоны покрытия базовой станции системы НАВТЕКС.

Библиографический список

1. Резолюция А.706 Международной Морской Организации (ИМО) «Всемирная служба навигационных предупреждений».
2. Методика РД5Р.8400–93. Антенно-фидерные устройства судовой аппаратуры. Нормы и правила проектирования.

*Работа выполнена под руководством
 д-ра физ.-мат. наук, профессора Л. Г. Стаценко*

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД С УДАЛЕННЫМ ДОСТУПОМ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

П. Н. Пьянов, Н. С. Баранов, П. А. Колодкин, А. С. Рязанов

Тамбовский государственный технический университет

Одной из важнейших задач общества, является интеграция людей с ограниченными возможностями в современную жизнь, и что особо важно, в процесс образования. В настоящее время получение образования по техническим направлениям людьми с ограниченными возможностями встречает определенные трудности из-за отсутствия возможности полноценной организации лабораторного практикума. Подобные проблемы также возникают из-за особенностей проживания студентов и требований работодателя.

Решить данные проблемы поможет лабораторный стенд с удаленным доступом.

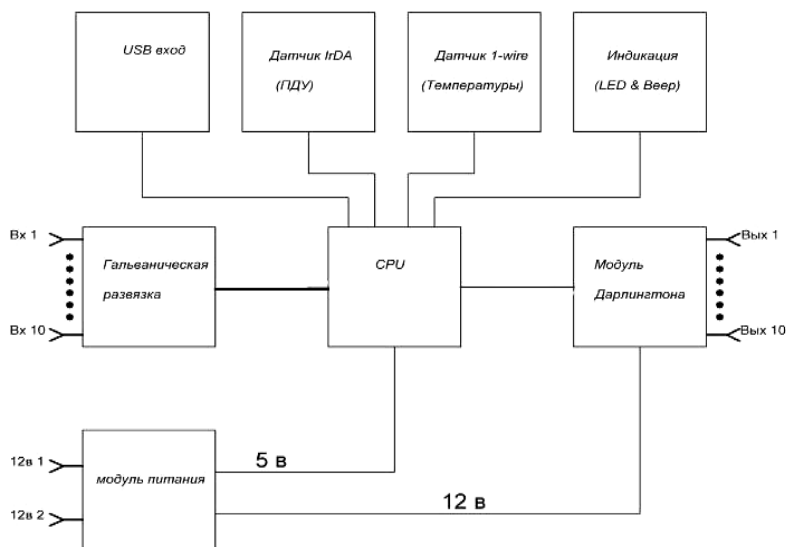


Рис. 1. Структурная схема контроллера

Стенд собран на основе контроллера, управляющего подключаемыми лабораторными установками. Гибкая структура позволяет с минимальными затратами подключать к контроллеру новые технические средства.

Работа на стенде осуществляется через специально разработанное программное обеспечение, установленное на сервере (персональном

компьютере). Доступ к серверу возможен через сеть Интернет с любого удаленного персонального компьютера и не требует установки дополнительного программного обеспечения. Принцип действия контроллера заключается в изменении состояния выходов в зависимости от входных команд, поступающих от компьютера пользователя через сеть Интернет или от пульта дистанционного управления.

Современные интернет-технологии позволяют интегрировать в стенд голосовое управления лабораторным оборудованием, что позволяет людям с ограниченными возможностями прилагать минимум физических усилий в работе с лабораторным оборудованием.

На сервере лабораторного стенда размещаются: программное обеспечение для управления контроллером, а так же электронные аналоги учебно-методических печатных изданий, необходимые для освоения курса, выполнения лабораторных и самостоятельных работ.

Пользователь имеет непосредственный визуальный контакт со стендом посредством web-камеры, а трансляция работы установки в режиме on-line максимально приближает студента к реальной рабочей обстановке.

Лабораторный стенд с удаленным доступом предлагает современный инженерный подход в решении педагогических и социальных задач. Исследования в области удаленного доступа к образовательным ресурсам осуществляются в рамках государственной программы «Доступная среда» [1].

Библиографический список

1. Государственная программа Российской Федерации «Доступная среда» на 2011 – 2020 годы. [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.rosmintrud.ru/ministry/programmms/3/0>. Дата обращения: 06.04.16.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА КУБОВ OLAP

И. Г. Рязанов

Тамбовский государственный технический университет

Любая сложная техническая система определяется основными функциями, которые она должна выполнять. В [1] предлагается математическая модель системы оценки технического состояния сложного радиоэлектронного оборудования, которая будет положена в основу интеллектуальной системы принятия решений для корректировки ремонтных циклов и контроля основным параметров системы.

В основе системы оценки технического состояния положена многомерная модель данных, которая представлена в виде интеллектуального анализа кубов OLAP (On-lineAnalyticProcessing). Данная технология позволяет производить анализ многомерных данных для оперативной обработки информации, включающих динамическое построение отчетов в различных разрезах, анализа данных, мониторинга и прогнозирования ключевых показателей [1].

OLAP-кубы, применяемые в описанной системе, содержат показатели работоспособности по каждому «простому» элементу подobjекта. Показатели, используемые для анализа и принятия решений, хранятся в кубах не в виде простых таблиц, а в разрезах, представляющих собой основные категории системы: принадлежность объекта, тип оборудования, время и т.д. В качестве метода интеллектуального анализа применим метод нейро-нечеткого логического вывода.

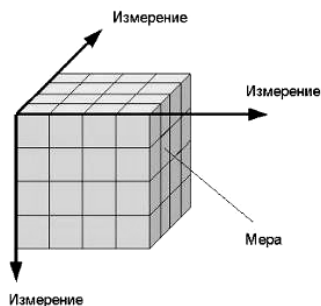


Рис. 1. Вид OLAP-куба

В описанной системе использование интеллектуального анализа с помощью OLAP-кубов дает возможность анализировать большие массивы данных и автоматически выявлять закономерности в исследуемых данных, что позволяет повысить качество прогнозирования и оценки технического состояния сложных технических систем.

Библиографический список

1. Дмитриев, С. А. Разработка интеллектуальной системы оценки технического состояния электросетевого оборудования / С. А. Дмитриев // Электроэнергетика глазами молодежи : труды VI международной научно-технической конференции, 2015. – С. 610 – 615.

СОВРЕМЕННЫЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ В СИСТЕМАХ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ

А. С. Рязанов, Н. С. Баранов, П. А. Коломкин

Тамбовский государственный технический университет

В настоящее время предприятия находятся в тяжелой экономической ситуации. Для того, чтобы в будущем не прекратить свою деятельность, сегодня производители вынуждены задуматься об экономии энергии и повышении эффективности производственных процессов.

Применение технологий энергосбережения позволит решить следующие технико-экономические задачи:

- значительная экономия энергетических ресурсов;
- увеличение производительности труда;
- обеспечение высокой безопасности функционирования объекта;
- оптимизация функциональности технологического оборудования;
- увеличение качества производимой продукции.

С этими задачами могут справиться автоматизированные системы управления и контроля, разработанные на базе микроконтроллеров и микропроцессоров. Современные технические средства представлены широким ассортиментом поставляемых на рынок изделий.

Контроллеры применяемые в АСУ ТП позволяют с минимумом экономических затрат также решать задачи энергосберегающего управления. Нередко устройства такого типа применяются для решения локальных задач и используются практически без участия человека [1].

Контроллеры Allen-Bradley.

Компания Allen Bradley – Rockwell Automation – Rockwell Software является одним из мировых лидеров по производству программируемых логических контроллеров, компонентов с управляющей логикой, программного обеспечения для промышленной автоматизации, устройств управления движением и электронных интерфейсов для операторов [1].

Рассмотрим возможности платформы Allen-Bradley Pico и PLC-5 в построении систем управления единичными объектами.

Pico™ – это семейство миниатюрных, наиболее экономичных контроллеров, удобных в применении. Все программирование и установка данных могут быть выполнены с использованием встроенной вспомогательной клавиатуры и LCD дисплея. Возможность установить Pico контроллер на DIN-рейку или на панель позволяет интегрировать их в боксы промышленных шкафов. Встроенные 8А релейные выходы могут управлять широким спектром электрических нагрузок [1].

Модули процессоров PLC-5 обеспечивают проверенный подход для промышленных систем и могут быть использованы для синтеза управления группами объектов. Процессоры PLC-5 могут соединяться в различные сети при распределенных процессах и для обеспечения удаленного расположения ввода-вывода. Платформа предлагает полный набор цифровых и аналоговых модулей ввода-вывода в модульном исполнении, что обеспечивает более гибкий подход в конфигурации системы управления [1].

Внедрение энергосберегающего управления технологическими объектами на базе широко представленного рынка аппаратных средств существенно снижает удельный расход электроэнергии и повышает конкурентоспособность выпускаемой продукции [2].

Библиографический список

1. НТЦ ЭНЕРГО-РЕСУРС [Электронный ресурс]. – URL : <http://en-res.ru/> / Дата обращения: 19.04.2016.
2. Чернышов, Н. Г. Система энергосберегающего управления процессами нагрева энергоемких объектов / Н. Г. Чернышов, С. В. Артемова // Автоматика и вычислительная техника. – 2001. – № 3. – С. 25 – 33.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента Н. Г. Чернышова*

СИНТЕЗ ОБЛУЧАТЕЛЕЙ ДЛЯ ГИБРИДНЫХ ЗЕРКАЛЬНЫХ АНТЕНН

Е. В. Рязанов, П. А. Горшков, К. А. Мамонтов

Тамбовский государственный технический университет

Современное развитие телекоммуникационных технологий в настоящее время, в частности, развитие систем спутниковой связи на основе технологии VSAT предполагает использование эффективных оконечных терминалов и базовых станций. Для реализации таких станций особое внимание уделяется антенным системам. Системы спутниковой связи, как правило, проектируются на применение традиционных антенных систем для этого диапазона, а именно применение параболических зеркальных антенн с рупорным облучателем. Хотя для использования данной технологии в полном объеме необходимо иметь широкую полосу пропускания, возможностью балансировки трафиком в зависимости от загрузки канала связи, формирование многолучевых диаграмм. Поэтому для решения вышеизложенных требований в качестве антенной системы для данного типа частотного диапазона могут быть использованы гибридные зеркальные антенны (ГЗА). Особый интерес представляет синтез непосредственно облучателя ГЗА [1, 2].

Для реализации полноты функции ГЗА, а именно применения кросполяризационного уплотнения, формирования острых диаграмм направленности, а также возможность сканирования частотного диапазона с целью адаптации к электромагнитной обстановке необходимо применять в качестве облучателей ГЗА антенную решетку состоящую из нескольких излучателей.

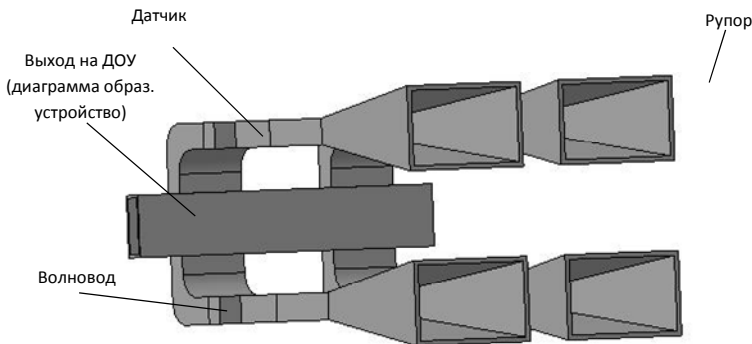


Рис. 1. Внешний вид АР для ГЗА

В качестве такого излучателя в составе антенной решетки (АР) будем использовать рупорный облучатель. АР будет представлять эквидистантную, синфазную, линейную решетку рис. 1.

Из теории антенных решеток известно, что диаграмма направленности эквидистантной, синфазной, линейной антенной решетки имеет вид:

$$F_E = F_{1E} F_{NE}$$

$$F_H = F_{1H} F_{NH},$$

где F_{1E} и F_{2H} – диаграммы направленности одиночного излучателя, F_{NE} и F_{NH} – множители системы в плоскостях E и H соответственно.

$$F_N(\theta) = \frac{\sin\left(\frac{n_1}{2} kd \sin(\theta)\right)}{n \sin\left(\frac{1}{2} kd \sin(\theta)\right)}$$

множитель системы одинаковый в обеих плоскостях. $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ – волновое число.

Построим диаграммы направленности в соответствующих плоскостях используя выше приведенные аналитические выражения.

При оптимальном расстоянии между излучателями КНД синфазной решетки достигает максимального значения, поэтому это расстояние называется оптимальным.

$$d_{\text{опт}} = \frac{\lambda}{\sin \Delta\theta_{10}} = 9,48 \text{ см.}$$

Это значение меньше половины ширины раскрыва рупора, поэтому возьмем следующее значение:

$$d = a_p = 27,777 \text{ см.}$$

$d_{\text{опт}} \neq d$, поэтому на ДН решетки будут присутствовать дифракционные лепестки.

Линейные размеры решетки:

$$n_1 \cdot d = 2 \cdot a_p = 2 \cdot 27,777 = 55,55 \text{ см,}$$

$$n_2 \cdot d = 2 \cdot a_p = 55,55 \text{ см.}$$

Результирующая ДН облучателя ГЗА приведены на (рис. 2, 3).

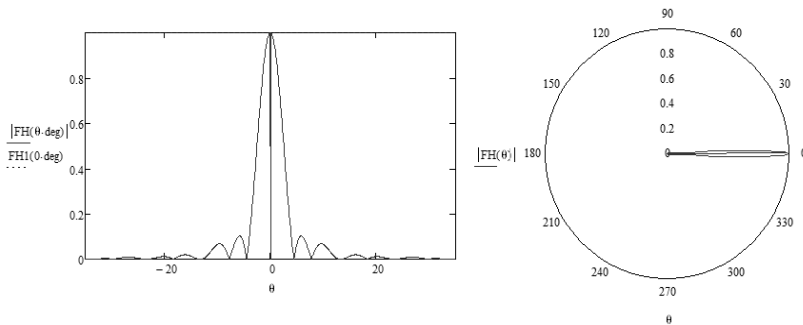


Рис. 2. Диаграмма направленности антенной решетки на частоте 12 ГГц в плоскости H

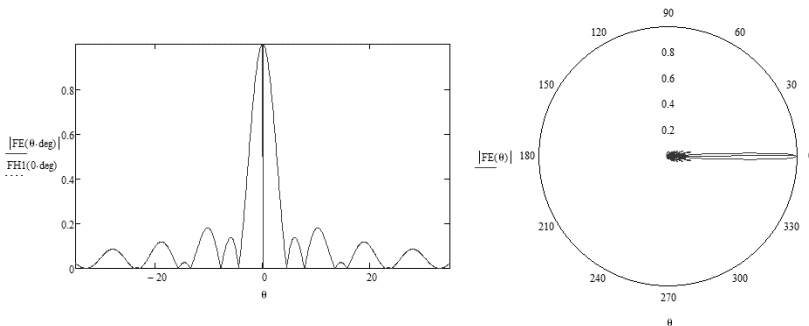


Рис. 3. Диаграмма направленности антенной решетки на частоте 12 ГГц в плоскости E

Таким образом, применение такого типа АР позволит существенно повысить эффективность современных бортовых и наземных радиосистем за счет осуществления быстрого безинерционного обзора пространства путем сканирования луча АР электрическими методами (электрическое сканирование); увеличения коэффициента усиления (КУ) антенны; формирования диаграммы направленности с требуемыми шириной и уровнем боковых лепестков путем создания соответствующего амплитудно-фазового распределения по раскрытию решетки; увеличения излучаемой мощности и снижения потерь в фидерном тракте за счет размещения в каналах излучателей решетки независимых генераторов или усилителей высокочастотной энергии.

Библиографический список

1. Вендик, О. Г. Антенны с электрическим сканированием / О. Г. Вендик, М. Д. Парнес. – СПб., 2001. – 251 с.
2. Воскресенский, Д. И. Устройства СВЧ и антенны / Д. И. Воскресенский, В. Л. Гостюхин, В. М. Максимов, Л. И. Понамарев ; под ред. Д. И. Воскресенского. – 2-е изд., доп. и перераб. – М. : Радиотехника, 2006. – 376 с.

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента О. А. Белоусова*

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В УПРАВЛЕНИИ ЭФФЕКТИВНЫМИ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

И. Г. Рязанов

Тамбовский государственный технический университет

Эффективные технические системы относят к классу многоуровневых объектов, что необходимо учитывать при создании и модернизации комплекса средств аппаратно-программной реализации автоматизированных систем управления. Развитием данного направления является разработка интегрированных автоматизированных систем управления энергопотреблением (АСУЭ).

Основным функциональным ядром АСУЭ является автоматизированная система диспетчерского управления (АСДУ), реализующая функцию оптимизации в режиме реального времени, в частности, по перераспределению энергоресурсов, выработке управляющих воздействий для характерных отклонений фактического режима функционирования от планового [1].

Первостепенной при решении вопросов оптимизации режимов ЭЭС является задача прогнозирования параметров расчетной модели (величина потребления электроэнергии, используемой мощности). Ошибки в данном процессе проявляются в увеличении издержек при производстве электроэнергии – нерациональном использовании ресурсов, износе оборудования, значительном росте тарифов на не оптимально выработанный объем электроэнергии и мощности и, как следствие, ведут к росту капитальных затрат на данный сегмент.

Методы оценки текущего состояния вынуждены в некоторой форме учитывать неточную (слабоформализованную) информацию, а потому требуют применения специального статистического аппарата. В существующих системах, как правило, применяется метод Ньютона – Рафсона. Сложность заключается в том, что параметры ЭЭС, рассматриваемые во многих приложениях как независимые, на самом деле взаимно коррелированы.

В связи с этим, в настоящее время многие авторы отмечают [2], что совместно с моделями, использующими строгие математические методы оценивания параметров ошибок, перспективным и находящим себе практическое применение во многих областях, является использование методов, решающих подобную задачу с использованием эвристических подходов [3]. К ним относится аппарат нечеткой логики, нейронных сетей и экспертных систем.

Применение методов нейронных сетей (сеть на основе алгоритма Мамдани) для создания моделей управления региональными системами электроснабжения (в частности, для решения вопросов прогнозирования потребления и генерации электроэнергии) позволяет повысить точность процесса до величины 0,09...2,22% за счет более полного учета не только циклических, но и слабоформализуемых составляющих.

Модификации ННС обладают лучшими адаптационными способностями к изменениям технико-экономических и климатических параметров, что наглядно видно из сравнения со статистическим методом коэффициента роста/спада потребления, применяемым для предварительного диспетчерского графика в настоящее время. Данное обстоятельство позволяет говорить о высокой потенциальной способности описанного метода в структуре современных ЭЭС.

Библиографический список

1. Бурковский, В. Л. Математическая модель оптимизации загрузки автотрансформаторов в системообразующей электрической сети / В. Л. Бурковский, Б. Г. Винников, В. В. Картавцев // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2009. – Т. 5, № 8-1. – С. 163 – 165.

2. Скороходов, М. Г. Управление системой генерации электрической энергии на основе аппарата нечеткой логики / М. Г. Скороходов, Шукур Омар Шукур Махмуд, В. Л. Бурковский // Электротехнические комплексы и системы управления. – 2014. – № 2. – С. 55 – 59.

3. Терехов, В. А. Нейросетевые системы управления : учебное пособие для вузов / В. А. Терехов, Д. В. Ефимов, И. Ю. Тюкин. – М. : Высш. школа, 2002. –183 с.

*Работа выполнена под руководством
д-ра техн. наук, профессора Ю. Т. Зырянова*

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК УСТРОЙСТВ ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

Р. А. Сарычев, А. Р. Хребтов

Тамбовский государственный технический университет

Современные устройства приема и обработки сигналов (УПОС) имеют большое количество характеристик, которые дают возможность судить о пригодности устройств для конкретных условий эксплуатации. Так как эти параметры описывают достаточно сложную реакцию УПОС на совокупность сигнала и помех, то для исследования УПОС потребуется большое количество всевозможных типов измерительных приборов, а способ измерений достаточно сложен.

Информационно-измерительная система (ИИС) состоит из устройства приема и обработки сигналов (модуль УПОС), компьютера с портами управления, генератора стандартных сигналов и осциллографа (управляемого кодами языка SCPI). Основным критерием при проектировании структурной схемы является максимальная приближенность модулируемого процесса к реальному приему. Управление всей ИИС, включая модуль УПОС и приборы, производится программным модулем, который разрабатывается в среде LabView [1].

Разработанный программный модуль позволяет полностью автоматизировать процесс снятия характеристик. Модуль УПОС оснащен разъемом для подключения сетевого адаптера 12 В, который подключается к сети 220 В. На рисунке 1 приведена структурная схема модуля УПОС().

Для исследовательских целей модуль УПОС реализуется на основе трех схем: прямого преобразования, прямого усиления и супергетеродинного типа.

Исходя из этого, устройство содержит следующие узлы: входные цепи; усилитель сигнала радиочастоты (УРЧ); балансный смеситель;

синтезатор частот (гетеродин); усилитель сигнала промежуточной частоты (УПЧ); детектор; усилитель сигнала звуковой частоты (УЗЧ); выходное устройство; микроконтроллер.

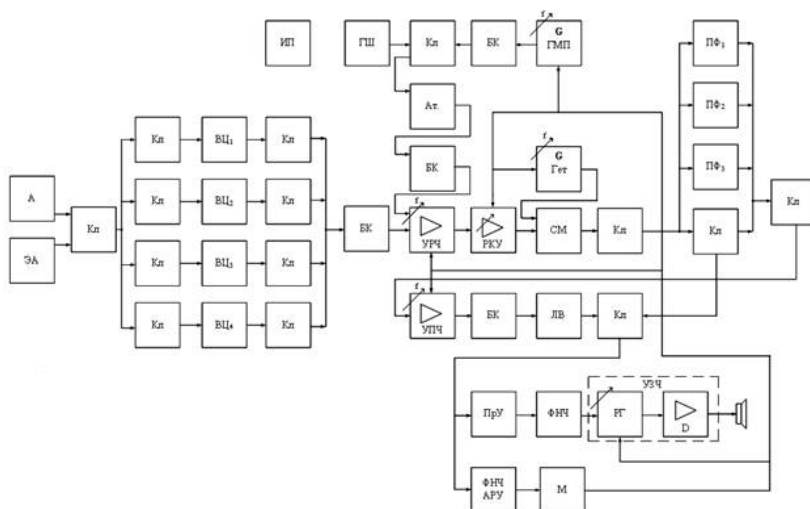


Рис. 1. Структурная схема модуля УПОС

Как было сказано выше, управление модулем УПОС производится программным модулем, разработанным в среде LabView.

В модуле УПОС осуществляется управление: выбором антенного входа или входа с генератора сигналов; переключением типов входных цепей; коэффициентами усиления трактов РЧ и ПЧ; настройками частоты входных цепей и усилителя РЧ; избирательностью усилителя РЧ и тракта ПЧ; управление режимом работы балансно смесителя; управление генератором шума и его амплитудой; включением узкополосной помехи, управлением ее частотой и амплитудой; управлением частотой синтезатора гетеродина; усилением тракта ЗЧ и отключением выхода на динамическую головку.

Библиографический список

1. Лукина, А. А. Информационно-измерительная система для исследования характеристик устройств приема и обработки сигналов / А. А. Лукина, А. В. Максимов // Материалы Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 15 – 17 мая 2013 г. – Томск : В-Спектр, 2013: В 5 частях. – Ч. 1. – 370 с. ISBN 978-5-91191-284-0 (Ч. 1) С. 306 – 310.

СЕТИ VANET ИЛИ АВТОМОБИЛЬНЫЕ СЕНСОРНЫЕ СЕТИ

К. А. Степаненко

Дальневосточный федеральный университет

С каждым годом происходит интенсивный рост количества транспортных средств (ТС) на дороге, а, следовательно, увеличивается количество заторов и аварийных ситуаций. Таким образом, внедрение технологии с использованием сенсорных сетей поможет улучшить статистику дорожно-транспортных происшествий. На данный момент автомобили уже могут «ощущать» окружающую среду, ожидается, что в будущем автомобили смогут обмениваться данными с придорожными станциями или друг с другом. Произвольная транспортная сеть (VANET – Vehicular Ad-hoc Network) является фундаментальной частью интеллектуальных транспортных систем и сможет предоставить множество услуг для увеличения безопасности и комфорта вождения. Основным преимуществом сети VANET является улучшение безопасности пассажиров путем обмена предупреждающих сообщений между транспортными средствами. Этот тип сети привлекателен из-за возможности связи без какой-либо инфраструктуры или дорогостоящей сотовой сети. Сеть самостоятельно конфигурируется и включает в себя автомобили и станции на обочине. Компоненты сети на автомобиле транслируют обычные сообщения, связанные с трафиком в текущем времени (скорость потока, дорожные события и т.д.). Получая и передавая такие сообщения, водители получают информацию об окружающей их дорожной обстановке. В таком случае, они смогут принять своевременные меры в ответ на полученное сообщение. Визуализация VANET происходит с помощью двух приложений: V2V (Vehicle to Vehicle) предусматривает обмен между транспортными средствами, V2I (Vehicle to Infrastructure) предусматривает обмен между ТС и придорожными станциями. Сеть организуется с помощью стандарта 802.11p, который базируется на технологии DSRC (Dedicated Short Range Communications – выделенная связь ближнего радиуса действия). Используемый частотный диапазон – 5,9 ГГц (под транспортные системы выделено 75 МГц данного спектра). Основное преимущество DSRC в том, что он нацелен непосредственно на связь с быстро движущимся объектом. Устройство быстро активизируется и успевает обмениваться информацией с автомобилем, пока он находится в зоне действия устройства. Также такие устройства хорошо работают при большом количестве сигналов и отвечают всем критериям безопасности.

Vehicle-to-Infrastructure

В системах V2I инфраструктура играет координирующую роль путем сбора глобальной или локальной информации о дорожных условиях, а затем, координируя определенный поток транспорта нужным образом путем светофорного регулирования (рис. 1). Предложения транслируются через автомобильные дисплеи с помощью беспроводных соединений. Внедрение таких систем планируется ввести в эксплуатацию в 2015 – 2020 годах.

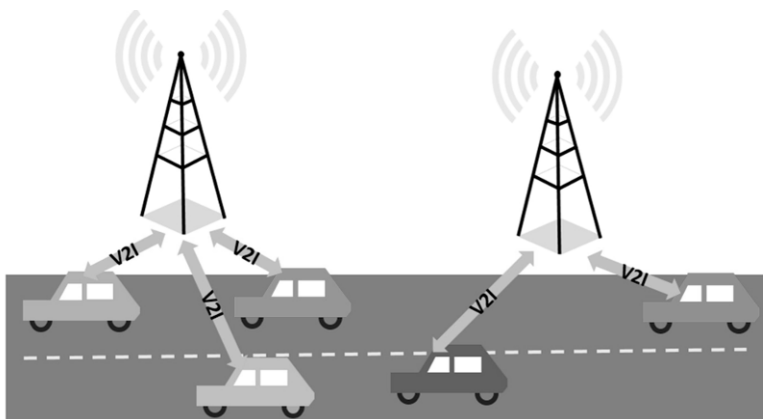


Рис. 1. Осуществление связи между ТС и придорожными станциями

Vehicle-to-Vehicle

Систему V2V более трудно организовать из-за своей децентрализованной структуры и направлением на установление связи между автомобилями и сотрудничестве между ними. В таком случае происходит взаимный обмен информацией и решения принимаются среди группы автомобилей, находящихся в непосредственной близости друг с другом.

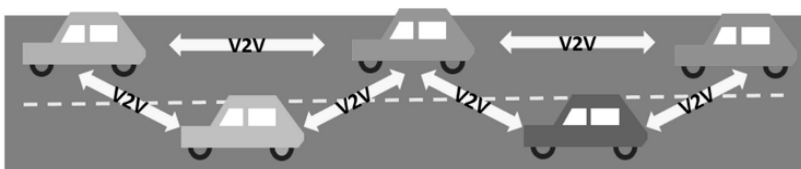


Рис. 2. Обеспечение связи между ТС

В концепции V2V при нахождении двух и более автомобилей или придорожных станций в зоне обнаружения они подключаются друг к другу автоматически и создают специальную сеть, что позволяет использовать совместно полученные данные. Каждое транспортное средство является маршрутизатором и перенаправляет полученное сообщение соседям и далее по цепочке отдаленным транспортным средствам. Алгоритм маршрутизации основывается на положении ТС и в состоянии быстро обрабатывать изменения топологий сети.

Некоторые возможности концепции V2V:

- предупреждение о соблюдении дистанции;
- предупреждение об экстренном торможении;
- предупреждение об автомобиле в слепой зоне;
- помощь при перестроении и выезде на перекресток в условиях ограниченной видимости;
- предупреждение о безопасности обгона.

На данный момент все больше развитых стран внедряют такую систему связи, что улучшить безопасность дорожного движения. Планируется, что такая система послужит отличным помощником для водителя и уменьшит количество аварийных происшествий на дорогах. Также в далеком будущем может отпасть необходимость светофоров, так как автомобили сами будут корректировать скорость, опираясь на полученные данные.

*Работа выполнена под руководством
старшего преподавателя А. В. Надьмова*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ПРИБОРА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ LabVIEW

Т. А. Хоан, М. А. Х. Хамза

Тамбовский государственный технический университет

Необходимость проведения измерений в условиях неопределенности и обработки больших объемов информации обусловили создание интеллектуальных измерительных электронных приборов (ИИЭП) с блоком оценки точности метрологических характеристик приборов и измерений для контроля теплофизических свойств (ТФС) материалов с целью обеспечения качества выпускаемой продукции на производстве, что является важной и актуальной задачей.

Виртуальный прибор включает параллельные каналы измерения, в которых осуществляется преобразование и обработка входных сиг-

налов, что позволяет передавать измерительную информацию при контроле ТФС материалов в цифровой форме. Компоненты ИИЭП взаимодействуют по внутренней шине компьютера, к которой подключены дисплей, внешняя память и измерительное устройство ИИЭП, которое состоит из измерительного зонда с датчиками температуры, усилителя, аналого-цифрового преобразователя и коммутатора каналов. ИИЭП контролирует и определяет функции воздействия внешней температуры на структурные компоненты и параметры ИИЭП, что позволяет осуществлять коррекцию погрешностей измерения.

В виртуальном ИИЭП осуществляются многоканальные измерения температуры NI ComracDAQ и затем определяется комплекс ТФС материалов на основе измерительного модуля NI 9213. ИИЭП включает беспроводную систему сбора и анализа измерительной информации и управления экспериментом. Система построена на базе новой технологии обработки информации Zynq – это совмещение ПЛИС и контроллера на одном кристалле. Виртуальный ИИЭП содержит встроенный приемо-передатчик Wi-Fi, 40 цифровых линии ввода/вывода сигналов, 8 ШИМ цифровых линий, 8 входных каналов аналоговых сигналов, 4 выходных канала аналоговых сигналов, аудио вход и выход, USB – интерфейс пользователя, USB-интерфейс для связи с ПК. Конфигурирование работы виртуального ИИЭП осуществляется в графической среде разработки приложений LabVIEW.

Практическая реализация ИИЭП выполнена в программной среде LabVIEW с помощью инструментальных средств компании National Instruments. В виртуальном ИИЭП предусмотрено наличие большого количества аналоговых и цифровых линий ввода/вывода сигналов, реализованных интерфейсов UART, I2C, SPI, которые позволяют использовать данную платформу для точного и оперативного контроля параметров ТФС материалов.

Библиографический список

1. Селиванова, З. М. Повышение точности информационно-измерительных систем неразрушающего контроля теплофизических свойств твердых материалов / З. М. Селиванова, Т. А. Хоан // Измерительная техника. – 2015. – № 9. – С. 45 – 48.

2. Стасенко, К. С. Метод и интеллектуальная информационно-измерительная система для повышения точности допускового контроля теплопроводности теплоизоляционных материалов / К. С. Стасенко, З. М. Селиванова // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2015. – Т. 21, № 1. – С. 42 – 49.

3. Selivanova, Z. M. Increasing the Accuracy of Data-Measuring Systems for the Nondestructive Testing of the Thermal Properties of Solids /

Z. M. Selivanova, T. A. Khoan // Measurement Techniques. – Vol. 58, No. 9. December, 2015. – P. 1010 – 1015, New York.

4. Селиванова, З. М. Энергосберегающие технологии при разработке и применении информационно-измерительных систем для неразрушающего контроля теплофизических свойств теплоизоляционных материалов / З. М. Селиванова, Т. А. Хоан, К. С. Стасенко // Вопросы современной науки и практики. Университет имени В. И. Вернадского. – 2014. – С. 97 – 100.

5. Selivanova, Z. M. Funkcjonowanie intelektualnego informacyjnopomiarowego systemu właściwości twardych materiałów w warunkach nieokreśloności / Z. M. Selivanova, A. A. Samokhvalov: Materiały X Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Naukowa myśl informacyjnej powieki – 2014». Volume 31. Techniczne nauki. : Warsaw. – Przemysł. Nauka i studia. – S. 28 – 30.

*Работа выполнена под руководством
д-ра техн. наук, профессора З. М. Селивановой*

АНАЛИЗ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Т. В. Шагиров, А. Д. Попов

Воронежский институт МВД России

Наука о надежности является сравнительно молодой, ее формирование относится к середине XX века. Развитие и усложнение техники потребовали разработки научных основ нового направления – теории надежности. Первые шаги в области исследований надежности были связаны со сбором статистических данных о надежности радиоэлементов, а все усилия специалистов были направлены на определение причин ненадежности. Следующими шагами стали развитие физической надежности (физики отказов) и развитие математических основ теории надежности. Поэтому в настоящее время проблема надежности является ключевой по отношению к современным информационным системам, по существу, от нее во многом зависят темпы их развития.

Эффективность функционирования автоматизированных информационных систем (АИС) в значительной степени обуславливается обеспечением их надежности. Вследствие того, что АИС содержит 2 основных структурных компонента: аппаратную часть и программное обеспечение (ПО), то рассматривая надежность АИС, необходимо учитывать как надежность аппаратных средств, так и надежность программного обеспечения. При исследовании надежности ПО необходи-

мо акцентировать внимание на доступность, целостность, достоверность информации.

Под надежностью понимают свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортировки [1].

В качестве элементов АИС могут рассматриваться отдельные аппаратные средства: ЭВМ, сервер; программные средства: операционная система, система управления базами данных, специализированное ПО, программная система защиты информации; также отдельным элементом АИС, влияющим на надежность, выступает человек. В процессе эксплуатации АИС надежность изменяется. Причинами, влияющими на уменьшение надежности являются износ и старение системы, а также внешние дестабилизирующие факторы воздействующее на ПО.

Особенность АИС заключается в наличии программной подсистемы, надежность которой также необходимо поддерживать в процессе эксплуатации системы.

Ошибки ПО, в основном, проявляются как систематические и не носят случайный характер. При этом, в различных условиях эксплуатации одно и то же ПО может характеризоваться различной интенсивностью отказов. Это затрудняет применение методов теории надежности аппаратных средств в процессе анализа надежности ПО.

Надежное ПО характеризуется следующими свойствами:

1. ПО должно корректно функционировать при определенных воздействиях внешней среды. При этом должны быть определены параметры входных величин и данных, особенности операционной системы и сервисных программ, функционирование ПО в виртуальной или реальной машине, внешние воздействия и т.п. Данное свойство ПО называется безошибочностью.

Полной безошибочности ПО достичь невозможно. По этой причине в отношении к безошибочности ПО, можно рассматривать количество не выявленных в ПО ошибок (оставшихся), определяющих уровень безошибочности ПО.

2. ПО должно реагировать на воздействиях внешних факторов однозначным образом. В зависимости от внешних воздействий ПО должно продолжить функционирование, реализовать выполнение альтернативного алгоритма или прекратить выполнение. Данное свойство ПО называется помехоустойчивостью.

На безошибочность ПО влияет выбор и совместимость операционной системы, системного ПО и специального ПО, а также ошибки в

алгоритме функционирования программы, приводящий к некорректному результату либо отказу ПО.

В соответствии с этим, повышение надежности программы связано либо с повышением уровня безошибочности программы, либо с повышением уровня помехоустойчивости, либо и с тем, и с другим.

Таким образом, поддержание высокой надежности АИС является значимой и сложной инженерно-технической задачей.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 27.002–89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.
2. ГОСТ 27.003–90. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности

*Работа выполнена под руководством
д-ра техн. наук, профессора Е. А. Рогозина*

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ
ВОЛЬТАМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК*Е. В. Власова**Тамбовский государственный технический университет*

Тождественность математических моделей позволяет «в лоб» [1 – 3] получать инфокоммуникационные выражения вольтамперной характеристики (ВАХ) из решения дифференциального уравнения. Для этого разделим переменные интегрирования по току и напряжению

$$\frac{di}{i + I_0} = \frac{du}{U_0}. \quad (1)$$

Проинтегрируем правую часть уравнения (1) по току $i = \{0, i\}$, левую часть – по напряжению $u = \{0, u\}$, получим логарифмическое уравнение

$$\ln(i + I_0) - \ln I_0 = (u - 0)/U_0.$$

После тождественных преобразований, находим инверсную математическую модель ВАХ

$$u = U_0 \ln\left(\frac{i + I_0}{I_0}\right), \quad (1a)$$

тождественную выражению инверсной классической.

Экспоненцирование модели (1a) приводит к прямому представлению ВАХ

$$i = I_0 \left(e^{u/U_0} - 1 \right), \quad (1б)$$

тождественному классической характеристике.

Решением дифференциального уравнения, кроме алгебраических операторов в обобщенной и классической (1a, 1б) форме, являются также математические модели с операторами интегрирования [2]. При этом предполагают ток i – медленно изменяющимся сигналом, тогда уравнение (1) можно представить в виде независимых от приращения di тока переменных

$$U_0 \frac{di}{du} = i + I_0,$$

или после разделения переменных дифференцирования

$$di = \frac{i + I_0}{U_0} du. \quad (2)$$

Проинтегрируем дифференциальное уравнение по частям

$$\int_0^i di = \int_0^u \frac{i + I_0}{U_0} du,$$

а после интегрирования по току находим еще одну интегральную модель ВАХ, но в интегральном исчислении

$$i = \frac{1}{U_0} \int_0^u (i + I_0) du, \quad (2a)$$

Тождественность операторов счисления и исчисления позволяет дифференциальную форму модели ВАХ выразить разностным уравнением [1, с. 38 – 52] после замены $\Delta i = i_{k+1} - i_k$, а $\Delta u = u_{k+1} - u_k$:

$$U_0 \frac{i_{k+1} - i_k}{u_{k+1} - u_k} - i_k = I_0, \quad (3)$$

где $k = \{0, l - 1\}$ – шаг итерации сканирования ВАХ. Освободимся в (3) от знаменателя

$$U_0(i_{k+1} - i_k) = (i_k + I_0)(u_{k+1} - u_k),$$

а после приведения подобных членов, находим математическую модель ВАХ в разностной форме

$$i_{k+1} = i_k + (i_k + I_0)(u_{k+1} - u_k)/U_0, \quad (3a)$$

тождественную дифференциальному представлению.

Следовательно, тождественность операторов счисления и исчисления позволяет разработчику и пользователю выбирать инфокоммуникационную модель ВАХ в интегральном или дифференциальном представлении в непрерывной или разностной форме, а также рациональный алгоритм вычисления для проведения математического моделирования кинетических процессов аналоговой и импульсной, цифровой и микропроцессорной технике.

Библиографический список

1. Глинкин, Е. И. Микропроцессорные аналитические приборы / Е. И. Глинкин, Б. И. Герасимов. – М. : Машиностроение, 1989. – 248 с.
2. Глинкин, Е. И. Информационные технологии кондуктометрии / Е. И. Глинкин, А. А. Одинокова // Вестник ТГУ. – Тамбов : ТГУ, 2012. – Т. 17, вып. 2. – С. 674 – 678.
3. Глинкин, Е. И. Технология проектирования динамических характеристик / Е. И. Глинкин, А. В. Наумова, А. А. Одинокова // Вестник ТГУ. – Тамбов : ТГУ, 2013. – Т. 18, вып. 5. – С. 2925 – 2933.

*Работа выполнена под руководством
д-ра техн. наук, профессора Е. И. Глинкина*

СТРУКТУРА МЕТ-ПОКАЗАТЕЛЯ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СЕРДЕЧНОСОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

А. А. Дружкин, А. А. Коробов

Тамбовский государственный технический университет

Метаболический эквивалент активности человека – это физиологический конструктивный показатель, характеризующий относительную энергетическую единицу. Например, физическую активность. За количественную меру этого показателя принято отношение интенсивности энергозатрат, которое нужно для выполнения задания определенной физической активности к эталонной интенсивности энергозатрат в состоянии покоя [1].

Интенсивность энергозатрат может оцениваться методом непрямой калориметрии. Метод непрямой калориметрии основан на использовании известных зависимостей между количеством энергии, которое образуется при окислении данного вещества и количеством кислорода и двуокиси углерода (углекислого газа), затраченного и выделенного в процессе окисления этого продукта. Отношение объема углекислого газа, выделенного организмом за определенное время (интенсивность выведения двуокиси углерода) к объему кислорода, потребленного за то же время, называется дыхательным коэффициентом. Зная данные о потреблении кислорода и выделении углекислого газа конкретного организма, можно оценить энергозатраты при том или ином уровне активности.

При стандартизации данных МЕТ-показателя используется два основных фактора: площадь поверхности тела человека и масса его тела. В настоящее время для учета этих факторов используется формула Мостеллера:

$$A = \sqrt{\{(W \cdot H)/3600\}},$$

где B – площадь поверхности тела человека, m^2 ; W – масса тела человека, кг; H – рост тела человека, см.

Системными единицами измерения МЕТ-показателя являются калории в секунду (кал/сек), а также их кратные и дольные единицы.

1. Описание физических нагрузок организма с соответствием баллов МЕТ-показателей

1 МЕТ`s	Состояние покоя (лежа на спине)
3 МЕТ`s	Легкая физическая работа (подметание пола)
5 МЕТ`s	Быстрая ходьба, приседания
7 МЕТ`s	Туристический поход с рюкзаком по холмистой местности
9 МЕТ`s	Игра в футбол, теннис

В таблице 1 представлено описание физических нагрузок организма с соответствием баллов МЕТ-показателей.

Исследование метаболического эквивалента активности человека показывает, что увеличение физической тренированности на каждую 1 МЕТ приводит к повышению выживаемости человека на 10...25% при заболеваниях сердечнососудистой системы.

Библиографический список

1. Заболеваемость всего населения России в 2011 году / Е. П. Какорина, Л. А. Михайлова, Е. В. Огрызко, А. Н. Кантеева, Н. А. Кадулина // Министерство здравоохранения Российской Федерации, Департамент анализа, прогноза, развития здравоохранения и медицинской науки, ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Минздрава РФ.

Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, профессора С. В. Фролова

КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ КЛЕТОК КРОВИ, ПРИМЕНИМЫЕ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

О. Г. Егорова, О. Н. Кобозева

Тамбовский государственный технический университет

Основным методом автоматического подсчета клеток крови в современных гематологических анализаторах является кондуктометрический метод Культера [1]. Данный метод позволяет подсчитать коли-

чество клеток крови в заданном объеме и опосредованно оценить объем каждой клетки, однако не учитывает форму клетки, а также подвержен влиянию электрических помех, в результате чего амплитуда и форма счетных импульсов искажается; кроме того, возможен пропуск счетных импульсов или ложное срабатывание счетчика, когда за сигнал от клетки принимается сигнал от примесей в реагентах.

С целью повышения точности классификации клеток крови предлагается дополнить блок подсчета клеток модулем анализа, который производит сравнение информативных признаков, выделенных из измерительных сигналов, с эталонными признаками. Данная задача легко реализуется в силу следующих факторов:

- небольшое количество классов: от 3 до 7;
- эталонные сигналы легко получить, поскольку формы клеток различных классов хорошо изучены;
- измерительный сигнал – одномерный и прост в описании.

Анализ наиболее распространенных типов информативных признаков показал, что для применения в автоматическом гематологическом анализаторе для классификации измерительных сигналов наиболее подходят следующие виды признаков [2 – 4].

1. Дополнительное функциональное преобразование амплитудного спектра Фурье

$$S(\rho) = \int_0^{2\pi} |G(\rho \cos \varphi, \rho \sin \varphi) d\varphi|$$

функция признаков в полярных координатах в области частот.

Достоинства: инвариантны к смещению и повороту исходной функции $g(x, y)$ в декартовых координатах.

2. Автокорреляция (спектр мощности Фурье)

$$K(\Delta x, \Delta y) = \frac{1}{(2\pi)^2} \int_{-\pi}^{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} |\dot{S}(\varpi_x, \varpi_y)|^2 e^{j(\varpi_x \Delta x + \varpi_y \Delta y)} d\varpi_x d\varpi_y,$$

где x, y – пространственные координаты.

Достоинства: инвариантны для нормированных сигналов.

3. Гистограммные – используются гистограммы распределения каких-либо параметров сигнала (амплитуды, временных параметров импульса, частоты и др.).

Достоинства: в ряде случаев инвариантны к преобразованиям подобия.

В работе проанализированы различные информативные признаки для классификации клеток крови в гематологическом анализаторе и предложены наиболее подходящие для реализации.

Библиографический список

1. Пат. US3557352 А, США, МКИ⁵ G01_N15/10. Apparatus and method for measuring a dividing particle size of a particulate system/ Coulter Wallace H, Hogg Walter R; Coulter Electronics – № 815479 ; Заявл. 01.11.67 ; Оpubл. 19.01.71.
2. Ту, Дж. Принципы распознавания образов / Ту Дж., Р. Гонсалес. – М. : Мир, 1978. – 411 с.
3. Прэтт, У. К. Цифровая обработка изображений / У. К. Прэтт ; пер. с англ. в 2 кн. – М. : Мир, 1982. – Кн. 2. – 480 с.
4. Лукьяница, А. А. Цифровая обработка видеоизображений / А. А. Лукьяница, А. Г. Шишкин. – М. : «Ай-Эс-Эс Пресс», 2009. – 518 с.

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ В БИОХИМИИ

О. Н. Кобозева

Тамбовский государственный технический университет

В клинической биохимии применяется широкий спектр аналитических методов, однако доминирующими является фотометрические методы, основанные на измерении оптической плотности реакционной смеси. Аналитический процесс состоит из ряда этапов: дозирования пробы и реагентов, инкубации реакционной смеси, фотометрических измерений. В настоящее время все этапы могут выполняться как вручную лаборантом, так и полностью автоматически.

Фотометрирование в биохимии имеет целью выявить наличие искомого вещества (аналита) в исследуемой среде и/или вычислить его концентрацию, либо активность, используя изменение окраски реакционной смеси (либо интенсивности окраски, т.е. ее оптической плотности). Как правило, фотометрирование производится на определенной длине волны, которая подбирается таким образом, чтобы поглощение света для данной реакционной смеси было максимальным [1].

На практике часто возникают ситуации, когда на ход биохимической реакции влияют различные факторы, что приводит к недопустимым результатам анализа. Исходя из личного опыта работы в клинико-диагностической лаборатории ТОГБУЗ «Городская клиническая больница им. Архиепископа Луки г. Тамбова», можно выделить следующие факторы, искажающие результат измерения:

1. Неправильное дозирование пробы или реагентов вследствие неисправности оборудования или неправильных действий персонала.
2. Отказ составных частей оборудования.

3. Нарушения подготовки пробы к анализу.

4. Нестабильность химической реакции.

Факторы 1, 2 и 3 являются необратимыми, т.е. их влияние невозможно компенсировать без устранения причины их возникновения и повторного проведения измерения.

Нестабильность химической реакции (фактор 4), как правило, обусловлена исчерпанием ресурса лампы фотометра, неправильной работой монохроматора, нестабильностью реагентов или колебаниями температуры инкубатора. Результат измерения в данном случае получается непредсказуемым. Однако, данный фактор может быть компенсирован применением дополнительного алгоритма обработки сигнала фотометра [2]. Аппроксимация какой-либо функцией в данном случае положительного результата не дает, но допустимым является применение нечеткого алгоритма [3]. При этом функции принадлежности должны описывать соотношение отсчетов измеренного сигнала с эталонным, полученным ранее.

В работе проанализировано влияние основных факторов, влияющих на результат фотометрического измерения, и предложены пути компенсации некоторых из них.

Библиографический список

1. Биохимия : учебник / под ред. Е. С. Северина. – 5-е изд., испр. и доп. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 768 с. : ил. <http://www.studentlibrary.ru>

2. Строев, В. М. Проектирование измерительных медицинских приборов с микропроцессорным управлением : учебное пособие / В. М. Строев, А. Ю. Куликов, С. В. Фролов. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 96 с.

3. Прикладные нечеткие системы: пер. с япон. / К. Асаи, Д. Ватада, С. Иваи и др. ; под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно. – М. : Мир, 1993.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОСТИЖЕНИЙ РОБОТОТЕХНИКИ ДЛЯ ПОМОЩИ В РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ С НАРУШЕНИЯМИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

К. Н. Коновалова

Тамбовский государственный технический университет

В настоящее время для помощи в реабилитации больных с нарушениями опорно-двигательного аппарата разрабатываются экзоскелеты для восполнения утраченных функций и искусственные конечности, которые управляются естественным образом, т.е. посредством тех же сигналов мозга, что и живые конечности.

Экзоскелеты помогают людям с ограниченными физическими возможностями перемещать свои тела. В момент, когда человек пытается пошевелить руками или ногами, специальные датчики на коже считывают небольшие изменения в электрических сигналах организма, приводя в рабочее состояние механические элементы экзоскелета.

Широкое применение экзоскелетов помогает многим людям во всем мире почувствовать себя полноценными. Даже полностью парализованные люди уже сегодня имеют возможность ходить.

Раньше судьба людей с отсутствующими конечностями была почти безнадежна, не было технической возможности сделать им хоть какое-то подобие действующих конечностей. Теперь уже появился и быстро множится целый класс устройств, способных решить проблему. Для них разрабатываются роботизированные протезы (бионические руки или ноги), которые обладают искусственным интеллектом, способны чувствовать окружающую среду и распознавать намерения пользователя. Эти устройства с точностью имитируют поведение природных конечностей, а также управляются с помощью собственного мозга (микроэлектроды, имплантированные в мозг, или датчики считывают нейросигналы и передают их в виде электрических сигналов в микроконтроллер). На повестке дня стоит уже вопрос – сделать протезы с осязанием, полностью заменяющие живые руки.

Новейший роботизированный протез руки, разработанный в Политехнической школе в Лозанне, Швейцария, управляется сигналами мозга и позволяет пациенту чувствовать прикосновения, как будто это не протез, а живая рука. Она также может перенести ежедневные воздействия окружающего пространства, такие как дождь и пыль. Рука оснащена искусственными сухожилиями, которые обнаруживают и измеряют напряжение в пальцах протеза и превращают их в электрические сигналы. Компьютер обрабатывает эти сигналы и через нейроинтерфейс отправляет в мозг, в результате чего формируются привычные тактильные ощущения. В результате пациент получает протез, который действует как «родная» рука или даже более совершенный «инструмент». Протез сможет точно интерпретировать сигналы о температуре, давлении, напряжении «мышц» конечности, выверять точные движения и прилагаемую силу. В буквальном смысле человек «почувствует» механическую руку, как будто бы она стала живой.

Таким образом, мозг использует привычные сигналы, которые применялись для управления реальной конечностью, и пациент очень быстро привыкает к протезу.

Однако разработанные прототипы имеют ряд серьезных недостатков, которые присутствуют даже в самых сложных и дорогих протезах. Существующие нейроинтерфейсы недостаточно чувствительны

и не могут обеспечить передачу большого количества сигналов – современные прототипы транслируют на бионические протезы около 500 управляющих сигналов. Также пока не удалось создать протез с достаточным количеством степеней свободы.

Ученые со всего мира стремятся не только улучшить функциональные особенности роботизированных протезов, а придать им реалистичный вид. Американские исследователи из Стэнфордского университета в Калифорнии, создали нанокожу для медицинских протезных устройств. Это полимерный материал обладает высокой гибкостью, прочностью, электропроводностью и чувствительностью к давлению (считывание сигналов по типу сенсорных панелей).

Работы по проектированию и производству подобных роботизированных механизмов расширяют возможности человечества вообще, многие ситуации перестают быть безнадежными, человек без рук или ног становится способным к нормальной деятельности, простой рабочий сможет делать работу целой бригады, воин сможет заменить целое подразделение.

Библиографический список

1. Фролов, С. В. Применение робототехники в медицине / С. В. Фролов, К. Н. Коновалова. – Мичуринск : Изд-во Мичуринского госагроуниверситета, 2014. – С. 109 – 111.
2. Коновалова, К. Н. Робототехника в хирургии / К. Н. Коновалова, Д. Д. Семенов, С. В. Фролов. – Рязань : Изд-во «РГРУ», 2015. – С. 259 – 262.

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ПОГЛОЩАЮЩИХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В ИМПУЛЬСНОЙ ДИФФУЗИОННОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ТОМОГРАФИИ НА ОСНОВЕ ПОЗДНО ПРИШЕДШИХ ФОТОНОВ

А. В. Лавринов, А. Ю. Потлов

Тамбовский государственный технический университет

Диффузионная оптическая томография (ДОТ) – совокупность методов исследования биологических тканей на глубину до 10...15 см, основанных на получении информации из сильно рассеянной (диффузной) компоненты зондирующего излучения [1 – 3]. Одной из главных проблем ДОТ является сложность реконструкции изображений.

Целью наших исследований является разработка способа быстрого детектирования оптических неоднородностей в импульсной ДОТ.

Основными факторами, влияющими на быстрдействие детектирования поглощающих неоднородностей в биологических тканях являются: используемые упрощения к геометрии исследуемого биообъекта, начальное приближение к его оптическому строению и метод решения прямой задачи.

Поскольку импульсная ДОТ предназначена не столько для детектирования опухолей, сколько на детектирование областей ангиогенеза (разросшихся вокруг опухолей кровеносных сосудов), целесообразным является использования упрощения о сферической геометрии оптических неоднородностей.

Оптическое строение исследуемого биообъекта приближенно описывается с помощью индекса неоднородности $IH(\alpha)$ [1], в связи с этим предлагается использовать $IH(\alpha)$ для формирования начального приближения к пространственным распределениям коэффициентов поглощения и рассеяния при решении обратной задачи. Для этого $IH(\alpha)$ преобразуется в ступенчатую функцию следующим образом:

$$IH(\alpha)_{st} = \begin{cases} 1, & IH(\alpha) \geq P_1 \\ 0, & P_2 \geq IH(\alpha) > P_1, \\ -1, & IH(\alpha) < P_2 \end{cases}$$

где P_1 и P_2 – экспериментально найденные уровни средней плотности ППФ, соответствующие влиянию на детекторы рассеивающей, P_1 , и поглощающей, P_2 , неоднородностей. Причем, P_1 должно всегда быть больше P_2 . На основе анализа участков $IH(\alpha)_{st} = -1$, формируется начальное приближение к пространственному распределению коэффициента поглощения. Для каждого такого участка ступенчатой функции последовательно делается предположение, что в моделируемом объекте располагается сферическая поглощающая неоднородность диаметром равным половине длины хорды между углами, соответствующими началу и концу участка $IH(\alpha)_{st} = -1$. Причем неоднородность считается равноудаленной от центра исследуемого объекта и точки на границе этого объекта, располагающейся под углом соответствующим середине участка $IH(\alpha)_{st} = -1$. Начальное приближение к пространственному распределению коэффициента рассеяния вычисляется аналогичным образом, с той лишь разницей, что анализируются участки $IH(\alpha)_{st} = 1$ и им в соответствие ставятся рассеивающие неоднородности.

Решение прямой задачи импульсной ДОТ принято выполнять с помощью любого из трех основных методов: статистический метод Монте-Карло, многопоточная модель Кубелки-Мунка и диффузион-

ное приближение к уравнению переноса излучения [2, 3]. Причем метод Монте-Карло может быть эффективно распараллелен. В связи с этим предлагается для вычисления оптических путей отдельных фотонов использовать параллельные вычисления на ядрах графической карты.

В результате серии экспериментов с фантомами биологических объектов было установлено, что решение обратной задачи с использованием вышеописанных модификаций на рабочей станции HP Z640 было выполнено менее чем за 5 секунд, что соответствует пригодному для реальной клинической практики диалоговому режиму работы.

Библиографический список

1. Potlov, A. Yu. Localization of inhomogeneities in diffuse optical tomography based on late arriving photons / A. Yu. Potlov, S. V. Frolov, S. G. Proskurin // Optics and Spectroscopy. – 2016. – Vol. 120, № 1. – P. 9 – 19.

2. Proskurin, S. G. Specific features of diffuse photon migration in highly scattering media with optical properties of biological tissues / S. G. Proskurin, A. Yu. Potlov, S. V. Frolov // Quantum Electronics. – 2015. – Vol. 45, № 6. – P. 540 – 546.

3. Proskurin, S. G. Early- and late-arriving photons in diffuse optical tomography / S. G. Proskurin, A. Yu. Potlov // Photonics and Lasers in Medicine. – 2013. – Vol. 2. – Is. 2.

*Работа выполнена под руководством
канд. физ.-мат. наук, доцента С. Г. Проскурина*

ПАРАМЕТРЫ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

А. А. Одинокова

Тамбовский государственный технический университет

Анализ вольтамперных характеристик (ВАХ) показывает, что при отрицательном напряжении $u = -\infty$, ток $i(-\infty) = I_0$ – в пределе стремится к диффузионному (обратному, темновому) току I_0 , а в начале системы координат при $u = 0$, ток $i(0) = 0$ – отсутствует. Тогда инфокоммуникационные модели (ИКМ) принимают знакомый классический вид ВАХ [1, с. 183 – 187] в явном прямом представлении $i(u) = I$

$$I = I_0 \left(\exp \frac{U}{U_0} - 1 \right). \quad (1)$$

и в инверсном выражении

$$U = U_0 \ln(I/I_0 + 1), \quad (1a)$$

для $i(i) = U$. Это следует из моделей ВАХ, например, обобщенной

$$i(u) = -I_0 + (0 + I_0) \exp(u/U_0) = I_0 \left(\exp \frac{U}{U_0} - 1 \right),$$

аналогично из инверсной модели

$$u = U_0 \ln \frac{i(u) - (-I_0)}{i(0) - i(-I_0)} = U \ln \frac{I + I_0}{I_0}.$$

Физический смысл параметра I_0 ВАХ следует из модели (1) для отрицательного напряжения $U = -\infty$

$$\lim_{U \rightarrow -\infty} I = I_0 \left(\exp \frac{-\infty}{U_0} - 1 \right) = -I_0,$$

т.е. I_0 – диффузионный ток, к которому стремится ток при обратном напряжении на бесконечности. Это соответствует закономерности тождественности параметров [2, 3]: диффузионному току – предельного тока I

$$\underset{U \rightarrow -\infty}{opt} I = -I_0. \quad (2)$$

Инверсная ВАХ (1a) поясняет физический смысл параметра U_0

$$\lim_{I \rightarrow -(2/3)I_0} U = U_0 \ln \left[\frac{I_0(e^{-1} - 1)}{I_0} + 1 \right] = U_0 \ln e^{-1} = -U_0,$$

так как в пределе для $U = U_0$ следует

$$\lim_{U \rightarrow U_0} I = I_0 \left(\exp \frac{-U_0}{U_0} - 1 \right) \approx -\frac{2}{3} I_0.$$

Из пределов амплитуд напряжения и тока очевидно, что U_0 – диффузионное напряжение (обратное напряжение, электрохимический потенциал) на границе электрода и электролита, которое соответствует обратному напряжению для обратного тока $I = -(2/3)I_0$. Отсюда следует закономерность тождественности диффузионному напряжению обратного напряжения при токе, равном $-(2/3)I_0$:

$$\underset{I \rightarrow -(2/3)I_0}{opt} U = -U_0. \quad (2в)$$

Следовательно, однозначно определяют ИКМ-предельные параметры: диффузионный ток I_0 и напряжение U_0 , которые в пределе интегрируют множество переменных тока I и напряжения U . Необходимо отметить тождественность математических моделей ВАХ в дифференциальной форме и в алгебраическом представлении как в обобщенном виде, так и в классическом отображении (1), которые адекватны физике натурального эксперимента и кинетике процесса на границе электрода с электролитом, диэлектриком и полупроводником.

Библиографический список

1. Чичев, С. И. Инфокоммуникационные сети магистральных электрических сетей центра / С. И. Чичев, В. Ф. Калинин, Е. И. Глинкин. – М. : Спектр, 2013. – 200 с.
2. Глинкин, Е. И. Технология проектирования динамических характеристик / Е. И. Глинкин, А. В. Наумова, А. А. Одинокова // Вестник ТГУ. – Тамбов : ТГУ, 2013. – Т. 18, вып. 5. – С. 2925 – 2933.
3. Глинкин, Е. И. Закономерности методов измерения / Е. И. Глинкин // Вестник ТГУ. – Тамбов : ТГУ, 2015. – Т. 20, вып. 6. – С. 1784 – 1789.

*Работа выполнена под руководством
д-ра техн. наук, профессора Е. И. Глинкина*

ФИЛЬТР НИЖНИХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЧАСТОТ ДЛЯ ОБРАБОТКИ РЕНТГЕНОВСКИХ СНИМКОВ

В. О. Романова

Тамбовский государственный технический университет

На этапе предварительной обработки рентгеновских изображений с помощью дигитайзера целесообразно производить пространственную фильтрацию до поступления оптического сигнала на фотоприемник. Реализация такой фильтрации возможна на основе управляемого оптического 3×3 ответвителя.

При рассмотрении системы из трех связанных оптических волноводов можно показать, что световые потоки $\Phi(x)$ на входах и $\Phi'(x)$ на выходах связаны с помощью линейного преобразования:

$$[\Phi'_i(x)] = [\alpha_{ij}(\beta)] \cdot [\Phi_j(x \pm \Delta x)]$$

где $i = j = 3$ – количество входов и выходов; $\alpha_{ij}(\beta)$ – коэффициенты, зависящие от постоянных распространения $\beta = 2\pi n / \lambda$ (n – показатель преломления волновода).

Далее, переходя к частотной характеристике, получим выражения АЧХ-выходов ответвителя, которые соответствуют АЧХ нерекурсивного фильтра второго порядка:

$$H_i(\omega_x) = \left| \sum_{j=0}^2 a_{ij} \ell^{-j \omega_x i \Delta x} \right|,$$

где i – номер выхода ответвителя.

Показатель преломления n согласно теории электрооптического эффекта зависит от напряжения, приложенного к электродам, расположенным по бокам волноводов. Следовательно, изменяя напряжение на электродах можно регулировать АЧХ полученного фильтра. Одновременно существует зависимость постоянной распространения β от длины волны, на которой производится обработка изображения.

При переходе от одномерной обработки к двумерной можно показать, что фильтрация производится последовательно по каждой координате, а управляющее напряжение подводится отдельно к управляющим электродам ответвителей по координатам X и Y . В результате появляется возможность осуществлять обработку с переменными характеристиками по пространству с одновременной зависимостью от длины волны λ .

ОЦЕНКА СОСТАВЛЯЮЩИХ ИМПЕДАНСА БИООБЪЕКТА

Е. А. Рухлова

Тамбовский государственный технический университет

Проблема определения импеданса в биологических тканях в настоящее время является актуальной, так как многие из известных методов оценки составляющих комплексного сопротивления не в состоянии дать точные результаты измерений и имеют высокую погрешность.

Проведен информационный анализ способов оценки составляющих импеданса биообъекта для увеличения точности измерений и повышения оперативности инновации. Выявлен прототип [1], в котором на биообъект подается импульс тока I_0 и измеряют напряжения в моменты времени $t_2 = 2t_1$. По измеренным значениям напряжения и моментам времени регистрируют информативные параметры: потенциал E и постоянную времени T . По ним определяют значение активного сопротивления и эквивалентную емкость тканей биообъекта. Недостатком прототипа является относительно низкие оперативность и точность оценки.

Задачей предлагаемого способа является повышение точности и оперативности измерения составляющих комплексного сопротивления биообъекта за счет устранения методической и динамической погрешности.

Для решения задачи в способе определения составляющих импеданса биологического объекта, заключающемся в подаче на биообъект импульса стабилизированного тока I_0 и измерении напряжения u в момент времени t после начала импульса тока, в качестве составляющих импеданса биообъекта определяют активное сопротивление R и эквивалентную емкость C тканей биообъекта, дополнительно измеряют в тот же момент времени некоторые параметры, а составляющие импеданса оценивают по импульсным динамическим характеристикам (ИДХ).

Метрологическая эффективность по точности предлагаемого способа относительно прототипа по методической и динамической погрешности доказывается следующим образом.

1) Динамическая погрешность.

Оценка динамической погрешности ϵ производится для любых заданных моментов времени $t_2 = 2t_1$ и параметров. Дается, например, моменты времени t_1 кратно постоянной времени: $0,1T = 10 \cdot 10^{-7}$ с, соответственно, момент времени $t_2 = 0,2T = 20 \cdot 10^{-7}$ с. Для i -х измерений по алгоритму рассчитаем напряжения U_{1i} и U_{2i} и предельные параметры T_i и E_i . Динамическую погрешность оценивают сравнением исследуемых значений характеристик с идеальным эквивалентом.

Отклонения измеренных напряжений прототипа приводят к большой динамической погрешности параметров ИДХ относительно нулевой погрешности теоретических значений, что доказывает эффективность предлагаемого способа.

2) Методическая погрешность.

Работоспособность предлагаемого способа доказывает оценка методической погрешности ϵ для любых заданных моментов времени t_i и измеренных значений ИДХ. Зададим, например, моменты времени t_i кратно постоянной времени: 0,1, 0,5, 1, 3, 5 T , и рассчитываем результаты измерений ИДХ. Для i -х измерений по алгоритмам оптимизируем предельные параметры, с помощью которых восстановим ИДХ. Методическую погрешность оценивают по тождественности откалиброванных характеристик экспериментальных эквивалентам. Тождественность откалиброванных характеристик эквивалентам подтверждают тождественности рассчитанных параметров заданным эквивалентам. Нулевые погрешности параметров исключают методическую погрешность и подтверждают работоспособность способа.

3) Практическую значимость предлагаемого решения доказывают тождественности исследуемых сопротивления и емкости импеданса

биообъекта их действительным значениям эксперимента с минимальной погрешностью.

Таким образом, определение активной и реактивной составляющих комплексного сопротивления по информативным параметрам трех динамических характеристик в один момент времени, в отличие от известных решений, повышается точность определения составляющих импеданса биологического объекта на несколько порядков за счет адекватности предлагаемого способа эксперименту при отсутствии методической и динамической погрешностей.

Библиографический список

1. Пат. 2509531 РФ, МПК8 А 61 В5/053. Способ определения составляющих импеданса биообъекта / А. В. Наумова, Е. И. Глинкин. – № 2012 128278/14 ; заявл. 04.07.2012 ; опубл. 20.03.2014, Бюл. № 5.

*Работа выполнена под руководством
д-ра техн. наук, профессора Е. И. Глинкина*

ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ГЛЮКОЗЫ ДЛИТЕЛЬНЫМ МОНИТОРИНГОМ

Ю. Б. Сергеева, О. К. Абуладзе

Тамбовский государственный технический университет

Регулирование концентрации глюкозы в крови является одним из жизненно важных процессов саморегулирования человеческого организма [1].

Одной из целей лечения пациентов с сахарным диабетом является организация длительного мониторинга гликемии, что позволяет подобрать правильную сахароснижающую терапию, обеспечить действительно высокое качество лечения и увеличить продолжительность жизни больных сахарным диабетом.

Известно, что уровень глюкозы крови обычно контролируется с помощью индивидуальных глюкометров, но, по последним данным международных исследований, рутинные точечные измерения позволяют адекватно оценить вариабельность гликемии в течение длительного времени.

Первым прибором, способным измерять содержание глюкозы в крови непрерывно, был, по сути, прототип инсулиновой помпы, созданный А. Kadish в 1963 году [2]. Всемирно известный прибор Biostator® GCIS (Glucose Controlled Insulin Infusion System) также по-

зволял измерять гликемию в непрерывном режиме. При использовании этих устройств стало очевидно, что по результату однократного анализа крови из пальца (или из вены) невозможно даже приблизительно судить о реальных колебаниях концентрации глюкозы в крови. Однако ввиду большого размера приборы подобного типа могли использоваться только в условиях стационара и практически полностью приковывали пациента к постели на время исследования, что исключало возможность получения адекватной информации о характере углеводного обмена в повседневной жизни человека.

В 1999 году на рынке появилось первое устройство для длительного определения гликемии у пациентов с сахарным диабетом в условиях обычной жизни – CGMS (Continuous Glucose Monitoring System, Medtronic MiniMed, США). Этот прибор способен измерять содержание глюкозы в интерстициальной жидкости подкожной жировой клетчатки каждые 5 минут в течение 3 дней подряд, после чего данные переносят на компьютер и анализируют.

В этом же году в Канаде успешно прошел клинические испытания прибор GlucoWatch Automatic Glucose Biographer (Cygnum, Inc., Redwood City, Канада). Прибор работал без использования подкожного сенсора (неинвазивно), позволял записывать показатели гликемии в память и отображал их в режиме реального времени [3]. Основным преимуществом данного прибора является неинвазивное измерение концентрации глюкозы, что является быстрой, безболезненной, безопасной и удобной альтернативой инвазивным методам измерения.

В 2004 году и у фирмы Medtronic MiniMed появилось устройство для непрерывного мониторинга гликемии, способное отображать концентрацию глюкозы в крови непосредственно в процессе измерения – Guardian Real-Time, применяемый до настоящего времени.

Сегодня длительный мониторинг уровня сахара находит все более широкое применение не только в научной сфере, но и в среде практикующих эндокринологов и диабетологов. Недостатком известных глюкометров является статистический анализ концентрации сахара по жесткой градуировочной характеристике среднестатистического фантома, что приводит к заниженным и завышенным результатам на нижней и верхней границах мониторинга. Повысит метрологические характеристики мониторинга сахарного диабета аналитический контроль по гибким калибровочным характеристикам за счет оптимизации их параметров тождественно действительным эквивалентам с нормированными значениями границ адаптивного диапазона.

Без сомнения, в будущем этот революционный подход позволит значительно расширить и углубить представление медицинского сообщества как о показателях уровня сахара крови, к которым пациент с

сахарным диабетом должен стремиться, так и о качестве компенсации углеводного обмена и станет неотъемлемым инструментом оптимизации управления диабетом 1 и 2 типа.

Библиографический список

1. Абуладзе, О. К. Методы неинвазивного измерения концентрации глюкозы крови / О. К. Абуладзе, Ю. Б. Сергеева // Актуальные проблемы энергосбережения : тезисы 2МК. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – С. 394–395.
2. Kadish, A. H. Automation control of blood sugar a servomechanism for glucose monitoring and control / A. H. Kadish. – Trans Am Soc Artif Intern Organs 1963; 9:363–7.
3. Garg, S. K. et al. Correlation of fingerstick blood glucose measurements with GlucoWatch biographer glucose results in young subjects with type 1 diabetes. Diabetes Care 1999; 22(10):1708–14.

*Работа выполнена под руководством
д-ра техн. наук, профессора Е. И. Глинкина*

ТЕРМОГРАФИЯ В КОМПЛЕКСЕ С ИЗОБРАЖЕНИЯМИ МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

К. Е. Швырева, Ю. В. Суслова

Тамбовский государственный технический университет

Тепловидение – метод диагностики, основанный на регистрации инфракрасного излучения тела человека. Температура кожи является интегральным показателем, и в ее формировании принимают участие несколько факторов: сосудистая сеть, уровень метаболизма в органах и теплопроводность кожи. При анализе термограмм должны учитываться все эти факторы. Многие патологические процессы меняют нормальное распределение температуры на поверхности тела, причем во многих случаях изменения температуры опережают другие клинические проявления, что очень важно для ранней диагностики и своевременного лечения [1].

Термографию можно совмещать и с другими популярными методами диагностики, такими как, рентгенография, УЗИ, КТ и МРТ, но они применяются только для оценки морфологических особенностей органов. Использование инфракрасного тепловидения (ИКТ) визуально и количественно оценивает инфракрасное излучение от поверхности тела, отражающее состояние внутренних структур организма. Этот

вид диагностики позволяет следить за изменениями при первичном обследовании и непосредственно в течение проводимого лечения. Термография позволяет уточнять локализацию функциональных изменений, активность процесса и его распространенность, характер изменений – воспаление, застойность или злокачественность. В отличие от большинства применяемых в современной медицине методов обследования, инфракрасное тепловидение удовлетворяет критериям диагностических методов, которые могут применяться для целей профилактического обследования [1].

Особенно важным является доказательство того, что инфракрасное тепловидение сохраняет полную безопасность для пациентов и медицинского персонала не только при однократном и кратковременном применении метода, но и при многократных применениях вплоть до непрерывного многочасового мониторинга состояния здоровья не только у взрослых пациентов, но и у беременных женщин, их плодов, новорожденных. Все это является свидетельством высокой безопасности метода лучевой диагностики, проводимой с помощью инфракрасного тепловидения [2].

Таким образом, совмещение разнодиапазонных устройств формирования изображений позволит уменьшить дозу облучения на пациента, поскольку термография является безопасным методом, и увеличить информативность диагностики, так как температурная аномалия поверхностных покровов, возникшая при патологии, будет обнаружена раньше других диагностических методов.

Библиографический список

1. Шушарин, А. Г. Современные проблемы науки и образования / А. Г. Шушарин. – 4 (2011).
2. Ураков, А. Л. Фундаментальные исследования / А. Л. Ураков. – 9, 747 (2013).

*Работа выполнена под руководством
канд. техн. наук, доцента А. Н. Ветрова*

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ

<i>Бондарев А. В.</i> Современное состояние, проблемы и перспективы инновационного развития радиоэлектронной промышленности	3
<i>Васильченко Д. В., Неклюдов А. Л.</i> Анализ и проектирование роботизированного манипулятора с микроконтроллерным управлением	5
<i>Власова А. М., Емашкина Т. С., Волков В. А.</i> Вопросы надежности и качества радиоэлектронной аппаратуры	6
<i>Волков В. А., Фирсова Д. И., Козин Р. Р.</i> Влияние температуры на характеристики цифрового сигнала в печатных проводниках РЭС	8
<i>Гарипов Р. Д.</i> Разработка технологии сборки печатных плат методом интрузивной пайки	10
<i>Глотов В. В.</i> Процедура моделирования ближнего электромагнитного поля печатных плат в EMCOS PCB VLAB	12
<i>Гумиров Р. Ф.</i> Автоматизация ручного управления промышленных манипуляторов	14
<i>Добрыднева И. Ф., Мысютин Э. В.</i> Оптимальное управление сложными объектами	16
<i>Дружинин Н. Ю., Закалюкина Л. А., Горячева Е. П.</i> Особенности взаимопроникновения вершинной, негативной, позитивной и низинной структур на границе сегмента вибрационно-размытого изображения	18
<i>Елисеев А. И.</i> Методы и эффективность экранирования электронных устройств	19
<i>Естифеев Е. Р., Морозов И. Д., Горячева Е. П.</i> Система управления пьезодвигателями	21
<i>Жихарев К. В., Паршиков А. А., Юдин А. А.</i> Сеточные методы математического моделирования	23
<i>Закалюкина Л. А., Горячева Е. П., Севицов И. А.</i> Критерии выбора вибрационных установок	25
<i>Иванкова М. В., Естифеев Е. Р., Синицын М. О.</i> Структурные определения элемента вибрационно-размытого изображения, имеющего две негативно-контурные и две вершинные связи	27
<i>Игумнов И. С.</i> Синтез алгоритма функционирования нечеткого ПИД-регулятора управления летательным аппаратом	29
<i>Кирдяев М. М., Максютов М. М., Емашкина Т. С.</i> Способы защиты радиоэлектронных систем от вибрационных воздействий	31
<i>Колчин П. С.</i> Проблемы и перспективы радиосистем передачи информации в условиях воздействия имитационных помех	32

<i>Куличенко И. В., Кирдяев М. М., Персанов Н. Е.</i> Анализ элемента вибрационно-размытого изображения, имеющего позитивно-контурную, низинную, вершинную и негативную связи	34
<i>Максютов М. М., Синецын М. О., Емельянов А. С.</i> Методика определения уровня электромагнитного поля в помещении	36
<i>Матвеев Р. Ю., Попов Н. О.</i> Современные технологии монтажа и демон- тажа радиоэлектронных компонентов	38
<i>Негуляева А. П.</i> Автономный контроль целостности методом невязок измерений	40
<i>Носова Л. А.</i> Влияние БЛА как носителя радиоэлектронного комплекса специального назначения	42
<i>Петров С. В.</i> Характеристики точности двух- и трехмерных предска- зателей	43
<i>Подхватилин П. А.</i> Энергосберегающая информационно-управляющая система ряда объектов в зданиях, сооружениях и строениях	45
<i>Прошин А. А., Ненаташвили Р. Г., Лысенко Ю. С.</i> Расчет перегрева теплоотвода и кристалла электрорадиоэлементов	47
<i>Брюзгин А. А.</i> Развитие нанозлектроники	49
<i>Разживин А. А.</i> Перспективы замены коллекторных электродвигателей на шаговые и способы их управления	51
<i>Рогачев А. И.</i> Фазированная антенная решетка в РЛС	53
<i>Севцов И. А., Юдин А. А., Жихарев К. В.</i> К проблеме межпрограммного обмена конструкторской информацией	54
<i>Стрельцов А. П.</i> Перспективы развития нанозлектроники	56
<i>Сустин А. И.</i> Базовые станции сотовой связи в системах мобильной ра- диосвязи	57
<i>Толстой К. А.</i> Распознавание помеховой обстановки в радиосистемах передачи и обработки информации	59
<i>Фендюк Р. Т., Хвостов А. В.</i> Моделирование и анализ тепловых процес- сов в конструкциях РЭС аналитическими и численными методами	61
<i>Фомин М. В., Тюрин С. А., Морозов И. Д.</i> Исследование сочетания двух позитивно-контурных, негативно-контурной и позитивной структур эле- мента вибрационно-размытого изображения	62
<i>Черторинский В. В.</i> Перспективы перехода от технологии CDMA-450 к LTE-450 в России	64
<i>Шубин А. Ф., Овчинникова И. С.</i> Труды А. С. Попова в отечественной и зарубежной литературе	65
<i>Шульга А. С.</i> Особенности проектирования цифровых печатных плат с учетом ЭМС для устройств стандарта LTE ADVANCED	67
<i>Юдин А. А., Жихарев К. В., Севцов И. А.</i> Вопросы разработки программ- ного комплекса расчета надежности	68
<i>Яковенко А. А.</i> Синтез угломерного канала	70

Секция 2

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ

<i>Аксенов В. П., Новиков М. Б.</i> Лабораторный стенд для экспериментального исследования системы коммутации аналоговых и цифровых сигналов	73
<i>Бурмистров И. А.</i> Текущее состояние и перспективы развития стандартов беспроводной связи	75
<i>Выгузов М. Е.</i> Проблемы правовой и технической защиты информации телекоммуникационных систем	76
<i>Выгузов М. Е., Гончарова Л. О.</i> Задачи развития радиоспорта в техническом университете	78
<i>Горшков П. А., Рязанов Е. В.</i> Цилиндрическая фазированная антенная решетка на основе логопериодических вибраторных антенн для систем широкополосного беспроводного доступа	80
<i>Дорохов В. Е.</i> Радиоэлектронная разведка в современном мире	82
<i>Зайни А., Рязанов А. С.</i> Информационно-измерительные и управляющие системы в современной промышленности	85
<i>Иванова А. А.</i> Система организации связи на борту воздушного судна DA2GC	86
<i>Казак П. А.</i> Программный модуль управления средством связи	88
<i>Клементьев Д. С., Алабеди Х., Зайни А.</i> Информационная система оценки влажности	90
<i>Колмыков Р. Ю., Мельников В. Ф.</i> Структура тренажера по подготовке специалистов РЭБ поиску неисправностей в РЭА средств радиоэлектронного подавления	92
<i>Коломкин П. А., Баранов Н. С., Рязанов А. С.</i> Использование средств телекоммуникации в современных системах оптимального управления ...	94
<i>Нечай А. А.</i> Применение наблюдателя для предсказания выборок сигнала	96
<i>Попов А. Д., Шагиров Т. В.</i> Анализ нормативных документов, регламентирующих оценку эффективности систем информационной безопасности в автоматизированных информационных системах ОВД	98
<i>Привезенцева В. С., Привезенцев А. М.</i> Анализ энергетических характеристик антенны станции международной службы НАВТЕКС	100
<i>Пьянов П. Н., Баранов Н. С., Коломкин П. А., Рязанов А. С.</i> Лабораторный стенд с удаленным доступом для людей с ограниченными возможностями	103
<i>Рязанов И. Г.</i> Интеллектуальная система оценки технического состояния на основе анализа кубов OLAP	104
<i>Рязанов А. С., Баранов Н. С., Коломкин П. А.</i> Современные микропроцессорные контроллеры в системах энергосберегающего управления	105

<i>Рязанов Е. В., Горшков П. А., Мамонтов К. А.</i> Синтез облучателей для гибридных зеркальных антенн	107
<i>Рязанов И. Г.</i> Применение нейронных сетей в управлении эффективными техническими системами	110
<i>Сарычев Р. А., Хребтов А. Р.</i> Информационно-измерительная система для исследования характеристик устройств приема и обработки сигналов	112
<i>Степаненко К. А.</i> Сети VANET или автомобильные сенсорные сети	114
<i>Хоан Т. А., Хамза М. А. Х.</i> Проектирование виртуального интеллектуального измерительного электронного прибора теплофизических свойств материалов в программной среде LABVIEW	116
<i>Шагиров Т. В., Попов А. Д.</i> Анализ обеспечения надежности автоматизированных информационных систем	118

Секция 3

ПРОБЛЕМЫ БИОТЕХНИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

<i>Власова Е. В.</i> Интегральные и дифференциальные модели вольтамперных характеристик	121
<i>Друшкин А. А., Коробов А. А.</i> Структура МЕТ-показателя в проектировании сердечнососудистой системы	123
<i>Егорова О. Г., Кобозева О. Н.</i> Классификационные признаки клеток крови, применимые для автоматического анализа	124
<i>Кобозева О. Н.</i> Основные проблемы фотометрических измерений в биохимии	126
<i>Коновалова К. Н.</i> Использование достижений робототехники для помощи в реабилитации больных с нарушениями опорно-двигательного аппарата	127
<i>Лавринов А. В., Потлов А. Ю.</i> Детектирование поглощающих неоднородностей в импульсной диффузионной оптической томографии на основе поздно пришедших фотонов	129
<i>Одиноква А. А.</i> Параметры инфокоммуникационных моделей	131
<i>Романова В. О.</i> Фильтр нижних пространственных частот для обработки рентгеновских снимков	133
<i>Рухлова Е. А.</i> Оценка составляющих импеданса биообъекта	134
<i>Сергеева Ю. Б., Абуладзе О. К.</i> Измерение концентрации глюкозы длительным мониторингом	136
<i>Швырева К. Е., Сусллова Ю. В.</i> Термография в комплексе с изображениями медицинской диагностики	138

Научное издание

**РАДИОЭЛЕКТРОНИКА.
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
РАЗВИТИЯ**

ПЕРВАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ
НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПОСВЯЩЕННАЯ ДНЮ РАДИО

Тезисы докладов

Инженер по компьютерному макетированию М. Н. Рыжкова

ISBN 978-5-8265-1557-0



9 785826 515570

Подписано в печать 04.05.2016.
Формат 60 × 84 / 16. 8,37 усл. печ. л.
Тираж 100 экз. (1-й з-д 50). Заказ № 221

Издательско-полиграфический центр
ФГБОУ ВО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14
Тел. 8(4752) 63-81-08;
E-mail: izdatelstvo@admin.tstu.ru