

ДОКЛАДЫ СЕКЦИИ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ РАДИОТЕХНОЛОГИИ»

Акунович А. А. Распознавание человека по голосу с использованием искусственных нейронных сетей.....	
Александров А. А., Данеев М. С. Проектирование автоматизированных систем контроля и поддержания микроклимата для растений.....	7
Архипенков Д. В. Радиосистема передачи сверхкороткого импульса синхронизации оптико-электронного комплекса наведения.....	8
Березкин Р. В. Система передачи приватной информации на основе скремблированных сигналов.....	9
Булаш М. М. Двухканальный измеритель угловых координат источника активных шумовых помех при линейном сканировании диаграммы направленности антенны.....	10
Бурак А. И. Использование алгоритмов машинного обучения для определения типа промышленного оборудования и режимов его работы.....	12
Винничук О. Н. Использование векторной графики при проектировании информационных web-систем.....	14
Волосач В. С. Расчет уровней гармонических составляющих автогенераторов методом медленно меняющихся амплитуд.....	15
Гвоздюкевич К. Р. Организация физических и логических каналов технологии LTE.....	17
Гилевская И.С., Андриалович И.В. Программное средство «Методы решения хорошо структурированных задач» и методика его использования в учебном процессе».....	19
Гилевская И.С., Андриалович И.В. Программное средство «Методы решения задач линейного программирования» и методика его использования в учебном процессе».....	21
Грацли М. В. Особенности передачи сигнала в оптических сетях.....	23
Грибовский А. В. Устройство создания преднамеренных помех.....	25
Дворецкий Е. А. Печатная антенна X-диапазона с последовательно параллельным возбуждением.....	27
Денис А. А. Система заднего вида, как средство обеспечения безопасности дорожного движения.....	28
Дятлов Е. К. Использование искусственных нейронных сетей в радиоэлектронике.....	29
Емельянов В.В., Нияковский А. А. Методы комбинированной защиты речевой информации.....	30
Ермакович А.Н., Саланович И.Н. Электронный сигнализатор появления воды в помещении (квартире).....	31
Жерносеков Р.А. Способы сложения мощностей при построении мощных усилительных каскадов.....	33

Жук И. Н. Повышение качественных показателей синтезаторов частот на основе новых достижений систем DDS.....	34
Карпович В. В., Янковский Н. П. Учебный аппаратно-программный комплекс для измерения и поверки параметров систем RFID ВЧ и УВЧ диапазонов.....	36
Карпович Я. Г. Лабораторный стенд «Многоантенная система передачи данных ММО».....	38
Кечик Д. А. Способ выделения информативных составляющих вибрационного сигнала методами межкомпонентной фазовой обработки.....	40
Космач Н. В. Спектр огибающей вибрационного сигнала для оценки технического состояния промышленного оборудования.....	41
Кравченко О. С. Алгоритм массового обслуживания грузоподъемных машин.....	42
Кутья А. С. Автоматизированная система учета материальных ценностей..	44
Лебедев М. А. Алгоритм обеспечения структурной скрытности информационного потока на основе широкополосного сигнала.....	46
Легкоступ В.В. Пути модернизации систем информационного обеспечения зенитно-ракетных комплексов.....	48
Литвинов В. С. РЛС бокового обзора для беспилотных летательных аппаратов.....	50
Майсеенок М. В. Радиомодем передачи данных.....	52
Марчук А. А. Программное обеспечение краткого ориентировочного теста (КОТ).....	53
Матюшков А.Л, Новицкий Д.В. Исследование передачи информации в цифровой широкополосной системе радиосвязи с ООК манипуляцией.....	55
Миклашевский А. В. Методы повышения точности измерений электронного компаса.....	56
Митрофанова А. Д. Формирование низкочастотных сигналов повышенной точности.....	58
Нгуен Нгок Донг. Характеристика особенностей реализации способа когерентного накопления для обнаружения движущихся морских объектов.....	60
Нгуен Нгок Донг. Модифицированный метод фазового мгновенного сравнения сигналов на основе способа когерентного накопления спектральных составляющих.....	61
Нгуен Тьен Тхай. Метод определения частоты вращения винта при разработке алгоритма построения изображения винта.....	62
Нгуен Тьен Тхай. Особенности алгоритма построения изображения винта, вращающегося в горизонтальной плоскости.....	63
Новикова А. А. Проблема оценки воздействия электромагнитного излучения на человека.....	64

Овчинников Б. А. Алгоритм реализации известных методов шифрования в электронной цифровой подписи.....	66
Пенявский С. В. Стенд для исследования характеристик ферромагнитных материалов.....	68
Петрушко П. И. Оценка параметров и характеристик электромагнитной совместимости оборудования систем сотовой связи GSM 900/1800 и UMTS.....	69
Полховский Д. Н. Радиочастотная идентификация (RFID).....	70
Потоцкий К. А. Современные информационные технологии для ведения бизнеса.....	72
Протасеня А.Н., Шаров А.О. Технология 5G.....	74
Пузик Д. В. Проектирование мобильных приложений для изучения технических дисциплин.....	75
Пунцель Е. В., Буянов А. В. Тестовая оболочка автоматизированного контроля по определению уровня сформированности общепедагогической компетентности студентов – будущих педагогов профессионального образования.....	76
Руденко Н. С. Система обмена навигационной информацией для авиамodelей.....	78
Русаков Д. В., Шпак А. К. Поисковая оптимизация раздела сайта БГУИР кафедры Информационных радиотехнологий.....	80
Рябцев П. Г. Анализ трендов метрик вибросигнала для оценки технического состояния промышленного оборудования.....	82
Саидмурадov С. Ш. Автоматизированное тестирование программного средства радиоинформационных систем.....	84
Седюкевич Ю. А. Иммитационная модель следящего измерителя направления с коническим сканированием.....	86
Сенюк В. О. Приёмник радиотехнической разведки станции РЭП.....	87
Становой А. О., Янушкевич В. Ф. Анализ метода некогерентной обработки радиолокационных изображений в системах дистанционного зондирования земли на основе фильтрации спекл – шумов.....	89
Сташенко И. С. Система контроля и защиты асинхронных электроприводов промышленного оборудования с интерфейсом IRDA.....	91
Ступин К. В. Алгоритм радиоэлектронного подавления УКВ радиостанции с ППРЧ.....	93
Тармола С. А. Передатчик профессиональной мобильной радиостанции...	95
Толкач Р. В. Система оценки технического состояния оборудования. Блок съёма вибрационного сигнала.....	97
Трус И. И. Автоматизированная система расчета потерь на трассах радиораспространения.....	98
Хитров П. М. Компьютерная модель супергетеродинного радиоприемника инфранийного типа.....	99

Ходаков А. А. Алгоритм идентификации по рисунку вен ладони человека.....	101
Ходьков А. С. Повышение эффективности проектирования помехоустойчивости аппаратуры связи.....	103
Шашкин В. Д. Оптические транспортные сети на основе мультиплексора ввода-вывода.....	105
Шимановский Р. Ч. Приемный антенный модуль системы разнесенной радиолокации.....	106
Шпилевский С. А., Шеверов И. И. Твердотельные накопители.....	108
Шумский А. П. Анализ суммарных ошибок самонастройки двухканального автокомпенсатора мешающих излучений.....	109
Юлов Г. А. Программно-аппаратный комплекс для измерения климатических параметров окружающей среды.....	110
Якубович А. В. Формирование измерительной информации на основе синхронного фазонечувствительного активного фильтра.....	111
Ястребинский П. Д. Использование Bluetooth-профилей для передачи аудиосигнала.....	112
Ятченя А. В. Правило управления по ускорению группой беспилотных летательных аппаратов с голономной моделью связи.....	113
Шибанов А. И. Коррекция передаточных функций следящих систем.....	114
Горелик Д. Г. Бортовое устройство спутниковой навигации с GSM модулем.....	117
Каирхан Ш. Особенности выбора структуры системы электропитания современных РЛС.....	118
Каляда В. В. Алгоритм машинного обучения для решения задачи кластеризации наборов информативных признаков состояния промышленного оборудования.....	119
Мельничук Н.Г., Цурко А.В. Формирование пространства информативных признаков для решения задачи классификации состояний объекта наблюдения.....	123
Шпак А.К., Русаков Д.В. Модели и программно-алгоритмическое обеспечение системы оптимизации маршрутов городского транспорта.....	125
Вольфовский Р.Б. Алгоритмы обеспечения качества в сетях телекоммуникаций.....	128
Курец А.Л. Компьютерное моделирование устройства детектирования объекта в видеопотоке.....	129

РАСПОЗНАВАНИЕ ЧЕЛОВЕКА ПО ГОЛОСУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Акунович А.А.

Цурко А.В. – ассистент кафедры ИРТ

Задача распознавания человека по голосу была поставлена несколько десятилетий тому назад, с тех пор она не потеряла своей актуальности. Задача распознавания по голосу может найти применение в таких областях как криминалистика, разведка, защита несанкционированного доступа, в банковской сфере и финансах и т.д.

В работах по распознаванию диктора по голосу наибольшую популярность приобрёл метод кепстрального преобразования спектра. Схема этого метода следующая: на интервале времени в 10 – 20 мс вычисляется текущий спектр мощности, а затем применяется обратное преобразование Фурье от логарифма этого спектра (кепстр), и находятся коэффициенты этого кепстра:

$$c_n = \frac{1}{\Theta} \int_0^{\Theta} \log |S(j\omega, t)|^2 e^{-jn\Omega\omega} d\omega$$

Число кепстральных коэффициентов n зависит от требуемого сглаживания спектра, и находится в пределах от 20 до 40.

Если используется гребёнка полосовых фильтров, то коэффициенты дискретного кепстрального преобразования вычисляются как:

$$c_n = \sum_{m=1}^M [\log Y(m)] \cos \left[\frac{\pi m}{M} \left(m - \frac{1}{2} \right) \right]$$

где $Y(m)$ – выходной сигнал m -го фильтра, c_n – n -й коэффициент кепстра.

Свойства слуха учитываются путем нелинейного преобразования шкалы частот, обычно в шкале мел. Эта шкала формируется исходя из присутствия в слухе так называемых критических полос, таких, что сигналы любой частоты в пределах критической полосы неразличимы. Шкала мел вычисляется как

$$M(f) = 1125 \ln(1 + f/700)$$

где f – частота в Гц, M – частота в мелах.

Коэффициенты кепстрального преобразования формируют пространство, в котором и производится распознавание диктора. Эти коэффициенты сокращенно обозначаются как MFCC – Mel Frequency Cepstral Coefficients. Число используемых коэффициентов от 10 до 30. Часто используются первые и вторые разности по времени кепстральных коэффициентов, что втрое увеличивает размерность пространства принятия решений, но улучшает эффективность распознавания диктора.

Искусственная нейронная сеть (ИНС, нейронная сеть) – математическая модель, имитирующая работу биологической нейронной сети живых организмов. Нейронная сеть состоит из нейронов и связей (синапсов) между этими нейронами (рисунок 1).

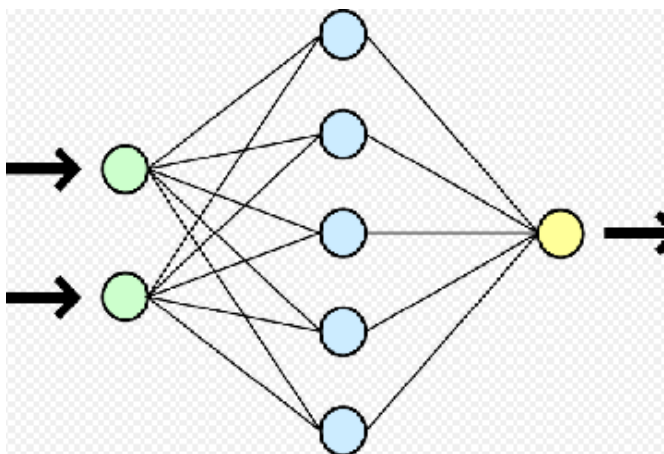


Рисунок 1 – Пример структуры нейронной сети

Каждый нейрон может хранить сигнал, а также передавать сигнал другим нейронам или принимать сигнал от других нейронов. Объединив нейроны в большие сети можно выполнять довольно сложные задачи, в частности – распознавание.

Одним из главных преимуществ нейронных сетей перед традиционными алгоритмами – это возможность обучения. Технически обучение заключается в нахождении коэффициентов связей между нейронами. В процессе обучения коэффициенты связей подстраиваются таким образом, чтобы на выходе нейронной сети получались значения в зависимости от данных, поданных на её вход. Таким образом, в процессе обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными и выходными данными, а также выполнять обобщение. Это значит, что в случае успешного обучения сеть сможет вернуть верный результат, на основании данных, которые отсутствовали в обучающей выборке, а также неполных или «зашумлённых», частично искажённых данных. В контексте задачи идентификации человека по голосу, успешно обученная сеть, получив на вход вектор признаков, выдаст на выходе вектор, поставленный в соответствие определённому человеку, которого нужно распознать. Таким образом, нейронная сеть в силах отличить образец голоса одного диктора от множества образцов голосов других дикторов, записанных в базу данных, а также, распознавать образцы голоса, которые не принадлежат не одному из дикторов. Из этого можно сделать вывод, что нейронные сети – это отличный и надёжный инструмент для нашей задачи идентификации человека по голосу.

Таким образом, был разработан способ идентификации человека по голосу с использованием искусственных нейронных сетей. Метод кепстрального преобразования спектра позволяет выделять речевые признаки, характерные для человека, а искусственная нейронная сеть позволяет выполнить распознавание голоса диктора и отличить его от множества других голосов.

Список использованных источников:

1. Huang X., Acero A., Hon H.-W. (2001). Spoken Language Processing: a Guide to Theory, Algorithm, and System Development. Prentice-Hall, New Jersey.
2. Farrell K., Mammone R., Assaleh K. (1994). Speaker recognition using neural networks and conventional classifiers. IEEE Trans. Speech Audio Process., v.2, N1, 194–205.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И ПОДДЕРЖАНИЯ МИКРОКЛИМАТА ДЛЯ РАСТЕНИЙ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Александров А.А., Данеев М. С.

В современном мире с каждым годом возрастает роль информационных технологий во всех сферах человеческой деятельности. Одним из наиболее перспективных направлений в настоящее время является так называемый «интернет вещей». К интернету вещей можно отнести устройства, которые способны взаимодействовать не только с пользователем, а и напрямую с внешней средой, другими подобными устройствами. Согласно независимому исследованию Juniper Research к 2021 году количество таких устройств возрастет на 200 процентов и составит 46 миллиардов единиц. Использование устройств интернета вещей в садоводстве и огородничестве позволит упростить и ускорить уход за растениями как на предприятиях, так и в частных хозяйствах.

Рассматриваемая система состоит из множества автономных блоков контроля и поддержания микроклимата связанных с сервером посредством беспроводных локальных сетей, а также глобальной сети интернет.

Аппаратная составляющая автономных блоков основана на двух микроконтроллерах, взаимодействующих между собой. В качестве основного микроконтроллера выступает Atmel ATmega2560. На него возложены функции контроля параметров микроклимата, осуществление необходимых действий для корректировки этих параметров и отображение состояния системы на встроенном дисплее. К выводам микроконтроллера Atmega2560 подключаются все необходимые цифровые и аналоговые датчики, а также дисплей и органы управления для локального управления устройством. Вспомогательный контроллер ESP8266 отвечает за обработку и передачу данных на сервер, а так же прием управляющих команд от него. На рисунке 1 представлена структурная схема блока системы контроля и поддержания микроклимата:

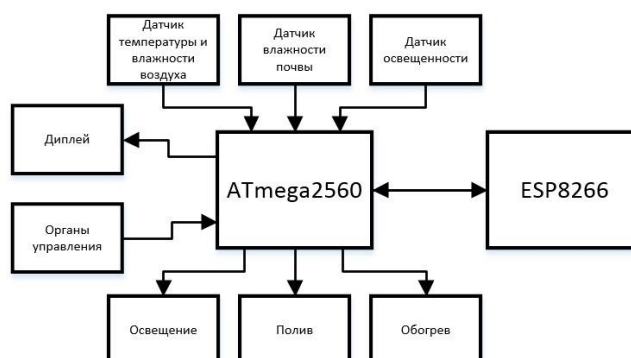


Рис. 1 – Функциональная схема блока системы контроля и поддержания микроклимата

Серверное программное обеспечение разработано с использованием html, css, php, js. Хранение пользовательских данных осуществляется в БД MySQL. Пользовательский веб-интерфейс позволяет удаленно отслеживать текущие данные и просматривать статистику их изменения, а также вносить изменения в настройки подключенных блоков.

Основные преимущества выбранного решения:

- Высокая распространенность и низкая стоимость комплектующих;
- Возможность использования устройства как автономно, так и в связке с облачным сервисом;
- Беспроводное подключение к сети по технологии Wi-Fi;
- Отсутствие необходимости в установке дополнительного ПО на устройствах пользователей.

Основной недостаток – подключение по Wi-Fi не позволит постоянно использовать автономное питание, из-за относительно высокого потребления электроэнергии при приеме и передаче данных. Частично проблема решается, если поддерживать соединение не постоянно, а только в момент передачи данных, однако в таком случае команды с сервера могут быть не получены или выполнены несвоевременно.

Список использованных источников:

1. Olivier Hersent, David Boswarthick, Omar Elloumi. The Internet of Things: Key Applications and Protocols.
2. Леонид Черняк. Платформа Интернета вещей. Открытые системы. СУБД, №7, 2012.
3. Бродин В. Б., Калинин А. В. Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики

РАДИОСИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ СВЕРХКОРОТКОГО ИМПУЛЬСА СИНХРОНИЗАЦИИ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО КОМПЛЕКСА НАВЕ- ДЕНИЯ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Архипенков Д.В.

Забеньков И.И. – д.т.н., профессор

В технике радиоэлектронной борьбы появляется необходимость создания системы синхронизации с очень коротким временем нарастания импульса.

Известны генераторы и обострители прямоугольных импульсов [1], на лавинных транзисторах перекрывающие диапазон длительностей от единиц и долей наносекунд до единиц и десятков секунд.

Радиопередающее устройство системы синхронизации представлено на рисунке 1. Оно формирует прямоугольный импульс синхронизации с фронтом не более 3 нс.

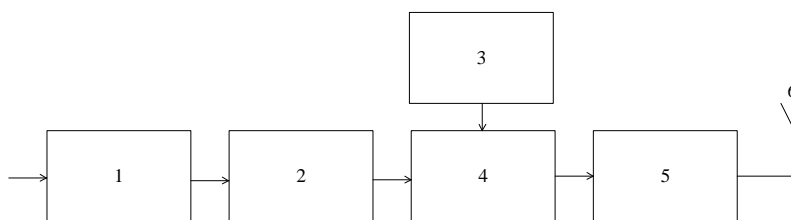


Рис. 1 – Структурная схема передающей части

Принцип работы системы синхронизации заключается в генерации прямоугольных импульсов с частотой повторения 1 кГц, которые подаются через ключ 1 на обостритель 2 на лавинном транзисторе, который формирует фронт сигнала около 1,3 нс. Импульс поступает на модулятор 4, 3 – ГУН, 5 – усилитель, 6- антенна.

Моделирование обострителя на лавинном транзисторе выполнялось в программе Micro-cap 11.

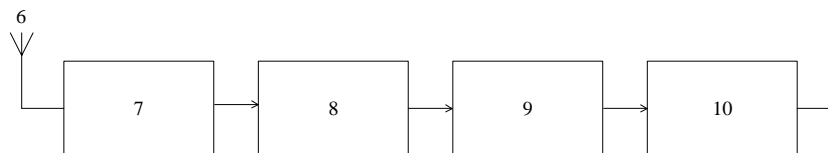


Рис. 2 – Структурная схема приемной части

Радиоприемное устройство представляет собой детекторный приемник, чувствительность которого около -10 дБм, выбор которой обусловлен тем, что система находится в прямой видимости, так же приемная часть должна быть не дорогой и не реагировать на стороннее воздействие. Приемник состоит из детектора 7, выполненного на диоде Шоттке, операционного усилителя 8, одновибратора 9, линии задержки 10.

Использования схемы на лавинном транзисторе обосновано тем, что микросхемы с данной частотой повторения импульсов имеют фронт около 100-200 нс, и имеют большое время включения.

Устройство предназначено для замены кабельной линии передачи на радиолинию.

Список использованных источников:

1. Дьяконов В.П., Лавинные транзисторы и тиристоры теория и применение М.: СОЛОН-Пресс, 2008. – 383с.

СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ПРИВАТНОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ СКРЕМБЛИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Берёзкин Р.В.

Дубровский В.В. – к.ф.-м. н., доцент

Наибольшая часть аппаратуры засекречивания речевых сигналов использует в настоящее время метод аналогового скремблирования, поскольку, во-первых, это дешевле, во-вторых, эта аппаратура применяется в большинстве случаев в стандартных телефонных каналах с полосой 3 кГц, в-третьих, обеспечивается коммерческое качество дешифрованной речи и, в-четвертых, гарантируется достаточно высокая стойкость закрытия.

Скремблирование может выполняться с различными целями. Наиболее распространенная цель - защита передаваемых данных от несанкционированного доступа. Для ее достижения разработано множество методов кодирования и схемных решений. Но нас интересует иная задача, связанная с "разравниванием" спектра сигнала и повышением надежности синхронизации приемника с источником передаваемых по линии данных. Применительно к этой задаче цель скремблирования состоит в исключении из потока данных длинных последовательностей лог. 0, лог. 1 и периодически повторяющихся групп битов. Для этого необходимо преобразовать данные так, чтобы они выглядели как случайные, т. е. лишенные какой-либо видимой закономерности. Обычно скремблирование осуществляется непосредственно перед модуляцией.

Скремблирование (от англ. слова to scramble – перемешивать) производится на передающей стороне с помощью устройства – скремблера, реализующего логическую операцию суммирования по модулю 2 исходного и преобразующего псевдослучайного двоичных сигналов. Например, скремблер может реализовать соотношение:

$$B_i = A_i \oplus B_{i-3} \oplus B_{i-5}$$

где B_i – двоичная цифра результирующего кода, полученная на i -м такте работы скремблера, A_i – двоичная цифра исходного кода, поступающая на i -м такте на вход скремблера; B_{i-3} и B_{i-5} – двоичные цифры результирующего кода, полученные на предыдущих тактах работы скремблера, соответственно на 3 и на 5 тактов ранее текущего такта; \oplus – операция исключающего ИЛИ (сложение по mod2).

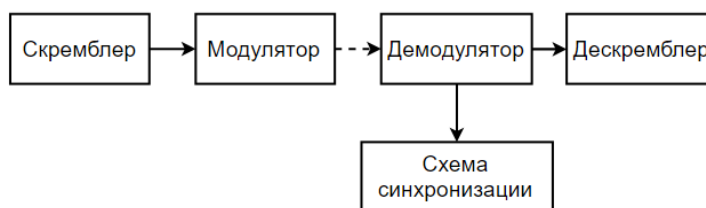


Рис. 1 – Схема включения скремблера и дескремблера в канал связи

Различные алгоритмы скремблирования отличаются количеством слагаемых, которые определяют цифру результирующего кода, и сдвигом между слагаемыми. Основной частью скремблера является генератор псевдослучайной последовательности (ПСП) в виде линейного n -каскадного регистра с обратными связями, формирующий последовательность максимальной длины $2n-1$.

Исключительно удобна универсальность, которая заключается в возможности сквозной передачи скремблированного сигнала по сети связи через любые цифровые тракты, так как скремблирование исходной двоичной последовательности осуществляется без преобразования его в другой вид, а выделение исходного сигнала производится только в приемном оборудовании оконечной станции.

Список использованных источников:

1. Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. Москва: Изд-во Техносфера, 2006. – 858 с.
2. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. СПб: Изд-во Питер, 2003. – 604 с.
3. Сато Ю. Без паники! Цифровая обработка сигналов. Москва: Изд-во Додэка-XXI, 2010. – 176 с.

ДВУХКАНАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ УГЛОВЫХ КООРДИНАТ ИСТОЧНИКА АКТИВНЫХ ШУМОВЫХ ПОМЕХ ПРИ ЛИНЕЙНОМ СКАНИРОВАНИИ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ АНТЕННЫ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Булаш М.М.

Малевич И.Ю. – д-р техн. наук, профессор;

Шалыпин С.В. – канд. техн. наук, доцент

В [1] для метода линейного сканирования диаграммы направленности антенны описан алгоритм работы дискриминатора угломера, использующего для снижения флуктуационной ошибки второй опорный канал с несканирующей или слабонаправленной антенной. В настоящей работе рассматривается применение описанного в [1] метода для решения задачи измерения угловой координаты источника активной шумовой помехи (АШП).

Общая процедура обработки флуктуирующей последовательности импульсов осуществляется в соответствии с выражением поиска максимума функции правдоподобия [2]

$$Z(\hat{\theta}_c, \theta_c) = \xi^\dagger(\theta_c) \mathbf{Q}^{p0}(\hat{\theta}_c) \xi(\theta_c) + \alpha_{п0}(\hat{\theta}_c), \quad (1)$$

где $\xi(\theta_c) = \{\xi_0, \dots, \xi_j, \dots, \xi_N\}^T$ – отсчеты принятого сигнала, N – количество отсчётов за один обзор;

$\mathbf{Q}^{p0}(\hat{\theta}_c) = \mathbf{Q}^\Phi - \mathbf{Q}^{п+\Phi}(\hat{\theta}_c)$ – матрица обработки;

$\mathbf{Q}^\Phi = (\mathbf{R}^\Phi)^{-1}$;

\mathbf{R}^Φ – корреляционная матрица фона;

$\mathbf{Q}^{п+\Phi}(\hat{\theta}_c) = (\mathbf{R}^{п+\Phi}(\hat{\theta}_c))^{-1}$;

$\mathbf{R}^{п+\Phi}(\hat{\theta}_c) = \mathbf{R}^\Pi(\hat{\theta}_c) + \mathbf{R}^\Phi$ – корреляционная матрица смеси помехи и фона;

$\mathbf{R}^\Pi(\hat{\theta}_c)$ – корреляционная матрица помехи;

$\alpha_{п0}(\hat{\theta}_c) = \ln \left(\frac{\text{Det}(\mathbf{R}^\Phi)}{\text{Det}(\mathbf{R}^{п+\Phi}(\hat{\theta}_c))} \right)$, где $\text{Det}()$ – функция нахождения определителя матрицы;

$()^\dagger$ – эрмитово сопряжение;

θ_c – истинное угловое положение цели;

$\hat{\theta}_c$ – текущая оценка углового положения цели.

Запишем входной сигнал угломера $\xi(\theta)$ от двух каналов приёма как

$$\xi(\theta_c) = \{\xi_{0,0}, \xi_{1,0}, \dots, \xi_{k,0}, \xi_{k,1}, \dots, \xi_{N,0}, \xi_{N,1}\}^T, \quad (2)$$

где $\xi_{k,0}$ – k -й отсчет сигнала, принятого сканирующей антенной, $\xi_{k,1}$ – k -й отсчёт сигнала, принятого дополнительной антенной.

В сигнале ПАП соседние отсчёты не коррелированы по времени, но корреляция между каналами остаётся, в связи с этим результирующая корреляционная матрица помехи от двух каналов будет иметь следующий вид:

$$\mathbf{R}^\Pi(\hat{\theta}_c) = \begin{bmatrix} R_{0,00}^\Pi(\hat{\theta}_c) & R_{0,01}^\Pi(\hat{\theta}_c) & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ R_{0,10}^\Pi(\hat{\theta}_c) & R_{0,11}^\Pi(\hat{\theta}_c) & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & R_{k,00}^\Pi(\hat{\theta}_c) & R_{k,01}^\Pi(\hat{\theta}_c) & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & R_{k,10}^\Pi(\hat{\theta}_c) & R_{k,11}^\Pi(\hat{\theta}_c) & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & R_{2N-1,00}^\Pi(\hat{\theta}_c) & R_{2N-1,01}^\Pi(\hat{\theta}_c) \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & R_{2N-1,10}^\Pi(\hat{\theta}_c) & R_{2N-1,11}^\Pi(\hat{\theta}_c) \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где k – номер отсчёта принятого сигнала.

Обратим внимание на вид матрицы обработки. Как известно она определяется выражением $\mathbf{Q}^{p0}(\hat{\theta}_c) = \mathbf{Q}^\Phi - \mathbf{Q}^{п+\Phi}(\hat{\theta}_c)$. Однако \mathbf{Q}^Φ не зависит от положения цели и принимается постоянной в одном обзо-

ре пространства, поэтому этим членом выражения можно пренебречь и принять матрицу обработки равной обратной корреляционной матрице смеси отражённого сигнала и фона, т.е. $\mathbf{Q}^{\text{п}0}(\hat{\theta}_{\text{ц}}) = \mathbf{Q}^{\text{п}+\text{ф}}(\hat{\theta}_{\text{ц}})$.

Функция правдоподобия принимает вид

$$Z(\hat{\theta}_{\text{ц}}) = \sum_{k=1}^N (\boldsymbol{\xi}_k^{\dagger} \mathbf{Q}_k^{\text{п}+\text{ф}}(\hat{\theta}_{\text{ц}}) \boldsymbol{\xi}_k + \alpha_{\text{п}0,k}). \quad (3)$$

В (3) $\mathbf{Q}^{\text{п}+\text{ф}}(\hat{\theta}_{\text{ц}}) = (\mathbf{R}^{\text{п}+\text{ф}}(\hat{\theta}_{\text{ц}}))^{-1}$, при этом k -ю корреляционную матрицу помеха+фон для ПАП можно записать в виде

$$\mathbf{R}_k^{\text{п}+\text{ф}}(\hat{\theta}_{\text{ц}}) = \begin{bmatrix} R_{k,00}^{\text{п}}(\hat{\theta}_{\text{ц}}) + R_{k,00}^{\text{ф}} & R_{k,01}^{\text{п}}(\hat{\theta}_{\text{ц}}) \\ R_{k,10}^{\text{п}}(\hat{\theta}_{\text{ц}}) & R_{k,11}^{\text{п}+\text{ф}} \end{bmatrix}, \quad (4)$$

где $R_{k,00}^{\text{п}}(\hat{\theta}_{\text{ц}}) = 2\sigma_{\text{п},0}^2 U_{0,k}(\hat{\theta}_{\text{ц}}) U_{0,k}(\hat{\theta}_{\text{ц}})$, $\sigma_{\text{п},0}^2$ – мощность сигнала в канале сканирующей антенны, $U_{0,k}(\hat{\theta}_{\text{ц}})$ – k -й отсчёт множителя, определяемый формой диаграммы направленности при условии, что пик диаграммы направлен на $\hat{\theta}_{\text{ц}}$;

$R_{k,00}^{\text{ф}} = 2\sigma_{\text{ф},0}^2$, $\sigma_{\text{ф},0}^2$ – мощность шума в канале сканирующей антенны;

$R_{k,11}^{\text{п}+\text{ф}} = 2(\sigma_{\text{п},1}^2 + \sigma_{\text{с},1}^2)$, $\sigma_{\text{с},1}^2$ – мощность сигнала в канале дополнительной антенны, $\sigma_{\text{ф},1}^2$ – мощность шума в канале дополнительной антенны.

$R_{k,01}^{\text{п}}(\hat{\theta}_{\text{ц}}) = 2\sigma_{\text{п},0}\sigma_{\text{п},1}U_{0,k}(\hat{\theta}_{\text{ц}})h_{0,1}$, $\sigma_{\text{п},1}$ – СКО сигнала в канале с дополнительной антенной, $h_{0,1}$ – межканальный коэффициент корреляции;

$R_{k,10}^{\text{п}}(\hat{\theta}_{\text{ц}}) = R_{k,01}^{\text{п}}(\hat{\theta}_{\text{ц}})$.

Таким образом, в отличие от алгоритма, описанного в [1], для АШП вид матрицы обработки значительно упрощается. Здесь для обработки сигнала от двух каналов определяется обратная корреляционная матрица размера 2×2 , а не $2N \times 2N$, что значительно снижает вычислительную сложность.

На рис. 1 приведены зависимости среднеквадратической ошибки (СКО) измеренного углового положения цели от времени корреляции полезного сигнала. При этом флуктуации пачки обратно пропорциональны времени корреляции сигнала. В модели полагается, что всего в секторе обзора на один канал приходится 32 отсчёта, эффективная длительность пачки 2,3 мс, отношение помеха/шум на входе угломера равно 20 дБ. Коэффициент межканальной корреляции сигналов равен $h_{0,1} = 0.95$. Все энергетические и статистические параметры полезного сигнала считаются известными.

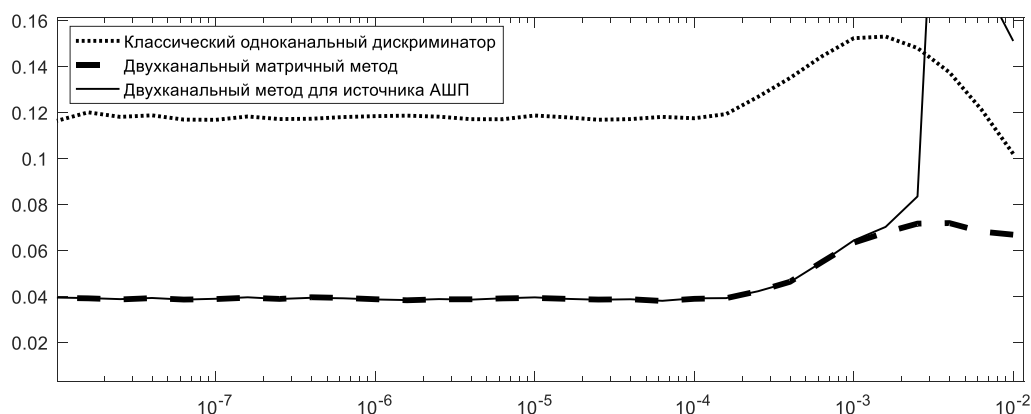


Рис. 1 – Зависимость СКО от времени корреляции сигнала

Таким образом при малом времени корреляции $\tau_k < 1$ мс полученный упрощенный метод по эффективности совпадает с двухканальным матричным методом из [1], а при времени корреляции $\tau_k > 1$ мс СКО сильно растёт и рассматриваемый угломер проигрывает даже угломеру на основе классического одноканального дискриминатора.

Список использованных источников:

1. Булаш, М.М., Синтез оптимального двухканального угломера с линейным сканированием диаграммы направленности антенны / М.М. Булаш, С.В. Шалапин // Доклады БГУИР – 2016. – №4(98) – С. 35 – 39.
2. Охрименко А.Е. Основы радиолокации и радиоэлектронная борьба Часть 1 Основы радиолокации / А.Е. Охрименко. – Москва, 1983. – 456 с.

Использование алгоритмов машинного обучения для определения типа промышленного оборудования и режимов его работы

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Бурак А. И.

Давыдов И. Г. – к.т.н., доцент

В настоящее время огромную роль в промышленности играет автоматизация всех процессов производства. Так в промышленности пытаются свести к минимуму участие человека во всех процессах, поскольку это удешевляет процесс производства и сводит к минимуму возможность ошибок. К таким процессам также отнести и диагностику состояния оборудования. На данный момент диагностика оборудования проводится человеком, однако если автоматизировать этот процесс, то можно снизить стоимость обслуживания оборудования и своевременно определить его неисправность. Для этого можно создать универсальную систему, в которой, в идеале, по входному сигналу с датчиков будет определяться тип оборудования, а также режим его работы и насколько корректно работает это оборудование. Для этого, лучше всего использовать алгоритмы машинного обучения.

Машинное обучение - обширный подраздел искусственного интеллекта, изучающий методы построения алгоритмов, способных обучаться [1].

Различают два типа обучения:

- 1) Обучение по прецедентам (индуктивное обучение) – основано на выявлении общих закономерностей по частным эмпирическим данным[1].
- 2) Дедуктивное обучение – формализация знаний экспертов и их перенос в компьютер в виде базы данных[1].

Принцип того, как машинное обучение используется для решения задач, представлен на рисунке 1 [2]:

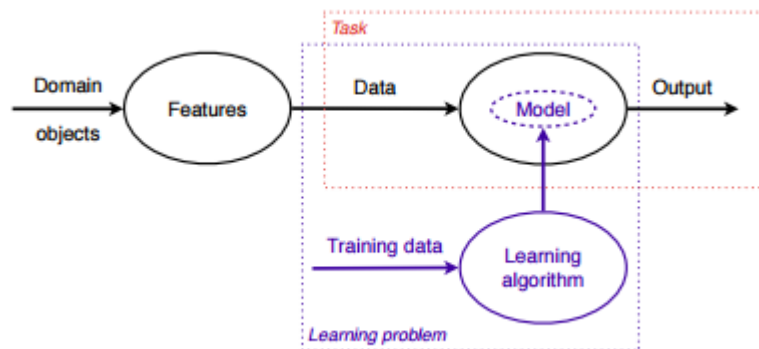


Рис. 1 – Принцип работы машинного обучения

На схеме видно, что для выполнения поставленной задачи используются специальные алгоритмы.

Существует множество различных алгоритмов. Наиболее используемые разновидности алгоритмов машинного обучения:

- 1) Контролируемые:
 - a. Дерево принятий решений.
 - b. Метод опорных векторов.
 - c. Классификация.
 - d. Регрессия.

- 2) Неконтролируемые.
- 3) Обучение с подкреплением.

Одним из основных методов решения проблем машинного обучения является искусственная нейронная сеть.

Нейронная сеть – это громадный распределительный параллельный процессор, состоящий из элементарных единиц обработки информации, накапливающих экспериментальные знания и предоставляющих их для последующей обработки [3].

Нейронная сеть сходна с мозгом с двух точек зрения:

- 1) Знания поступают в нейронную сеть из окружающей среды и используются в процессе обучения [3].
- 2) Для накопления знаний применяются связи между нейронами, называемые синаптическими весами [3].

Преимущества нейронных сетей:

- 1) Решение задач, при неизвестных закономерностях.
- 2) Устойчивость к шумам во входных данных.
- 3) Адаптирование к изменениям окружающей среды.
- 4) Потенциальное сверхвысокое быстродействие.
- 5) Отказоустойчивость при аппаратной реализации [3].

Недостатки нейронных сетей:

- 1) Большинство подходов для проектирования нейронных сетей являются эвристическими и часто не приводят к однозначным решениям.
- 2) Для построения модели объекта на основе ИНС требуется выполнение многоцикловой настройки внутренних элементов и связей между ними.
- 3) Проблемы, возникающие при подготовке обучающей выборки, связанные с трудностями нахождения достаточного количества обучающих примеров.
- 4) Обучение сети в ряде случаев приводит к тупиковым ситуациям.

Для решения задачи определения типа промышленного оборудования хорошо подходят алгоритмы машинного обучения. На вход такой системы будут приходить сигналы, записанные на каком-либо оборудовании, допустим неизвестном для системы. Для каждого типа промышленного оборудования есть свой набор информативных признаков, который отличает его от других типов оборудования, которые наиболее часто проявляются при наличии неисправности оборудования. Так же у каждого типа промышленного оборудования есть набор информативных признаков для различных режимов работы (работа под нагрузкой, работа без нагрузки и т.д.).

Для того, чтобы алгоритмы машинного обучения работали, прежде всего, машину надо обучить. В данной ситуации лучше всего подойдет обучение по прецедентам. Обучение будет проходить на больших выборках данных сигналов, записанных с различного оборудования и в различных режимах работы. После того, как машина будет корректно обучена, можно использовать её для классификации сигналов.

В результате классификации мы получаем тип промышленного оборудования и режим его работы. Эти результаты можно в дальнейшем использовать при диагностике промышленного оборудования, используя признаки поломки, если она присутствует, которые бывают уникальными для определенного типа оборудования.

Использование алгоритмов машинного обучения предоставляет широкие возможности во всех сферах промышленности.

Список использованных источников:

1. Сайт machinelearning.ru
2. Peter Flach. "Machine Learning. The art and science of algorithms that make sense of data."
3. Simon Haykin. "Neural networks. A comprehensive foundation. Second edition. "

Использование векторной графики при проектировании информационных web-систем

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Виничук О.Н.

Листопад Н.И. – д.т.н., профессор

Основной гипотезой является возможность преобразования изображения в svg формат для возможности масштабирования изображения до любого размера без потери качества, возможность сокращения размера файла путем сжатия и обработки изображения.

В последние годы существенно возрос интерес к цифровой обработке изображений, поэтому совсем не случайно, что цифровая обработка и распознавание изображений - одно из интенсивно развиваемых направлений исследования.

Цифровое изображение - графическая форма представления данных, предназначенная для зрительного восприятия. Будучи закодированным с помощью особого алгоритма и записанным на носитель, этот массив данных становится файлом, который зачастую имеет достаточно большой размер.

В современном процессе полиграфического производства все иллюстрации и элементы оформления представлены цифровыми изображениями различных типов.

В компьютерных системах, когда получателем информации является человек, большое значение имеют методы улучшения изображений, позволяющие повысить заметность интересующих деталей на изображении. Кроме того, при предварительной обработке изображений, выполняемой в автоматических компьютерных системах, также важную роль играет предварительная обработка изображений, позволяющая сформировать пространство признаков объектов.

Хотелось бы отметить, что при выводе на матричные устройства векторная графика предварительно преобразуется в растровую графику, преобразование производится программными или аппаратными средствами современных видеокарт.

Так как векторная графика имеет значительное преимущество над растровым способом описания данных, подробно будет рассмотрена именно векторная графика, а именно более частный случай векторной графики – формат SVG, который представлен на рисунке 1.



Рис. 1 – Представление изображения в растровом и векторном svg формате

SVG-изображение – это набор графических операторов, описывающих формирование простых графических элементов, таких, как векторы, многоугольники, окружности, дуги.

Важным моментом является тот факт, что в браузере SVG-графика отрисовывается с помощью растровых механизмов. Поддержка полупрозрачностей в каждом слое, градиенты линейные, градиенты радиальные, визуальные эффекты (тени, отмычки, блестящие поверхности, текстуры, паттерны любой конструкции, символы любой сложности).

Избыточность данных является центральным понятием цифрового сжатия данных. Плюсом векторных изображений SVG является сравнительно небольшой размер файлов, их содержащих. Это делает удобной передачу векторных изображений по электронным каналам связи

Особое распространение векторные изображения получили в рекламной продукции благодаря возможности качественного полиграфического воспроизведения четких линий, ярких цветов, ровных заливок и геометрически правильных контуров.

Использование SVG значительно упрощает реализацию деловой графики и делает вывод любой графической информации строгим и структурированным.

Все области применения - будь то инженерная и научная, бизнес и искусство/развлечения – являются сферой применения векторной графики

Список использованных источников:

1. Электронный научный журнал «Медиаскоп» [Электронный ресурс] / Электронный научный журнал «Медиаскоп» – Режим доступа - <http://www.mediascope.ru>. – Дата доступа: 28.02.2017.

РАСЧЕТ УРОВНЕЙ ГАРМОНИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ АВТОГЕНЕРАТОРОВ МЕТОДОМ МЕДЛЕННО МЕНЯЮЩИХСЯ АМПЛИТУД

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Волосач В.С.

Титович Н.А. – к.т.н., доцент

При разработке современных радиоэлектронных средств (РЭС) все более жесткие требования предъявляются к уменьшению уровней их побочных излучений. Для приемо-передающих устройств очень важно нормировать паразитные колебания, возникающие в процессе генерирования и формирования радиосигнала, в частности гармонические составляющие автогенераторов (АГ).

При расчете уровней гармонических составляющих колебательных систем удобно пользоваться методом медленно меняющихся амплитуд, который имеет достаточно высокую точность и позволяет понизить порядок нелинейного дифференциального уравнения, описывающего колебательный процесс в автогенераторе (АГ), до второго [1]. Колебания в таких системах определяются дифференциальным уравнением вида:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + v^2x = \varepsilon F\left(x, \frac{dx}{dt}\right), \quad (1)$$

где ε – малый положительный параметр; $F\left(x, \frac{dx}{dt}\right)$ – функция, которая определяется схемой колебательной системы и нелинейностью активного элемента.

При отсутствии возмущения, т.е. при $\varepsilon = 0$, колебания будут чисто гармоническими, т.е. $x = \alpha \cos \psi$, с постоянной амплитудой α и равномерно вращающимся фазовым углом:

$$\frac{d\alpha}{dt} = 0, \quad \frac{d\psi}{dt} = v, \quad \psi = vt + \theta.$$

Наличие нелинейного возмущения ($\varepsilon \neq 0$) приводит к появлению в решении уравнения (1) обертонов, обуславливает зависимость мгновенной частоты $d\psi/dt$ от амплитуды и может вызвать систематическое медленное увеличение или уменьшение амплитуды колебаний в зависимости от притока или поглощения энергии возмущающими силами. Принимая это во внимание, решение уравнения (1) ищется в виде разложения

$$x = \alpha \cos \psi + \varepsilon u_1(\alpha, \psi) + \varepsilon^2 u_2(\alpha, \psi) + \varepsilon^3 u_3(\alpha, \psi) + \dots, \quad (2)$$

в котором $u_1(\alpha, \psi)$, $u_2(\alpha, \psi)$, ... являются периодическими функциями угла ψ с периодом 2π , а величины медленно меняющейся амплитуды α и фазы ψ , как функция времени, определяются дифференциальными уравнениями:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\alpha}{dt} &= \varepsilon A_1(\alpha) + \varepsilon^2 A_2(\alpha) + \dots \\ \frac{d\psi}{dt} &= v + \varepsilon B_1(\alpha) + \varepsilon^2 B_2(\alpha) + \dots \end{aligned} \right\}$$

В соответствии с [1] решение уравнения (2) в первом приближении можно представить

$$u = \alpha \cos \psi + \varepsilon u_1(\alpha, \psi), \quad (3)$$

Анализ ряда схем транзисторных АГ ВЧ и СВЧ диапазона показал, что колебания в них можно также описать уравнением с малым положительным параметром в правой части [2]

$$\frac{d^2u}{d\tau^2} + u = \varepsilon \left\{ Gu - [Df'(u) + 1] \frac{du}{d\tau} \right\}, \quad (4)$$

где u – переменное напряжение между эмиттером и базой; $\tau = \omega t$, $\omega = 2\pi f$; f – частота колебаний; Q – добротность контура; $D = \alpha K L_k / [r C_k (1 + K)]$; α – коэффициент передачи транзистора по току в схеме с общей базой; $r = L_k / (C_k R_k)$; C_k , R_k , и L_k – включенные параллельно эквивалентные емкость, сопротивление и индуктивность колебательного контура между коллектором и базой; K – коэффициент обратной связи АГ;

$G = \delta/d + C_1/[dC_k/(1+K)]$ – для емкостной и $G = \delta/d + L_k/[dL_1/(1+K)]$ – для индуктивной трехточечной схемы; $\delta = 1 - \omega_0^2/\omega^2 \ll 1$ – относительная расстройка контура АГ; $\omega = 1/\sqrt{L_k C_k}$ – резонансная частота контура между коллектором и базой; L_1 и C_1 – эквивалентные индуктивность и емкость между коллектором и эмиттером; $f(u)$ – нелинейная зависимость тока активного элемента от входного напряжения. Для АГ с индуктивной обратной связью на полевом транзисторе $G = \delta/d$, $D = -M/(rC_k)$, где M – взаимоиנדуктивность цепи обратной связи [2].

Достоверность расчетной оценки во многом определяется точностью аппроксимации зависимости тока коллектора (стока) от уровня входного напряжения (между базой и эмиттером или затвором и истоком). Разработаны машинные программы, которые позволяют достаточно точно описать эту зависимость для любого активного элемента степенным полиномом вида $f(u) = \sum_{n=0}^k (\alpha_n U_n)$.

Решение уравнения (4) с использованием методики, описанной в [1], и данных видов аппроксимации позволяет получить выражения для уровней гармонических составляющих, которые в общем виде можно записать как

$$\alpha_n = \frac{\varepsilon D n \alpha^{n-1}}{n^2 - 1}, \quad (5)$$

где α – амплитуда основного колебания АГ.

Из выражения (5) следует, что уровни гармоник определяются значениями затухания колебательного контура $d = \varepsilon = 1/Q$, которое в соответствии с (1, 4) должно быть $\ll 1$, параметрами схемы АГ, что выражается коэффициентом D , амплитудой основного колебания α , а также в значительной степени зависят от положения рабочей точки, что выражается коэффициентами аппроксимации. При более строгом решении уравнения (4) для случая аппроксимации зависимости $f(u)$ степенным полиномом получим

$$\alpha_2 = \frac{\varepsilon D}{3} (\alpha_2 \alpha^2 + \alpha_4 \alpha^4 + \frac{15}{16} \alpha_6 \alpha^6 + \dots), \quad (6)$$

$$\alpha_3 = \frac{3\varepsilon D}{32} (\alpha_3 \alpha^3 + \frac{5}{4} \alpha_5 \alpha^5 + \frac{21}{16} \alpha_7 \alpha^7 + \dots), \quad (7)$$

$$\alpha_4 = \frac{\varepsilon D}{30} (\alpha_4 \alpha^4 + \frac{3}{2} \alpha_6 \alpha^6 + \frac{7}{4} \alpha_8 \alpha^8 + \dots), \quad (8)$$

$$\alpha_5 = \frac{5\varepsilon D}{384} \alpha_5 \alpha^5. \quad (9)$$

Из выражений (6 – 9) видно, что уровни четных гармоник определяются четными коэффициентами аппроксимации, а нечетных – соответственно нечетными. Амплитуда основного колебания в соответствии с [2] определяется как

$$\sqrt{\frac{9\alpha_3^2}{25\alpha_5^2} - \frac{8(\alpha_1 - 1/D)}{5\alpha_5}}. \quad (10)$$

Данная методика оценки уровней гармонических составляющих может быть полезна разработчикам АГ. Достоверность расчетов во многом зависит от точности определения эквивалентных параметров схемы и аппроксимации характеристики транзистора.

Список использованных источников:

1. Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. М.: Наука, 1974. Часть 1, 504 с.
2. Титович Н.А. Уменьшение уровней гармонических составляющих транзисторных генераторов// Международный симпозиум по ЭМС: сборник научных докладов. Санкт-Петербург, 1993. Часть 1. -С.171-175.

ОРГАНИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКИХ И ЛОГИЧЕСКИХ КАНАЛОВ ТЕХНОЛОГИИ LTE

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Гвоздюкевич К.Р.

Козел В.М. – к.т.н., доцент

Стандарт LTE (Long-Term Evolution) – стандарт беспроводной высокоскоростной передачи данных для мобильных телефонов и других терминалов, работающих с данными. Он основан на GSM/EDGE и UMTS/HSPA сетевых технологиях, увеличивая пропускную способность и скорость за счёт использования другого радиointерфейса вместе с улучшением ядра сети.

В сети LTE существуют каналы трех уровней: логические, транспортные и физические.

Логические каналы по типу передаваемой информации делятся на логические каналы управления и логические каналы трафика. Логические каналы управления используются для передачи различных сигнальных и информационных сообщений. По логическим каналам трафика передают пользовательские данные. Информацию логических каналов после обработки на RLC/MAC уровнях размещают в транспортных каналах для дальнейшей передачи по радиointерфейсу в физических каналах. Транспортный канал определяет, как и с какими характеристиками происходит передача информации по радиointерфейсу. Информационные сообщения на транспортном уровне разбивают на транспортные блоки. В каждом временном интервале передачи (Transmission Time Interval, TTI) по радиointерфейсу передают хотя бы один транспортный блок. При использовании технологии MIMO возможна передача до четырех блоков в одном TTI. Физические каналы можно классифицировать по направлению передачи информации: downlink (от базовой станции к абонентскому оборудованию) и uplink (от абонентского оборудования к базовой станции).

Логические каналы:

- Broadcast Control Channel (BCCH) - канал, по которому передают системную информацию всем пользователям (UE), находящимся в соте. Перед входом в систему пользовательское устройство считывает информацию, которая передается по каналу BCCH, и определяет параметры сети.
- Paging Control Channel (PCCH) - канал для передачи пейджинговых сообщений, которые передаются пользовательским устройствам, местоположение которых не определено с точностью до соты.
- Common Control Channel (CCCH) - общий канал управления, предназначенный для решения общих для всех пользовательских терминалов задач.
- Dedicated Control Channel (DCCH) - индивидуальный выделенный канал управления для обмена командными сообщениями с пользовательским терминалом.
- Multicast Control Channel (MCCH) - канал передачи групповой служебной информации. Используется для передачи служебной информации необходимой при приеме канала MTCH.
- Multicast Traffic Channel (MTCH) - канал передачи трафика для выделенной группы пользовательских терминалов, используется для передачи услуги мультимедийного вещания MBMS.
- Dedicated Traffic Channel (DTCH) - выделенный канал типа "точка-точка" для передачи пользовательских данных. Предназначен только для одного пользовательского терминала.

Транспортные каналы:

- Broadcast Channel (BCH) - транспортный вещательный канал для передачи информации логического канала BCCH, имеет фиксированный формат.
- Paging Channel (PCH) - транспортный канал для передачи информации логического канала PCCH. Данный канал поддерживает прием с перерывами (режим Discontinuous Reception, DRX), что позволяет пользовательскому устройству дольше сохранять заряд батареи.
- Downlink Shared Channel (DL-SCH) - транспортный канал с разделением пользователей, который используется для передачи информации "вниз". Данный канал поддерживает адаптацию скорости передачи, планирование передач во временной и частотной области, модифицированный автоматический запрос на повторную передачу неприятых пакетов (Hybrid Automatic Repeat Request, HARQ), а также режим DRX.
- Multicast Channel (MCH) - транспортный канал групповой передачи, используется для поддержки услуг мультимедийного вещания MBMS.
- Uplink Shared Channel (UL-SCH) - транспортный канал с разделением пользователей "вверх", аналогичный каналу DL-SCH.
- Random Access Channel (RACH) - транспортный канал случайного доступа. Используется для передачи запросов на подключение к сети, при хэндовере (handover, HO), для восстановления синхронизации "вверх".

Физические каналы:

- Physical Downlink Shared Channel (PDSCH) - физический канал для передачи информации "вниз" с разделением пользователей. Используется для передачи информации каналов DL-SCH и PCH.
- Physical Downlink Control Channel (PDCCH) - физический канал управления "вниз". Используется для передачи информации о назначении канального ресурса для передачи транспортных блоков каналов PCH, DL-SCH, UL-SCH и HARQ информации, относящейся к каналу DL-SCH. Также по этому каналу передаются ответы на запросы на доступ к сети. Передача осуществляется с помощью модуляции 4-ФМ.
- Physical Hybrid ARQ Indicator Channel (PHICH) - физический канал для передачи HARQ ACK/NACK в ответ при передаче информации "вверх".
- Physical Broadcast Channel (PBCH) - физический канал передачи вещательной информации.
- Physical Multicast Channel (PMCH) - физический канал групповой передачи пакетов мультимедийного вещания.
- Physical Control Format Indicator Channel (PCFICH) - физический канал передачи формата, который используется для канала PDCCH.
- Physical Random Access Channel (PRACH) - физический канал передачи запросов случайного доступа.
- Physical Uplink Shared Channel (PUSCH) - физический канал передачи пользовательского трафика и сигнализации Uplink Control Information (UCI).
- Physical Uplink Control Channel (PUCCH) - физический канал передачи сигнализации UCI в отсутствие канала PUSCH.

На рисунках 1 и 2 приводится взаимосвязь между логическими, транспортными и физическими каналами в downlink и uplink направлениях:

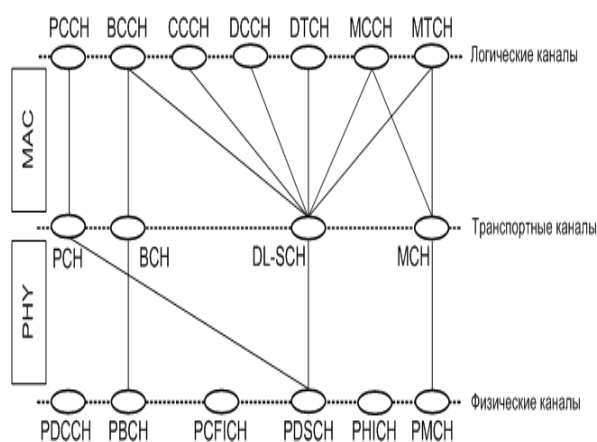


Рис.1 – Взаимосвязь между логическими, транспортными и физическими каналами в downlink направлении

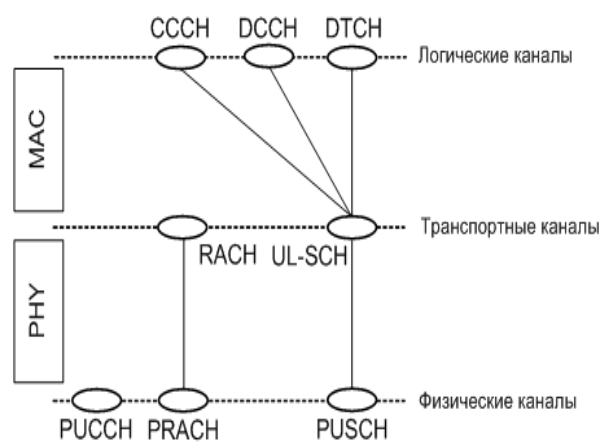


Рис.2 – Взаимосвязь между логическими, транспортными и физическими каналами в uplink направлении

Радиоинтерфейс LTE позиционируется в качестве решения, на которое операторы постепенно переходят с нынешних систем стандартов 3GPP и 3GPP2, а его разработка является важным этапом в процессе перехода к сетям четвертого поколения 4G. Фактически спецификация LTE содержит большую часть функций, изначально предназначавшихся для систем 4G, поэтому ее иногда именуют "технологией 3,9G". Необходимо изучать данную технологию для подготовки высококвалифицированных кадров, не отстающих от изменяющихся тенденций в области информационных технологий

Список использованных источников:

2. Вишневский В.М., Ляхов А.И., Портной С.Л., Шахнович И.В. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. – М.: Техносфера, 2005.
3. Распределенная базовая станция DBS3900. [Электронный ресурс] //URL: <http://e.huawei.com/ru/products/wireless/gsm-r/radio-access-network/dbs3900>

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО «МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ХОРОШО СТРУКТУРИРОВАННЫХ ЗАДАЧ» И МЕТОДИКА ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Гилевская И.С., Андриалович И.В.

Листопад Н.И. – д. т. н., профессор

Данное программное средство (далее – ПС) разрабатывается для проведения лекционного занятия по теме «Методы решения хорошо структурированных задач» дисциплины «Основы системного анализа» для студентов третьего курса специальности 1-39 01 03 «Радиоинформатика» и ее направлений.

Лекция – форма организации обучения, предполагающая передачу большого объема систематизированной информации в строгой логической последовательности. Так как простое изложение большого объема информации приводит к пассивности обучающихся и уменьшению эффективности занятия, современные лекции используют все многообразие методов активизации познавательной деятельности обучающихся. Это и послужило целью разработки данного ПС.

В первую очередь необходима разработка плана-конспекта лекции, структурно-логической схемы материала, представляемого на лекции. Лекция, систематического характера, раскрывает такие вопросы, как: математические методы исследования операций, выбор оптимальной стратегии достижения целей, требования к критерию эффективности исследования операций, оптимизация решений на основе моделей линейного программирования. Также затрагивает вопросы последующих тем «Модели нелинейного и динамического программирования».

Задача состоит в том, чтобы разнообразить деятельность студентов на лекции для наилучшего усвоения материала, привести лекцию к задачно-целевой форме. А также, по возможности, перейти от объяснительно-иллюстративного метода обучения к частично-поисковому.

Для решения хорошо структурированных количественно выражаемых проблем используется известная методология исследования операций, которая состоит в построении адекватной математической модели (например, задачи линейного, нелинейного, динамического программирования, задачи теории массового обслуживания, теории игр и др.) и применении методов для отыскания оптимальной стратегии управления целенаправленными действиями.

Системный анализ предоставляет к использованию в различных науках, системах следующие системные методы и процедуры:

- абстрагирование и конкретизация;
- анализ и синтез, индукция и дедукция;
- формализация и конкретизация;
- композиция и декомпозиция;
- линеаризация и выделение нелинейных составляющих;
- структурирование и реструктурирование;
- макетирование;
- реинжиниринг;
- алгоритмизация;
- моделирование и эксперимент;
- программное управление и регулирование;
- распознавание и идентификация;
- кластеризация и классификация;
- экспертное оценивание и тестирование;
- верификация.

Структура лекции построена на основных этапах в операционном исследовании.

1. Определение конкурирующих стратегий достижения цели.
2. Построение математической модели операции.
3. Оценка эффективностей конкурирующих стратегий.
4. Выбор оптимальной стратегии достижения целей.

Структурно-логическая схема «Решение хорошо структурированных задач» включает блоки:

1. Математические методы исследования операций.
2. Выбор оптимальной стратегии достижения целей.
3. Требования к критерию эффективности исследования операций.
4. Общая задача линейного программирования.
5. Задача нелинейного программирования.
6. Модель динамического программирования.

Некоторые блоки структурно-логической схемы в дальнейшем можно использовать как задания для самостоятельной работы в течение изучения лекционного материала.

Структурно-логическая схема, представленная на рисунке 1, отображает последовательность исчерпывающего материала, используемого на лекции. Посредством прохождения всех блоков схемы достигается поставленная цель лекции. А именно: владение методикой решения хорошо структурированных задач графическим методом, оптимальное распределение ресурсов.

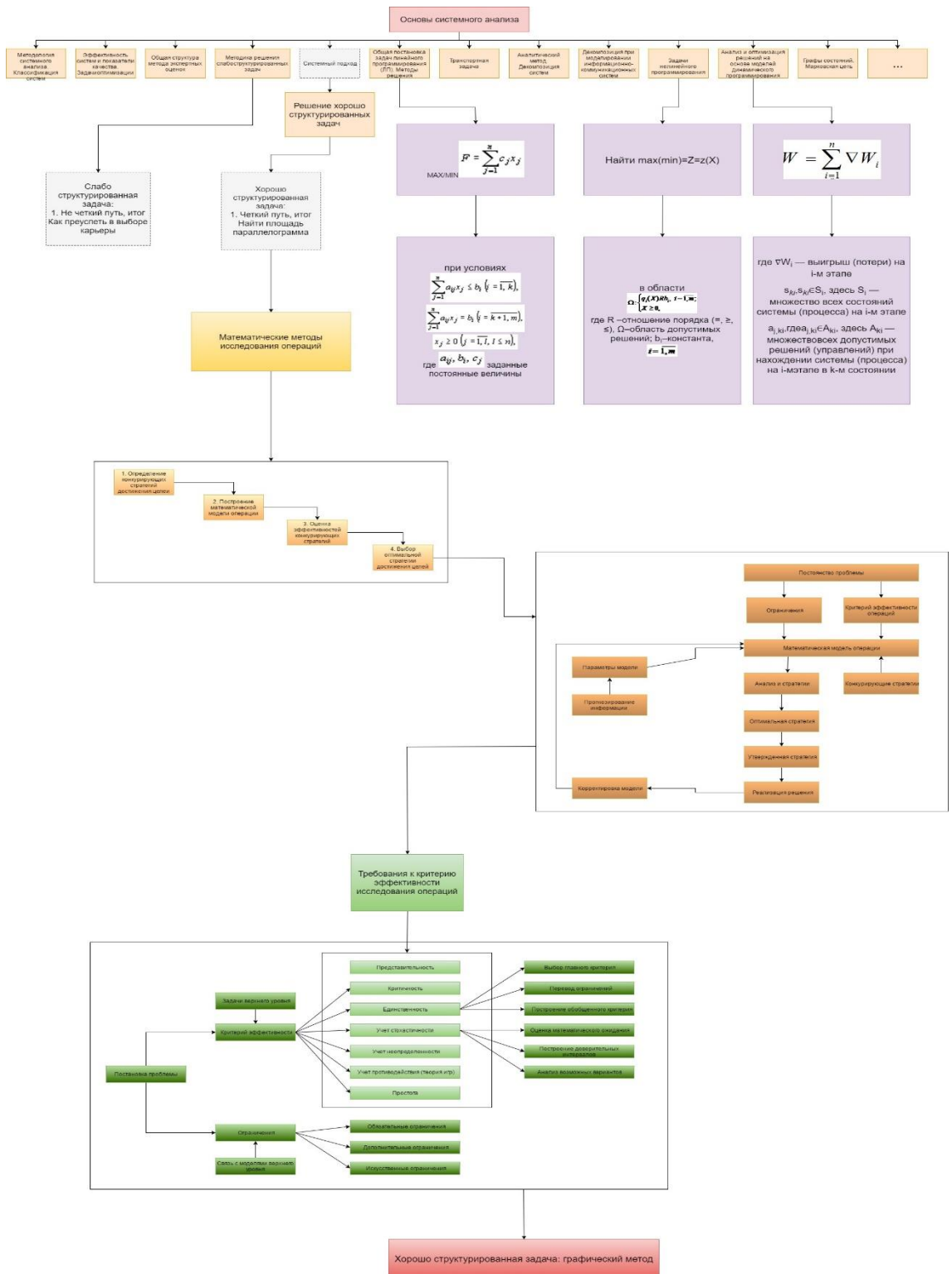


Рисунок 1 – Структурно-логическая схема «Решение хорошо структурированных задач»

Список литературы:

1. Романов, В.Н. Основы системного анализа: учебно-методический комплекс / В.Н.Романов. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2011. – 298 с.
2. Згуровский, М.З. Системный анализ: проблемы, методология, приложения / М.З.Згуровский, Н.Д.Панкратова – М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, НАН Украины, Ин-т прикладного системного анализа. – Киев: Наук. думка, 2011. – 725 с.
3. Живицкая, Е.Н. Системный анализ и проектирование. Электронный ресурс. <http://victor-safronov.narod.ru/systems-analysis/lectures/zhivickaya.html>.
4. Куркина, С.В. Основы системного подхода и системного анализа: методические указания к практическим занятиям / С.В.Куркина. – Ульяновск: УЛГТУ, 2014. – 30 с.

Программное средство «Методы решения задач линейного программирования» и методика его использования в учебном процессе.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Андреялович И.В., Гилевская И.С.

Листопад Н.И. – д. т. н., профессор

Аннотация: В докладе рассматриваются активные методы обучения на примере лекционного занятия по дисциплине: «Основы системного анализа» по теме: «Методы решения задач линейного программирования»

В настоящее время учебный процесс требует постоянного совершенствования, так как происходит смена приоритетов и социальных ценностей: научно-технический прогресс все больше осознается как средство достижения такого уровня производства, который в наибольшей мере отвечает удовлетворению постоянно повышающихся потребностей человека, развитию духовного богатства личности. Поэтому современная ситуация в подготовке специалистов требует коренного изменения стратегии и тактики обучения в вузе. В этой связи использование активных методов обучения является необходимым условием для повышения эффективности процесса обучения с целью подготовки специалистов.

Под активными методами обучения, мы понимаем способы активизации учебно-познавательной деятельности студентов, которые побуждают их к активной мыслительной и практической деятельности в процессе овладения материалом, когда активен не только преподаватель, но активны и студенты.

Особенности активных методов обучения состоят в том, что в их основе заложено побуждение к практической и мыслительной деятельности, без которой нет движения вперед в овладении знаниями.

Появление и развитие активных методов обусловлено тем, что перед обучением встали новые задачи: не только дать знания, но и обеспечить формирование и развитие познавательных интересов и способностей, творческого мышления, умений и навыков самостоятельного умственного труда. Возникновение новых задач обусловлено бурным развитием информации.

Познавательный интерес на занятиях даже с применением интенсивных методов не возникает сам по себе. Его формирование происходит в проблемной учебной ситуации, создаваемой преподавателем. Это означает, что познавательный интерес обусловлен не только мотивацией самой личности студента, но и внешним по отношению к нему дидактическим воздействием преподавателя.

Проблема активности личности в обучении – одна из актуальных в психологической, педагогической науке, как и в образовательной практике.

В данной статье описывается лекционное занятие по дисциплине: «Основы системного анализа» на тему: «Общая постановка задач линейного программирования. Решение задач линейного программирования симплекс-методом».

Симплекс-метод - алгоритм решения оптимизационной задачи линейного программирования путём перебора вершин выпуклого многогранника в многомерном пространстве. Данный метод, имеющий несколько различных форм (модификаций), был разработан в 1947 году Г. Данцигом.

Задача линейного программирования состоит в том, что необходимо максимизировать или минимизировать некоторый линейный функционал на многомерном пространстве при заданных линейных ограничениях.

Принцип симплекс-метода состоит в том, что выбирается одна из вершин многогранника, после чего начинается движение по его рёбрам от вершины к вершине в сторону увеличения значения функционала. Когда переход по ребру из текущей вершины в другую вершину с более высоким значением функционала невозможен, считается, что оптимальное значение с найдено.

Рассмотрим теперь более подробно основы симплекс-метода и сформулируем алгоритм. Для решения системы все неизвестные произвольно подразделяют на базисные и свободные. Число базисных переменных определяется числом линейно-независимых уравнений. Остальные неизвестные свободные. Им придают произвольные значения и подставляют в систему. Любому набору свободных неизвестных можно придать бесчисленное множество произвольных значений, которые дадут бесчисленное множество решений. Если все свободные неизвестные приравнять к нулю, то решение будет состоять из значений базисных неизвестных. Такое решение называется базисным.

В теории линейного программирования существует теорема, которая утверждает, что среди базисных решений системы можно найти оптимальное, а в некоторых случаях и несколько оптимальных решений, но все они обеспечат экстремум целевой функции. Таким образом, если найти какой-либо базисный план, а затем улучшить его, то получится оптимальное решение. На этом принципе и построен симплекс-метод.

Последовательность вычислений симплекс-методом можно разделить на две основные фазы:
- нахождение исходной вершины множества допустимых решений (нахождение *базисного решения*),
- последовательный переход от одной вершины к другой, ведущий к оптимизации значения целевой функции (последовательное улучшение найденного на первом этапе базисного решения).

Для лучшего усвоения темы для студентов была разработана «Структурно-логическая схема - Методы решения задач линейного программирования» (рисунок 1), что позволяет им сразу увидеть основные элементы и блоки темы.

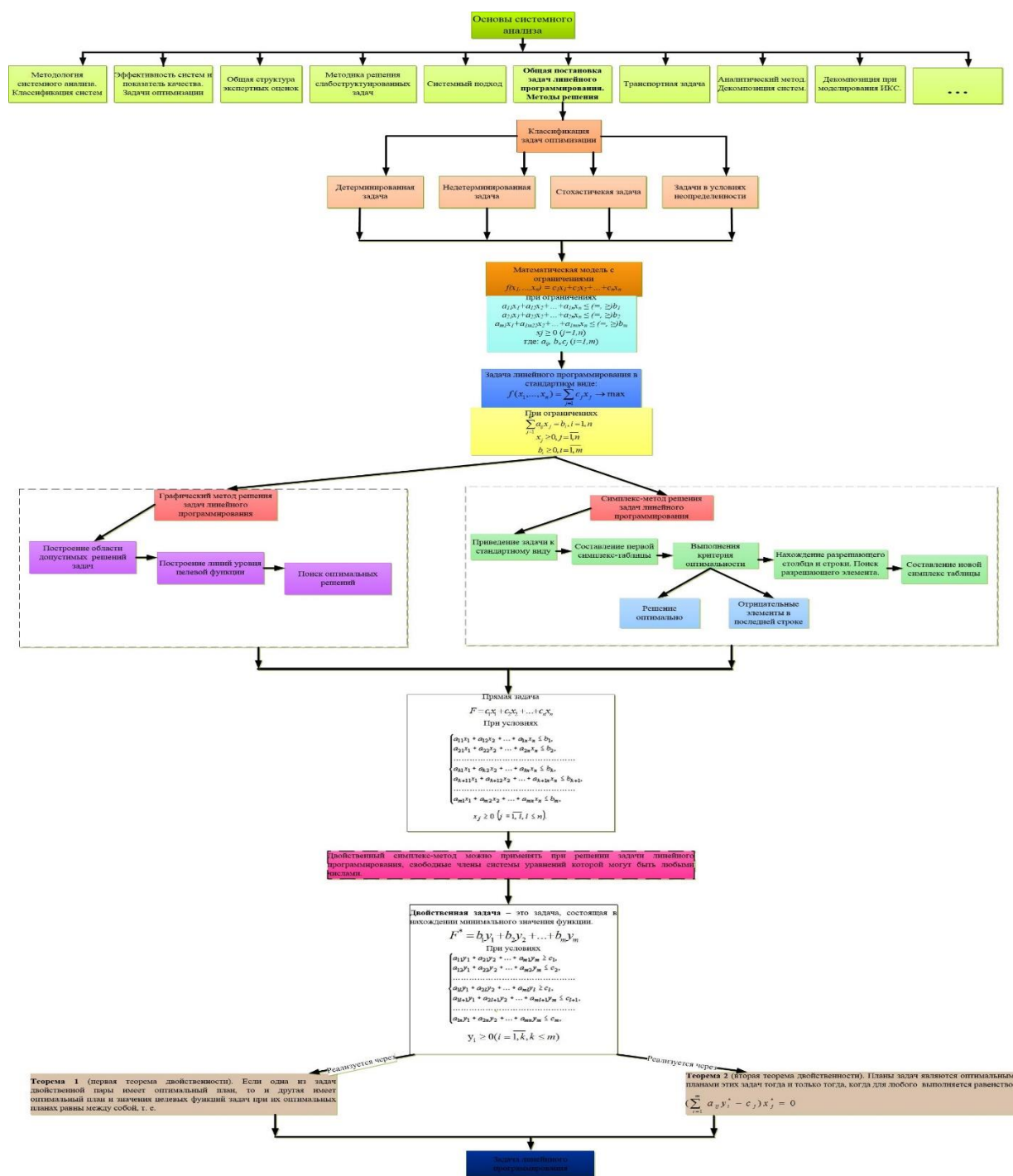


Рисунок 1 – Структурно-логическая схема

Список литературы:

1. Основы системного анализа: В. Н. Романов / учебно-методический комплекс. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2011. – 298 с.
2. Згуровский М. З. Системный анализ: проблемы, методология, приложения / М. З. Згуровский, Н. Д. Панкратова ; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, НАН Украины, Ин-т прикладного системного анализа. – Киев : Наук. думка, 2011. – 725 с.
3. Живицкая Е.Н. Системный анализ и проектирование. Электронный ресурс. <http://victor-safronov.narod.ru/systems-analysis/lectures/zhivickaya.html>.
4. Теоретические основы цифровой радиосвязи: учебное пособие /Н.И.Листопад [и др.] – Минск : БГУИР, 2012. – 330 с.

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛА В ОПТИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Информационных радиотехнологий

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Грацли М.В.

Лукьянец В.Г. – к.т.н., доцент

Развитие современных телекоммуникационных систем, цифровых электронных станций и аппаратуры уплотнения затронуло один из самых консервативных элементов сети электросвязи – абонентскую линию. Потребность в повышении скорости передачи данных на уровне доступа постоянно растет. Это объясняется расширением номенклатуры сетевых услуг, развитием технологий передачи, отображением видеоконтента, расширением пользовательской базы, охваченной широкополосными услугами, и многими другими факторами. Данное обстоятельство способствует широкому внедрению в фиксированном секторе сети доступа широкополосных волоконно-оптических технологий.

Оптические коммуникации воспринимаются как нечто нестандартное, требующее больших инвестиций. В то же время развитие волоконной оптики и оптических передающих систем позволяет создавать сложные, но экономичные инфраструктуры.

Среди достоинств волоконной оптики особенно ценной является возможность одновременной доставки по одному волокну сигналов с различными длинами волн. Такая доставка позволяет существенно повысить пропускную способность канала связи. Это явление получило название "спектральное уплотнение, или мультиплексирование сигналов по длинам волн" (Wave Division Multiplexing - WDM).

Как известно, существуют разнообразные технологии, обеспечивающие обмен информацией в электронном виде, начиная от считывания ее с носителя с последующим перенаправлением и доставкой адресату. Сегодня обработка сигнала в узловых пунктах сети происходит в три стадии. Поступающий из оптического волокна сигнал преобразуется в электрический. Затем проводится анализ пакетов и их перенаправление, после чего происходит обратное преобразование электрического сигнала в оптический. Таким образом, это довольно сложная процедура, и она не влияет на общую скорость передачи только благодаря быстрдействию оборудования.

В оптических системах нужно неоднократно осуществлять преобразование "оптика-электроника" и наоборот. Но в отличие от электрического кабеля, оптическое волокно не позволяет подключать несанкционированный отвод. К тому же нельзя "снимать" трафик с оптического кабеля бесконтактными методами, так как в этой среде не образуются электромагнитные наводки, то есть волоконная оптика намного лучше обеспечивает защиту информации.

Таким образом, распространение оптических сетей, которые обладают самым высоким потенциалом скорости и объемов информационных потоков, сдерживает сложность, а соответственно, и стоимость активного оборудования.

В магистральных сетях оптическое волокно давно является стандартной средой передачи, поскольку большие объемы трафика обуславливают экономическую целесообразность использования дорогостоящего оборудования. Однако существует необходимость увеличивать пропускную способность, чтобы предоставлять потребителям современные услуги. Решением этого вопроса может стать широкое внедрение оптических систем. И, в частности, PON - это оптимальный выбор технологии доступа.

В технологии PON используются спектральное разделение потоков, широкополосная доставка нисходящего трафика и временное мультиплексирование в восходящем канале, как показано на рисунке 1.



Рис.1 - Основные элементы архитектуры PON и принцип их действия

Прямой поток

Прямой поток на уровне оптических сигналов, является широкополосным. Каждый абонентский узел ONT, читая адресные поля, выделяет из этого общего потока предназначенную только ему часть информации. Фактически, мы имеем дело с распределенным демультиплексором.

Обратный поток

Все абонентские узлы ONT ведут передачу в обратном потоке на одной и той же длине волны, используя концепцию множественного доступа с временным разделением TDMA (time division multiple access). Для того, чтобы исключить возможность пересечения сигналов от разных ONT, для каждого из них устанавливается свое индивидуальное расписание по передаче данных с учетом поправки на задержку, связанную с удалением данного ONT от OLT. Эту задачу решает протокол TDMA MAC.

Список использованных источников:

1. Абилов А. В. Сети связи и системы коммутации / А. В. Абилов. – Ижевск, 2010. – 222с.
2. Алексеев Е. Б. Оптические сети доступа / Алексеев Е.Б. - М.: ИПК при МТУ СИ, 2013. - 140 с.

УСТРОЙСТВО СОЗДАНИЯ ПРЕДНАМЕРЕННЫХ ПОМЕХ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Грибовский А.В.

Матюшков А. Л. – к.т.н., доцент

Анализ вооруженных конфликтов конца XX – начала XXI вв. показывает, что радиоэлектронная борьба (РЭБ) становится одним из ключевых элементов современных войн. Организационно РЭБ является одной из составляющих информационных операций. Современные локальные конфликты предъявляют новые требования к ведению РЭБ, где всё большее участие принимают высокоточные образцы вооружения и военной техники. Таким образом, для эффективного ведения РЭБ очень важно иметь современные устройства постановки помех.

Устройство создания преднамеренных помех (рисунок 1) содержит последовательно соединенные первую антенную систему 2, многоканальный радиоприемник 3, блок аналого-цифровых преобразователей 4, селектор сигналов 5, блок определения рабочих частот 6, блок памяти 7, блок определения адресной группы частот 8, передатчик помех 9 и вторую антенную систему 10, причем группа входов управления селектора сигналов 5 является первой шиной управления 1 устройства создания преднамеренных помех, блок обнаружения пауз 12 и блок управления 13, выход которого соединен со вторым входом управления передатчика помех 9, вторая группа информационных входов является третьей шиной управления 15 устройства создания преднамеренных помех, первый информационный вход блока управления 13 соединен с первым выходом блока обнаружения пауз 12, вторая группа информационных входов которого является второй установочной шиной 14 устройства создания преднамеренных помех, а первая группа информационных входов блока 12 соединена с группой выходов блока определения рабочих частот 6, блок опорных частот 11, выход которого соединен с опорными входами многоканального радиоприемника 3, блока аналого-цифровых преобразователей 4, селектора сигналов 5, блока определения пауз 12, блока определения рабочих частот 6, блока определения адресной группы частот 8, передатчика помех 9 и входом управления блока памяти 7, второй выход блока 12 соединен со входами обнуления блока определения рабочих частот 6, блока памяти 7 и блока определения адресной группы частот 8, а второй выход блока управления 13 соединен со входом управления блока обнаружения пауз 12.

Алгоритм работы блока обнаружения пауз 12 базируется на особенностях функционирования средств связи с ППРЧ: в режиме передачи информации осуществляется изменение рабочих частот. Регулярное появление сигнала на выходе селектора 5 (рис. 1) свидетельствует о работе заданного ИРИ. Задавшись временным интервалом Δt_p (который может быть увеличен в два-три раза на случай

«пропуска цели») становится возможным определение момента прекращения передачи информации. Сообщение о паузе в работе ИРИ с выхода блока 12 поступает на информационный вход блока управления 13.

В функцию последнего входит формирование сигнала управления передатчику помех 9, разрешающее формирование группового помехового сигнала на частотах, указанных блоком 8. Длительность сигнала управления блока 13 составляет ΔT . Последнее задается по третьей установочной шине

15 перед началом работы. На этот интервал времени вход блока 9 блокируется для исключения сбойных ситуаций путем обнуления содержимого блоков 6, 7 и 8 импульсом, формируемым на втором выходе блока обнаружения пауз 12.

После завершения интервала времени ΔT сигнал на выходе блока 13 снимается, а передатчик

помех 9 переходит в режим ожидания. В случае отсутствия работы подаваемой радиосети более заданного интервала времени Δt (задается в блоке 12 перед началом работы по установочной шине 14,

$\Delta T > \Delta t$, $\Delta t > \Delta t_p$) устройство создания преднамеренных помех готово к новому циклу работы. Значение

Δt_p также задается по шине 14 на подготовительном этапе и хранится в блоке 12. Синхронизация ра-

боты элементов устройства (рисунок 1) обеспечивается импульсами блока 11.

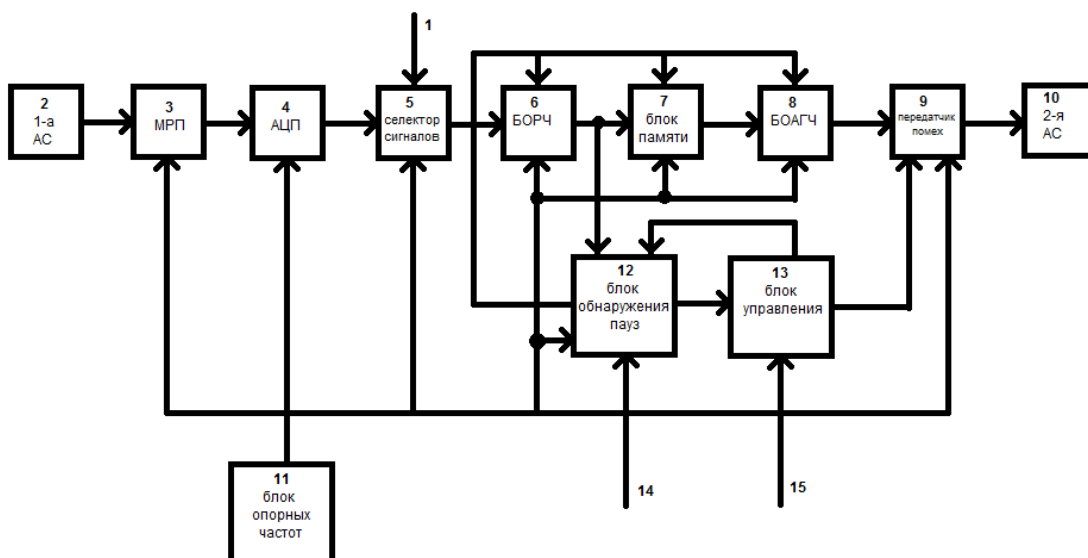


Рис. 1 – Структурная схема устройства создания преднамеренных помех

Таким образом данное устройство обеспечивает эффективное радиоподавление заданной радиосети с ППРЧ при одновременном существенном сокращении энергетических затрат, а также при принятии решения на начало и завершение подавления радиосети не требуется участия оператора.

Список использованных источников:

1. Макаренко С.И., Иванов М.С., Попов С.А. Помехозащищенность систем связи с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты. Монография. – СПб: Свое издательство, 2013. – 166 с.
2. Куприянов А.И., Сахаров А.В. Теоретические основы радиоэлектронной борьбы: Учеб. пособие / АИ, Куприянов, АВ, Сахаров, М: Вузовская книга, 2007, 356 с.

ПЕЧАТНАЯ АНТЕННА X-ДИАПАЗОНА С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Дворецкий Е.А.

Бобков Ю.Ю. – к.т.н., доцент

Микрополосковая антенна, или, как она называется в зарубежной литературе, печатная антенна, представляет собой заземленную подложку, лист диэлектрика и определенное количество прямоугольных резонаторов (излучателей), соединенные посредством последовательно параллельной линии питания.

Решетка из N элементов позволяет увеличить приблизительно в N раз коэффициент направленности действия (КНД) (и соответственно усиление) антенны по сравнению с одиночным излучателем, а также сузить луч для повышения точности определения угловых координат источника излучения в навигации, радиолокации и других радиосистемах.

Характерной особенностью большинства микрополосковых антенных устройств является небольшая ширина полосы частот, не превышающая 2,5 %, и только у некоторых образцов достигает 5–7 %, что и является одним из немногочисленных и некритичных недостатков. Также наблюдаются следующие недостатки: большие омические потери в структуре питания решеток, сложные питающие структуры, постороннее излучение от каналов и соединений, низкая мощность, возбуждение поверхностных волн. Тогда как положительными сторонами считаются следующие пункты: легкая, малая, и тонкая конструкция, низкие затраты на изготовление, линии питания могут быть изготовлены одновременно с антенной структурой.

На рисунке 1 приведена структурная схема микрополосковой антенны:

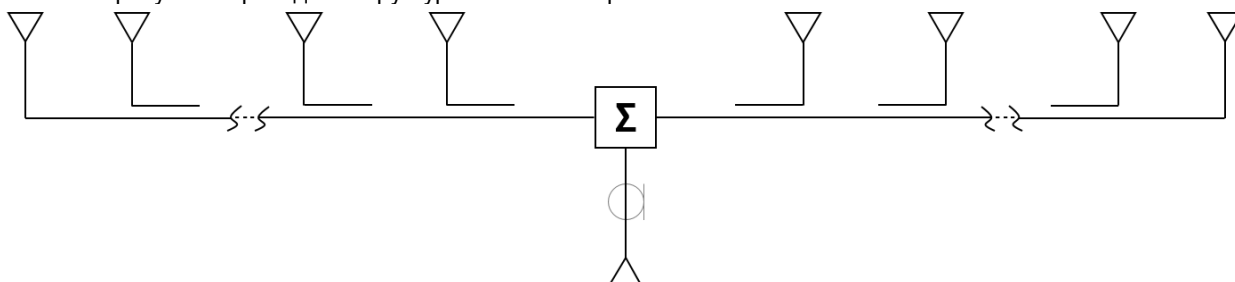


Рисунок 1 – Структурная схема микрополосковой антенны

Питание для антенны подается через коаксиальный кабель. Далее попадает в боковые ветви и следом в излучатели через делители мощности. Найти мощности, поступающие в резонаторы можно благодаря амплитудному распределению косинус на подставке. После нахождения мощностей можно будет найти сопротивление трансформаторов и, следовательно, их ширину для последующего проектирования в программе CST STUDIO.

Микрополосковая линия является неоднородной линией передачи, так как не все силовые линии поля между полосковым проводником и заземленной пластиной проходят через подложку. Поэтому волна, распространяющаяся вдоль микрополоскового проводника, является не чистой Т-волной, а квази – Т-волной. В отличие от несимметричной полосковой линии с малым значением диэлектрической проницаемости подложки, в МПЛ электромагнитное поле концентрируется между микрополоском и заземленным основанием (экраном), поэтому потери на излучение уменьшаются. Прямоугольные резонаторы (излучатели) согласуются с линией питания посредством делителей мощности, состоящих из четвертьволновых трансформаторов.

Таким образом, были рассчитаны элементы конструкции антенны и спроектированы в программе CST STUDIO. Были исследованы методы улучшения полосы пропускания, такие как Г-образный зонд, ёмкостная «top hat» на зонде, сложенные патчи, U-образная щель, двойная U-щель, E-патч. Рассматриваемая модель используется в системах специального назначения.

Список использованных источников:

1. Проектирование полосковых устройств СВЧ – Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2001. – 129 с..
2. Overview of Microstrip Antennas / David R. Jackson. – USA: Department of ECE (University of Houston), 2006. – 118 с.

СИСТЕМА ЗАДНЕГО ВИДА, КАК СРЕДСТВО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Денис А. А.

Руководитель:
ст. преп. Дворникова Т. Н.

В последнее время рост интенсивности движения и повышение плотности транспортного потока приводит к увеличению количества аварийных ситуаций.

Часть возникающих дорожно-транспортных происшествий с участием мотоциклистов вызваны ограниченной видимостью пилота, а также быстрой сменой ситуации на дороге.

Обзорные зеркала мотоцикла малогабаритные. Они неспособны отобразить автомобили идущие позади или находящиеся в непосредственной близости от транспортного средства. Образуются зоны, недоступные для поля зрения пилота, так называемые слепые зоны. Для того, чтобы полностью контролировать дорожную ситуацию, мотоциклисту необходимо постоянно смотреть вокруг, поворачивая голову. Однако, на высокой скорости количество времени, требуемого для рациональной оценки происходящего, имеет существенное значение. Большая продолжительность может стать причиной аварии.

Для решения указанной проблемы разработана система заднего вида, представляющая собой аппаратный комплекс, который состоит из оптического блока и устройства отображения. Она позволяет мотоциклисту следить за ситуацией на дороге и принимать решения относительно безопасности маневров, не отвлекаясь от самого движения.

В оптический блок входят светочувствительный CCD сенсор, который дает достаточно реалистичное цветное изображение, микросхема цифроаналогового преобразователя и усилитель сигнала. В условиях недостаточного освещения и в темное время суток используется режим усиления светочувствительности, инфракрасное ночное зрение.

Для увеличения поля обзора применяется широкоугольная оптика. Угол обзора находится в пределах, необходимых для оптимальной оценки дорожной ситуации. Механизма фокусировки не требуется.

Оптический блок имеет миниатюрные размеры и специальные крепления для установки на твердые нехрупкие элементы конструкции мотоцикла в качестве дополнительного оборудования.

В качестве устройства отображения используется жидкокристаллический монитор универсального назначения, встроенный в приборную панель мотоцикла.

Питание производится от бортовой сети транспортного средства. Включение осуществляется вручную. На дисплее появляется изображение пространства позади мотоцикла в режиме реального времени. Разработанная система заднего вида представлена на рисунке 1.

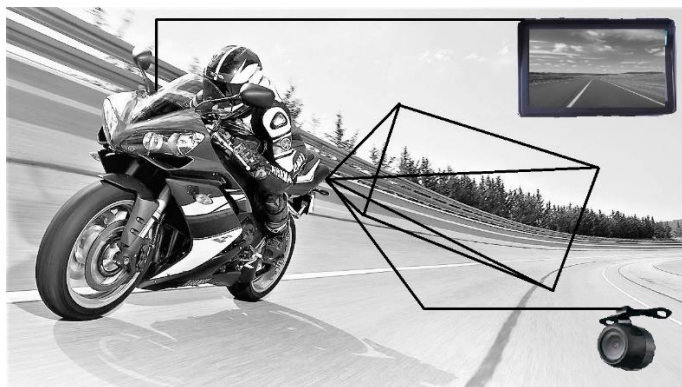


Рисунок 1 – Система заднего вида

Данный аппаратный комплекс является дополнением зеркал, а не их заменой.

Использование системы заднего вида сократит количество аварий с участием мотоциклистов, позволит снизить риски при выполнении маневров и увеличит личную безопасность пилота и других участников дорожного движения.

Список используемых источников:

1. Справочник инженера-конструктора [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.techlibrary.ru> – Дата доступа: 01.03.2017.
2. УГАИ ГУВД МИНСКОГО ГОРИСПОЛКОМА [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gaiminsk.by> – Дата доступа: 27.02.2017.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Дятлов Е.К.

Дворникова Т.Н – ст. преподаватель, м.т.н.

В докладе представлены нейронные сети, их использование в радиоэлектронной промышленности и описана простейшая нейронная сеть на базе инструментов R-Studio и PyCharm.

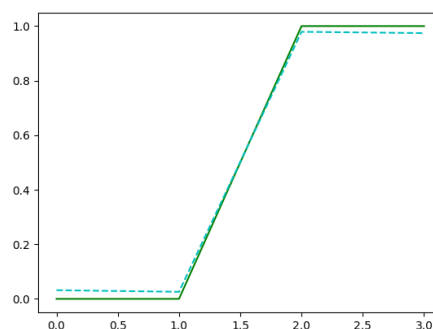
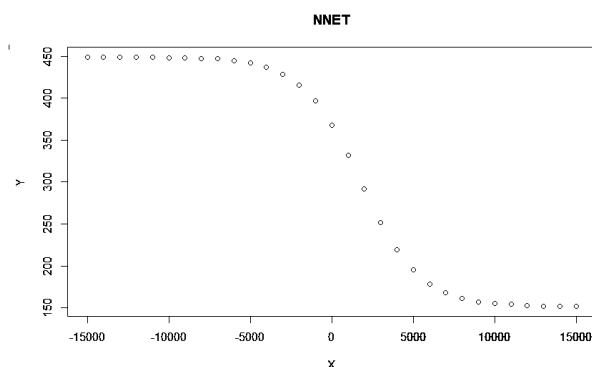
Нейронные сети являются новой технологией в области информационных технологий. Именно этот феномен позволяет создавать огромные вычислительные модели, которые имеют способность к самообучению.

Искусственная нейронная сеть (ИНС) — математическая модель, её программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма.[1]

Принцип обучения нейронной сети основан на кластерном и регрессионном анализе. Существует два основных и десяток комбинированных методов[2]. Основные методы это:

- «Обучение с учителем». В данном методе инженер обучает нейронную сеть парой «объект-ответ», на базе которой нейронная сеть строит нелинейную функцию, основанную на регрессионном анализе.
- «Самообучение». Используя данный метод, нейронная сеть должна сама находить связанные между собой данные у объектов, используя данные о попарном сходстве объектов. Данный метод основан на кластерном анализе данных.

Используя метод обучения с использованием регрессионного анализа, были разработаны две простейшие нейронные сети с помощью инструментов R-Studio на языке программирования R и PyCharm на языке программирования Python. С помощью инструмента PyCharm была построена нейронная сеть, которая на основе четырех значений и тысячи итерации строит пошагово аппроксимацию сигмоиды. В случае с R-Studio была построена модель зависимости параметров друг от друга, а нейросеть сама построила график и откалибровала коэффициенты.



Графики представлены на рисунке 1.

Рисунок 1. Графики данных нейронных сетей, построенные с помощью инструментов R-Studio и PyCharm

Вывод: искусственные нейронные сети имеют богатейший потенциал в различных сферах, в том числе в радиоэлектронике. Сети можно использовать для планирования различных радиоэлектронных решений (блок питания, материнская плата, жесткий диск), а также для прогнозирования данных.

Список использованных источников:

1. Дэйви Силен, Арно Мейсман, Мохамед Али. Основы Data Science и Big Data. Питер 2017. ISBN 978-5-496-02517-1
2. http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Машинное_обучение

МЕТОДЫ КОМБИНИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Емельянов В.В., Нияковский А.А.

*Руководитель:
ст. преп. Дворникова Т.Н.*

Одной из тенденций двадцать первого столетия является движение человечества к глобальному информационному обществу (ГИО). ГИО - это совокупность сетей, оборудования конечных пользователей, информации и людских ресурсов, которая может быть использована для доступа к полезной информации, связей пользователей друг с другом в любое время и из любого места. В мире объем информации, передаваемой через информационно-телекоммуникационную структуру, удваивается каждые 2-3 года. В двадцать первом веке важнейшую роль в жизни человека играет информация. Однако насколько бы доступными и совершенными ни были бы методы передачи информации, наиболее распространенной средой передачи является акустическая, а способом – человеческая речь.

Для сохранения конфиденциальности речевой информации используются активные и пассивные методы защиты.

Методы пассивной защиты информации (ЗИ) предполагают ослабление или исключение утечки акустических сигналов за границы выделенной зоны передачи. К ним относятся как звукоизоляция помещений, в которых проходят важные совещания, так и профилактические меры по регулярному контролю среды на наличие утечек и попыток перехвата со стороны.

Активная защита включает в себя наведение резидентных электромагнитных, ультразвуковых, радио- и акустических помех на среду передачи, маскирующих полезный сигнал до уровней, не различимых приемником-перехватчиком, подавляющих диктофонные устройства, а также физическое устранение средств несанкционированного доступа к каналам передачи информации. В основе активных методов защиты речевой информации лежит использование технических средств обнаружения перехвата информации. Средства активной защиты применяются в условиях, когда пассивное обеспечение безопасности экономически нерентабельно ввиду обширности зоны покрытия или невозможно по техническим причинам, что делает относительно малогабаритные и дешевые САЗ выгодной альтернативой.

Комбинированные методы представляют собой эффективное совместное использование активных и пассивных средств в зависимости от условий среды и являются наиболее перспективным направлением в области защиты информации. Системы комбинированной защиты помещений считают в себе все преимущества обоих подходов к предотвращению перехвата информации и лишены их недостатков, взаимно перекрывая все возможные пути несанкционированного доступа. В связи с многомерностью и неоднозначностью возможных направлений акустического перехвата и, соответственно, сложностью однозначного выбора какого-то определенного пути ЗИ, в настоящее время предпочтение отдается комбинированным методам.

В докладе представлена сравнительная характеристика методов активной и пассивной защиты в отдельной имплементации и выявлены возможные способы совместного активного и пассивного противодействия перехвату информации путем комбинации наиболее успешных и выгодных защитных мер в границах одной среды передачи.

1. Кравченко В.Б. Защита речевой информации в каналах связи. Журнал «Специальная Техника», Москва, 1999.
2. Абалмазов Э.И. Методы и инженерно-технические средства противодействия информационным угрозам. – М.: Гротек, 1997.

Электронный сигнализатор появления воды в помещении (квартире)

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ермакович А.Н., Саланович И.Н.

Карвизга Н. М. – ст. преподаватель

Проблема затопления всегда стояла очень остро. Основными причинами затопления помещений являются: эксплуатационные дефекты крыш, инженерных сетей а также халатность жильцов. Затопления приводят к большим материальным затратам. В настоящее время, к сожалению, не существует недорогих устройств, которые могли бы предупредить владельца помещения о начинающемся затоплении.

В связи с техническим прогрессом водопроводные соединительные элементы были заменены с металлических труб на так называемые армированные соединительные шланги. К сожалению данные соединения не совсем надёжны т.к. состоят из резиновой трубки оплетённой металлом. Да, итальянские элементы имеют хорошее качество и срок службы таких соединений может достигать 3-4 лет. Но российские и китайские соединители не совсем надёжны из-за плохого качества материала. В связи с тем, что в водопроводной трубе давление может колебаться от 2 до 6 атмосфер, то шланг находится постоянно под давлением. Если не заметить подтёк вовремя, то шланг может лопнуть и за 1-2 часа может набежать около 6-7 куб. метров воды, что приведёт к большим финансовым расходам.

Встал вопрос, как же оповестить владельца квартиры о затоплении помещения. Пришла идея о бюджетном варианте сигнализатора. Данное устройство (сигнализатор) предназначено для оповещения владельца квартиры (имитация милицейской сирены) при несанкционированном появлении воды в помещениях.

Электронный сигнализатор состоит из двух токопроводящих пластин, электронного ключа(VT1), основного генератора (D.D.1.1-D.D.1.4), выходного транзистора(VT2), пьезоизлучателя, источника питания. Когда на токопроводящие пластины, подключенные к базе транзистора (VT1), поступает вода (сопротивление порядка 45-50 КОМ) открывается транзистор (VT1) типа КТ972 (это составной транзистор, имеющий высокое сопротивление). В коллектор (VT1) включён генератор, имитирующий звук милицейской сирены, собранный на микросхеме D.D.1.1-D.D.1.4. Основной генератор состоит из двух вспомогательных генераторов: 1й работает на частоте 3-4 Гц, собран на 2х элементах: D.D.1.1-D.D.1.2 и управляемого генератора на частоте 1500-2000 Гц, собранного на элементах D.D.1.3-D.D.1.4. Данный генератор изменяет частоту в указанных пределах по линейному закону. К выходу элемента D.D.1.4 подключен составной транзистор КТ972 в коллекторе, которого включен излучающий пьезоэлемент через трансформатор.

В данном сигнализаторе предусмотрен контроль работоспособности сигнализатора (и состояния батареи). Для чего служит кнопка (S1), которая включена параллельно к металлическим проводникам, подключенным к транзистору (VT1). При нажатии на кнопку должен быть слышен из излучателя громкий звук электронной сирены.

Возможности данного сигнализатора не ограничиваются подачей звукового сигнала. Желательно использовать электромагнитный клапан, который срабатывает от электронного сигнализатора и перекрывает воду при затоплении. Затем при подключении данного устройства к мобильному телефону в случае затопления помещения водой (срабатывания сигнализатора) будет осуществляться автодозвон на номер телефона владельца (рис. 1). В этом случае используется телефон (Техет) с функцией «SOS» (управление 1 кнопкой). Контакты реле (к2.1) при срабатывании сигнализатора выполняют функцию нажатия этой кнопки, владелец услышит сигнал тревоги на любом расстоянии. Можно подключить датчик охранной сигнализации. При злоумышленном вскрытии дверей помещения, владелец услышит сигнал тревоги. Так же по желанию можно подключить датчик возгорания, датчик газа и др.

Данный телефон должен постоянно находиться на зарядке во избежание разряда батареи. В настоящее время, данный сигнализатор готовится к серийному выпуску т.к. устроен на базе охранно-пожарного оповещателя разработанного малым предприятием «Охрана» (г. Минск) в 2005 году. Корпус используется от серийно выпускаемого ранее радиоохранного устройства этим же предприятием. Конструктивно сигнализатор собран на печатной плате, применяемой в ОПСЗО, в качестве излучателя применяется пьезоэлемент который при малых размерах позволяет получить высокое звуковое давление. Всё устройство питается от батареи типа «крона» напряжением 9В.

Технические характеристики:

Напряжение питания	2-3 мкА
В режиме тревоги	0.1 А
Частота генератора №1	5 Гц
№2	1000-1500 Гц
Время работы в режиме покоя	до 1 года
Время работы при подаче сигнала	1,5-2 часа
Размеры	20*50*100 мм
Вес	0,1 кг

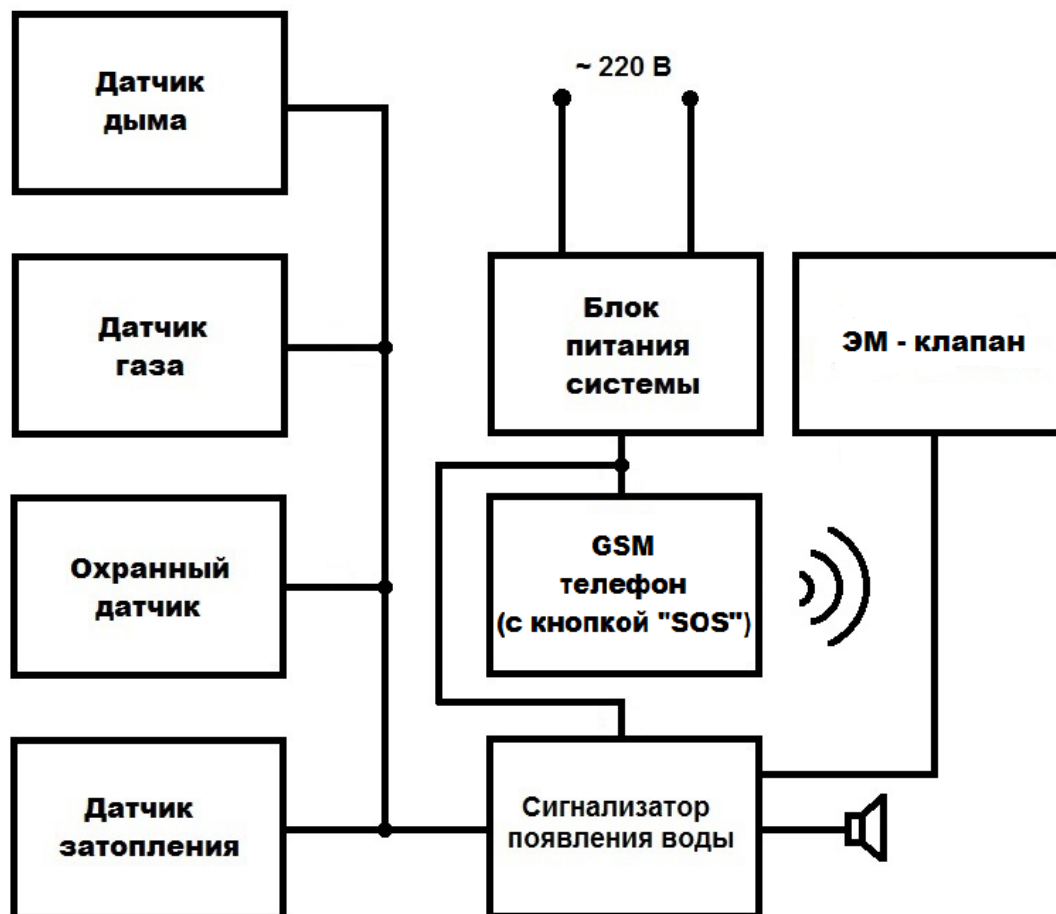


Рисунок 1 – Структурная схема

Список литературы:

1. Гибридные микросхемы микросхемы. Справочный листок – «Радио», 1973, №5.
2. Б.М. Богданович, Э.Б. Ваксер - Краткий радиотехнический справочник, 1976.

Способы сложения сигналов при построении мощных усилительных каскадов

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Жерносеков Р.А.

Першин В. Т. - к. т. н., доцент

Вопрос о получении средних и высоких значений мощностей в радиодиапазонах возник ещё на начальном этапе развития радиовещания. С одной стороны, производство мощных выходных усилительных приборов требовало решения сложных инженерно-технических задач, а с другой, это было экономически и организационно нецелесообразно. Потому уже на первых этапах развития мощного радиовещания были предприняты попытки поиска эффективного решения этого вопроса. Переход на полупроводниковую технологию не снял актуальности данной проблемы. Так как в силу физических и технологических особенностей производства активных усилительных элементов, получение больших значений мощностей на базе полупроводниковых приборов затруднительно. Особенно в диапазоне СВЧ, который на сегодняшний день активно осваивается.

Наибольшей популярностью в вопросе сложения мощностей получили мостовые способы сложения, представляющие собой соединения активных и реактивных компонентов, организующих систему из осевой и лучевой симметрии. Правильный подбор и включение основных элементов в таком способе сложения мощностей обеспечивает суммирование токов в нагрузке и их взаимную компенсацию на балластном сопротивлении, при этом обеспечивая полную взаимную развязку подключаемых усилительных блоков. Одной из отличительных особенностей мостовых способов сложения является их способность не только суммировать подводимую мощность с оконечных усилительных блоков, но и распределять (делить) ВЧ энергию по нескольким нагрузкам. Режим деления мощности обеспечивается соответствующим подключением используемых усилительных блоков к устройству суммирования.

Существует несколько разновидностей мостовых устройств, которые находят широкое применение в различных диапазонах радиочастот. Так на КВ диапазонах и отчасти в УКВ диапазоне мостовые устройства сложения выполняются на элементах с сосредоточенными параметрами, а в диапазоне ДМВ и СВЧ они выполняются на элементах с распределёнными параметрами. Анализ работы и расчёт мостовых устройств, выполненных на сосредоточенных элементах, производится, как правило, с помощью Y-параметров. Для анализа и расчёта схем, работающих в диапазонах СВЧ и ДМВ, используются S-параметры, т.е. с привлечением волновых матриц рассеивания.

В качестве суммирующего устройства находят широкое распространение мосты Уилкинсона. Они используются при построении мощных усилительных каскадов, схем возбуждения многоэлементных антенн, в составе измерительных трактов и т. п. Особенностью подобных сумматоров является то, что их можно использовать и для распределения полезной мощности, т.е. в качестве делителей мощности. Таким образом, сумматоры и делители мощности являются взаимными устройствами и в зависимости от своего назначения могут осуществлять равное или неравное суммирование или деление мощности на два, и более выходов.

Для расчёта и моделирования мостовых устройств с использованием S-параметров, наиболее удобно использовать современные системы САПР, например MWO (Microwave Office). Использование подобных программ даёт возможность не только произвести расчёт, но и провести анализ свойств проектируемого устройства с помощью встроенных в программу опций.

Исходные данные для расчёта: центральная частота f_0 , которая задаётся в МГц, сопротивление нагрузок, подключаемых к выводам мостового устройства Z_0 Ом, материал подложки и его относительная диэлектрическая проницаемость ϵ_r , а также тангенс угла потерь, материал проводников и его проводимость в Сим/м. Расчёт ведётся с использованием программы MWO. В результате моделирования и необходимой коррекции значения f_0 , которое определяется по минимумам коэффициентов матрицы $S_{mn} S_{nn}$, не должно отличаться от заданного значения более чем на 2%. По результатам окончательного моделирования определяется полоса частот, в которой значения коэффициентов матрицы рассеяния (равных нулю для идеальной структуры) не превышают значения -20 дБ. Определяются также значения коэффициентов прохождения от входа к выходу мостового устройства на центральной частоте f_0 и на краях полосы пропускания. В процессе выполнения расчёта и моделирования в программе MWO получена структура окончательного микрополоскового мостового устройства, приведены графики его частотных характеристик и схема самого мостового устройства на сосредоточенных элементах.

Таким образом, была создана модель мостового устройства сложения мощностей- мост Уилкинсона. По результатам расчёта и моделирования был изготовлен макет оконечного усилительного устройства, в котором для сложения мощностей двух независимых усилительных блоков используется мостовое устройство, расчёт которого был произведён в программе MWO.

Литература

1. Радиопередающие устройства: Учебник для вузов/ В.А Антипенко, Н.С. Бесчастнов, А.М. Захаров и др.; Под ред. Г.А. Зейтлика.- М.: Связь, 1969.- 542с.
2. Каганов, В.И. Транзисторные радиопередатчики/В.И. Каганов. – М.: Энергия, 1976.-447с.
3. Разевиг В.Д., Потапов Ю.В., Курушин А.А. Проектирование СВЧ-устройств с помощью Microwave Office/ В. Д. Разевиг, Ю. В. Потапов, А. А. Курушин. М.: СОЛОН-Пресс. 2003. С. 496. (Серия «Системы проектирования»).
4. www.awrcorp.com/products/microwave-office (сайт компании AWR)

Применение DDS синтезаторов частот в системах радиолокации

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Жук И.Н

Титович Н. А. – к.т.н., доцент

Идея прямого цифрового синтеза известна с начала 70-х годов прошлого века (в англоязычной терминологии метод получил название как *DDS* или *Direct Digital Synthesis*). Структурная схема такого синтезатора приведена на рис.1. В блоке памяти (ПЗУ) хранятся отсчеты синусоиды (данные от значения синусоиды при различных фазах). По определенной программе в соответствии с кодом частоты, записаны в блоке установки частоты (УЧ), происходит вычисление текущих значений синусоиды. Частота в импульсной последовательности f на выходе кратна шагу сетки частот Δf и равна $f=k\cdot\Delta f$, где $k=1,\dots,N$.

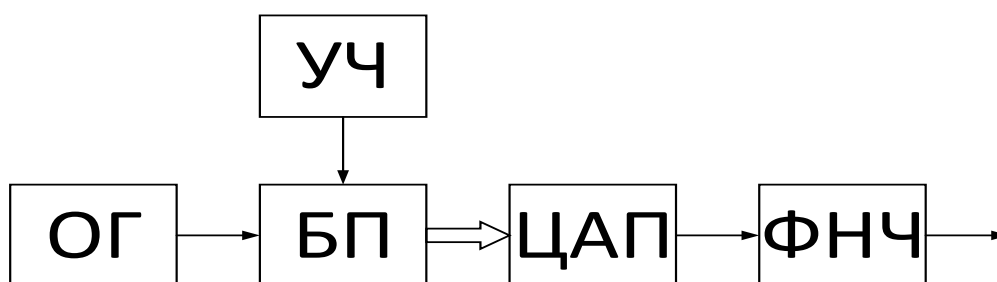


Рисунок 1 - Синтезатор с цифровым формированием отсчетов

Поскольку на выходе синтезатора необходимо формирование синусоидального колебания, то после блока памяти включается цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) (рисунок 1). Для устранения побочных частот после блока ЦАП включен фильтр нижних частот (ФНЧ). Число отсчетов синусоиды 2^N определяется объемом памяти блока вычисления отсчетов (блока памяти).

Изменяя число N импульсов ОГ, считываемых за период T_0 , можно изменить частоту импульсной последовательности на выходе ЦАП. Минимальное число N импульсов ОГ равно двум. Следовательно, максимальная частота импульсной последовательности будет равна $1/2 T_0$.

Таким образом, максимальная выходная частота не может быть выше половины тактовой частоты ОГ f_0 . Верхняя частота f_{max} также определяется граничной частотой блока ЦАП.

Использование *DDS* применяется для улучшения параметров СЧ с ФАПЧ и позволяет достичь новых уникальных результатов в построении возбудителей.

Наиболее подходящим методом формирования отсчетов функции \sin является табличный метод. В качестве БП чаще всего используется ПЗУ, в котором размещается перекодировочная таблица функции. Код, который подается на адресные входы ПЗУ является аргументом функции \sin , а выходной код ПЗУ равен значению функции для данного аргумента. Аргумент функции \sin , или фаза, в отличие от значения функции, меняется во времени линейно. Сформировать линейно меняющуюся во времени последовательность кодов способен сделать простой двоичный счетчик, а для перестройки выходной частоты можно использовать делитель частоты с переменным коэффициентом деления N , на вход которого будет поступать тактовый сигнал с ОГ.

Однако основным недостатком такого решения является плохая способность к перестройке по частоте. Поскольку тактовая частота испытывает деление на целое число, шаг перестройки будет переменным, причем, чем меньше коэффициент деления N , тем больше относительная величина шага. Этот шаг будет недопустимо грубым при малых коэффициентах деления. Кроме того, при перестройке выходной частоты будет меняться и частота дискретизации. Это затрудняет фильтрацию выходного сигнала, а также ведет к неоптимальному использованию скоростных характеристик ЦАП, – они будут в полной мере использованы лишь на максимальной выходной частоте. Поэтому лучше, независимо от выходной частоты, работать на постоянной частоте дискретизации, близкой к максимальной для используемого ЦАП.

Устранить эти недостатки возможно путем замены адресного счетчика ПЗУ накапливающим сумматором. Накапливающий сумматор представляет собой регистр, который в каждом такте работы устройства перезагружается величиной, равной старому содержимому, плюс некоторая постоянная добавка. Когда накапливающий сумматор используется для формирования кода фазы, его еще называют аккумулятором фазы. Выходной код аккумулятора фазы представляет собой код мгновенной фазы выходного сигнала. Постоянная добавка, которая используется при работе аккумулятора фазы, представляет собой приращение фазы за один такт работы устройства. Чем быстрее изменяется фаза во времени, тем больше частота генерируемого сигнала. Поэтому значение приращения фазы фактически является кодом выходной частоты M .

Действительно, если приращение фазы равно единице, то поведение накапливающего сумматора ничем не отличается от поведения двоичного счетчика. Но если приращение фазы будет равно, например, двум, то код фазы будет изменяться вдвое быстрее. При этом на ЦАП коды будут поступать с той же частотой, но они будут представлять собой не соседние отсчеты функции \sin , а взятые через один. Частота генерируемого сигнала при этом будет вдвое большей, а частота дискретизации останется прежней. Аккумулятор фазы работает с периодическими переполнениями, обеспечивая арифметику по модулю $2N$ (N - разрядность аккумулятора фазы). Такое периодическое переполнение соответствует периодическому поведению функции \sin с периодом 2π . Другими словами, частота переполнений аккумулятора фазы равна частоте выходного сигнала.

По существу, тактовая частота испытывает деление на некоторое число, которое определяется кодом частоты и разрядностью аккумулятора фазы. При этом шаг перестройки частоты не зависит от ее значения и равен $\Delta f_0 = f_0/(2N)$. Из этого соотношения следует еще одно уникальное свойство синтезатора частоты на основе накапливающего сумматора: если увеличить разрядность N , то уменьшится шаг перестройки частоты. Причем особых ограничений здесь нет. Например, если разрядность накапливающего сумматора 32 бита, а тактовая частота составляет 50 МГц, то частотное разрешение составит порядка 0.01 Гц. Таким образом, в DDS аккумулятор фазы формирует последовательность кодов мгновенной фазы сигнала, которая изменяется линейно (рис.2). Скорость изменения фазы задается кодом частоты. Далее с помощью ПЗУ линейно изменяющаяся фаза преобразуется в изменяющиеся по синусоидальному закону отсчеты выходного сигнала. Эти отсчеты поступают на ЦАП, на выходе которого формируется синусоидальный сигнал, состоящий из «ступенек». Эти «ступеньки» фильтруются с помощью аналогового ФНЧ, на выходе которого получается синусоидальный сигнал.

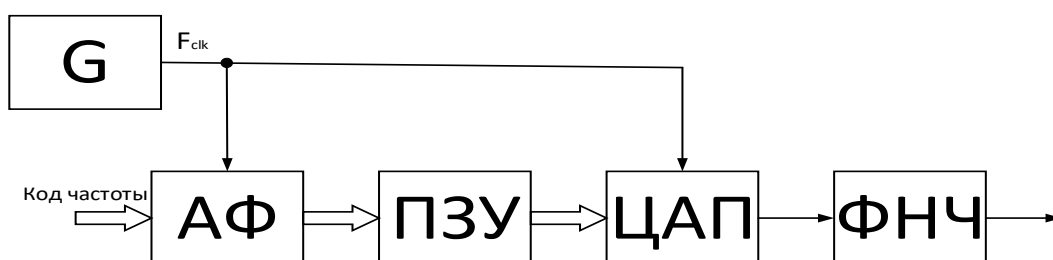


Рисунок 2 – Схема прямого цифрового синтезатора частот

По приведенной выше схеме на базе микросхемы AD9914 компании Analog Device был построен СЧ, используемый в качестве гетеродина РЛС. Система гетеродина состоит из данного синтезатора частот и тракта преобразования частоты к нужным параметрам. Сам синтезатор обеспечивает точность перестройки частот, шаг отстройки частоты и низкий уровень фазового шума. Тракт преобразования частоты, в свою очередь, отвечает за мощность выходного сигнала, частоту выходного сигнала и отношение сигнал/шум. Структурная схема приведена на рисунке 3.

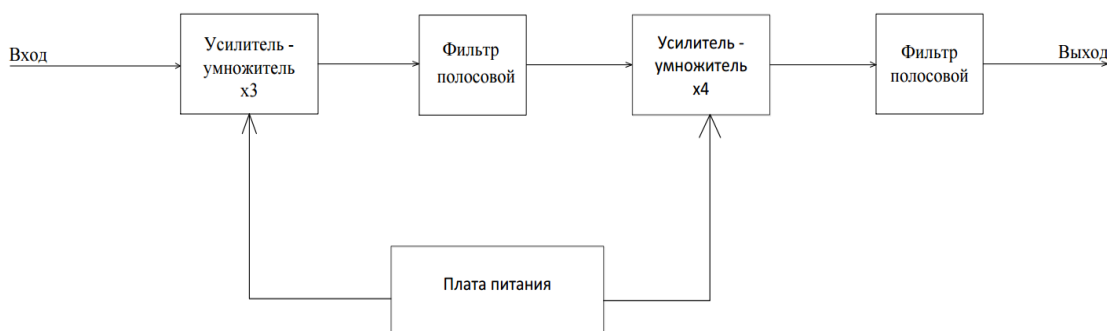


Рисунок 3 – Структурная схема тракта преобразования частоты

Основными элементами приведённой выше схемы являются усилитель-умножители, когда, в свою очередь, фильтры отвечают за уровень сигнала на входе усилитель-умножителей, а так же за качество выходного сигнала, фильтруя побочные составляющие спектра генерируемого сигнала. Фильтры выполнены по микрополосковой технологии на встречно-штыревых резонаторах, что позволяет избавиться от частот зеркального канала, а так же позволяет подавить побочные составляющие на частотах $\lambda \cdot N$, где $N \in [2, \infty]$, а λ – длина волны.

Полученные технические характеристики данного СЧ позволяют сделать заключение о больших перспективах использования метода DDS. Весьма перспективным видится использование комбинированных систем синтеза с использованием схем DDS в СЧ с ФАПЧ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Радиопередающие устройства: учебник для вузов / В.В.Шахгильдян [и др.]; под ред. В.В. Шахгильдяна. – 3-е изд. – Москва: Радио и связь, 2003. – 560 с.
2. Ридико Л.И. DDS: прямой цифровой синтез частоты // Компоненты и технологии. - 2001. № 7-8.

УЧЕБНЫЙ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ И ПОВЕРКИ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ RFID ВЧ И УВЧ ДИАПАЗОНОВ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Карпович В. В., Янковский Н. П.

Кирильчук В. Б., доцент каф. ИРТ, кандидат тех. наук, доцент.

В настоящее время технология радиочастотной идентификации (RFID - Radio Frequency IDentification) реализует метод автоматической идентификации объектов, связанный с передачей, хранением, обработкой и дистанционным (неконтактным) извлечением информации об идентифицируемом объекте с помощью электромагнитного поля (ЭМП) неоптического диапазона длин волн и является одной из наиболее динамично развивающейся и востребованных радиоинформационных технологий, с помощью которой решается ряд сложных технических задач:

- электронный контроль доступа и перемещений персонала на территории предприятий;
- управление движением, оплата проезда и оптимизация пассажиропотоков в общественном транспорте;
- обеспечение безопасности (в комплексе с другими техническими средствами аудио- и видеоконтроля);
- защита и сигнализация на транспортных средствах и мн. др.

В общем виде технология RFID реализуется в виде системы, состоящей из одной или нескольких базовых станций или считывателей, называемых также ридерами или интеррогаторами, одной или большего числа радиочастотных меток или транспондеров, иногда именуемых тегами и системного диспетчера.

RFID-ридер является прибором, способным читать данные из совместимой с ним RFID-метки и записывать в нее данные. Таким образом, читающее устройство является также и записывающим устройством.

Метка RFID - это устройство, способное хранить данные и передавать их считывателю бесконтактным способом с помощью радиоволн. Основными компонентами RFID-тега являются микрочип и антенна.

Системный диспетчер - устройство электронной обработки, например, персональный компьютер, которое накапливает, обрабатывает и анализирует полученную от меток информацию и связывает все элементы в единую систему. Важнейшим элементом системного диспетчера является специализированное программное обеспечение.

Одним из наиболее важных параметров RFID-систем является рабочая частота ЭМП, на которой происходит информационный обмен между считывателем и метками. В настоящее время наибольшее распространение в мире получили пассивные RFID-системы, оперирующие в диапазонах частот 13,56 МГц (применяются в приложениях малого радиуса действия, где расстояние между антеннами считывателя и метки не превышает 15...20 см) и 860...960 МГц (применяются в приложениях среднего радиуса действия, где расстояние между антеннами не превышает 10...15 м).

По мере того как компоненты будут становиться всё более дешевыми, а информационная инфраструктура - более определенной и надежной, RFID будет использоваться для все более широкого круга задач и позволит существенно увеличить эффективность человеческой деятельности. Широкое внедрение и обслуживание систем на основе RFID-технологий предполагает подготовку квалифицированных инженерных кадров, способных проектировать, изготавливать и эксплуатировать такие системы. Для повышения эффективности практической подготовки инженерно-технического персонала в сфере RFID-технологий необходимо соответствующее технологическое оборудование, реализация которого предполагается в виде разрабатываемого учебного аппаратно-программного комплекса (УАПК). Комплекс представляет собой учебно-лабораторную установку, содержащую современные аппаратные и программные средства, с помощью которой, обучаемый приобретает теоретические и практические навыки исследования характеристик, как отдельных функциональных узлов, так и интегральных параметров RFID-систем ВЧ (13,56 МГц) и УВЧ (860...960 МГц) диапазонов на разных ступенях высшего образования.

Существенное различие в диапазонах частот, дальности взаимодействия считывателя и метки, а также протокола обмена данными между ними обуславливает существенные различия в методиках измерения параметров, как отдельных функциональных узлов, так и интегральных параметров RFID-систем в целом. Это обстоятельство определяет конструктивное исполнение УАПК - в виде учебно-лабораторных модулей (УЛМ). Модульная конструкция позволит при необходимости расширить функциональные возможности УАПК путем добавления в исходный состав дополнительных УЛМ других частотных диапазонов, а также модернизации базовых модулей ВЧ и УВЧ по мере совершенствования элементной базы и программного обеспечения.

Структурная схема аппаратно-программного комплекса представлена на слайде. На персональном компьютере (ПК) установлен модуль программного обеспечения, включающий в себя операционную систему Windows со всем необходимым для её работы ПО, среду моделирования параметров RFID-систем ВЧ и УВЧ диапазона и специализированное ПО, предназначенное для осуществления взаимодействия ПК и реального считывающего устройства.

Для теоретических расчетов и электродинамического моделирования функциональных узлов систем RFID ВЧ и УВЧ диапазонов в состав АПК входит модуль моделирования - набор тестовых (демонстрацион-

ных) проектов по расчету основных узлов и блоков системы, выполненных в одной из прикладных программных сред численного моделирования.

Из модуля моделирования можно при необходимости обратиться к справочному модулю, содержащему всю необходимую информацию об АПК, методиках измерения, а также инструкцию пользования комплексом. Кроме того, в справочный модуль включена литература о системах радиочастотной идентификации.

УЛМ RFID ВЧ и УВЧ диапазонов позволяет формировать все возможные команды для связи с меткой или группой меток и имеет встроенный измерительный комплекс для исследования наиболее важных характеристик функционирования считывателя в соответствии с протоколами стандарта ISO 18006 A, B, C и EPC GEN 2. В его состав также входят два типа антенн считывателя (одна для работы в ближней зоне, вторая – в дальней зоне) и проводной комплект для связи с персональным компьютером (ПК), посредством которого (через специальное ПО и графический интерфейс пользователя) на экране монитора отображается информация и результаты тестовых процедур информационного обмена между считывателем и карт-меткой.

Защита от несанкционированного доступа к УЛМ может осуществляться через модуль доступа, посредством ключа доступа, специальной тестовой задачи или блока контрольных вопросов, связанных с компетенциями в области RFID-технологий и методиками проводимых на УЛМ исследований.

Исследования пространственных параметров зоны взаимодействия считывателя и карт-метки, временных и спектральных характеристик сигналов информационного обмена между считывателем и меткой в УЛМ осуществляется с помощью комплекта измерительного оборудования и приспособлений. В его состав входят: осциллограф (полоса частот не менее 100МГц), анализатор спектра (с полосой частот не менее 3ГГц, чувствительностью не менее -80дБ и динамическим диапазоном не менее 90дБ), трехкоординатный держатель карт-метки, комплект соединительных кабелей, тестовая антенна, комплект аттенуаторов и направленных ответвителей мощности.

Список использованных источников:

1. Отчёт о научно исследовательской работе. Разработка устройств приёма-передачи информации для систем радиочастотной идентификации / В. Б. Кирильчук, Д. В. Гололобов, О. А. Юрцев, Ю. Ю. Бобков, В. Н. Путилин, Д. В. Лихачевский, И. Н. Кижлай, А. В. Кухарев, А. А. Попов, Т. Н. Парфенович, Л. А. Шичко, 2010, с. 335.

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД «МНОГОАНТЕННАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ MIMO»

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы
г. Гродно, Республика Беларусь

Карпович Я. Г.

Гаврилова И. Л. – старший преподаватель

В статье рассмотрена технология передачи данных MIMO. Представлена разработка лабораторного стенда для проведения исследований многоантенной системы в рамках лабораторного эксперимента.

Технология MIMO является одним из самых актуальных способов увеличения пропускной способности и емкости беспроводных систем связи. MIMO (Multiple Input Multiple Output – множественный вход множественный выход) — это технология, используемая в беспроводных системах связи Wi-Fi, Wi-MAX, LTE позволяющая значительно улучшить спектральную эффективность системы, максимальную скорость передачи данных и емкость сети. Для организации технологии MIMO необходима установка нескольких антенн на передающей и на приемной стороне. Обычно устанавливается равное число антенн на входе и выходе системы, т. к. в этом случае достигается максимальная скорость передачи данных. Передающие и приёмные антенны разнесены настолько, чтобы достичь минимального взаимного влияния друг на друга между соседними антеннами. Фактически MIMO позволяет в одном частотном диапазоне и заданном частотном коридоре передавать больше данных, т. е. увеличить скорость [1].

В сети Wi-Fi стандарт 802.11n является одним из наиболее ярких примеров использования технологии MIMO. MIMO — ключевой компонент, позволивший увеличить канальную скорость беспроводного соединения с 54 Мбит/сек до более 300 Мбит/сек в сети Wi-Fi, используя стандарт 802.11n. Кроме увеличения скорости передачи данных, стандарт, благодаря MIMO, также позволяет обеспечить лучшие характеристики качества обслуживания в местах с низким уровнем сигнала [2].

Разработанный лабораторный стенд, структурная схема представлена на рисунке 1, предназначен для проведения исследований многоантенной системы технологии MIMO. Позволяет определить максимальный радиус действия антенн, а так же провести сравнение параметров стандартных антенн и антенн, используемых в качестве лабораторных.

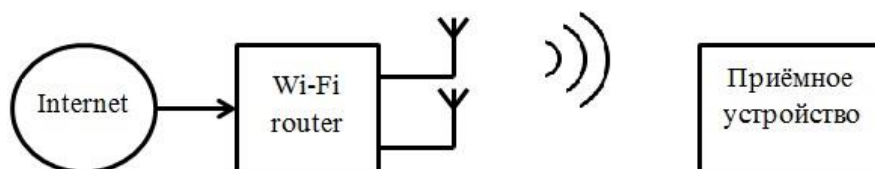


Рис. 1 – Структурная схема лабораторного стенда

Для проведения исследований, в рамках лабораторной работы, используется Wi-Fi роутер ZyXEL KEENETIC GIGA II. Данный роутер предназначен для выделенной линии Gigabit Ethernet, с точкой доступа Wi-Fi 802.11n 300 Мбит/с, коммутатором Gigabit Ethernet. Имеет так же два разъема RP-SMA для подключения внешних антенн. Подключение изготовленных антенн производится через 50 Ом коаксиальный кабель RG-58, который обладает достаточно хорошими и оптимальными характеристиками. Данный тип кабеля дает возможность передачи радиосигналов с минимальными потерями в кабеле со сплошным полиэтиленовым диэлектриком, а также близкие к предельно достижимым показаниям электрической прочности и передаваемой мощности.

Многоантенная система содержит две патч антенны, которые работают на частоте 2,4 ГГц. С помощью данных антенн можно добиться усиления сигнала в местах со слабым приемом до 12-14 dBi, тем самым увеличив скорость передачи данных на десятки Мбит/с. Расчет, моделирование и проектирование 3D модели патч антенн производились в программе ANSYS HFSS. Данные антенны являются короткозамкнутыми, что позволяет избежать влияния статического напряжения.

Принцип работы лабораторного стенда заключается в наличии двух антенн, которые будут одновременно раздавать сразу несколько потоков информации по одному каналу до поступления в приемное устройство (ноутбук). Это позволит существенно улучшить пропускную способность сигнала, увеличить расстояние и скорость передачи данных, не прибегая к расширению полосы.

Разработанный лабораторный стенд предназначен для проведения исследований многоантенной системы технологии MIMO в рамках лабораторного эксперимента по дисциплине «Антенно-фидерные устройства», читаемой на кафедре электротехники и электроники.

Несомненно, использование данной технологии находит применение на транспорте. В зависимости от конструкции антенна может работать для диапазонов частот сотовой связи стандартов 2G/3G/4G, для навигационных сигналов GPS/ГЛОНАСС либо для беспроводных сетей передачи данных Wi-Fi 2,4/5 ГГц. Что позволит решить ряд задач, требующих существенных скоростей передачи данных, например, в системах оповещения пассажиров, системах видеонаблюдения, доступа в интернет, связи со спутниками для навигационных целей.

Таким образом, технология MIMO находит применение практически во всех системах беспроводной передачи данных, а также решает две задачи:

1. Увеличение качества связи за счет пространственно временного/частотного кодирования и (или) формирования лучей.
2. Повышение скорости передачи при применении пространственного мультиплексирования [3].

Список использованных источников:

1. Multiple Input Multiple Output [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://celnet.ru/mimo.php>.
2. Learn about Multiple-Input Multiple-Output [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intel.com/content/www/us/en/support/network-and-i-o/wireless-networking/000005714.html>.
3. Многоантенные технологии (MIMO) в LTE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.1234g.ru/4g/lte/fizicheskij-uroven-standarta-lte/mnogoantennye-tehnologii-mimo-v-lte.html>.

Способ выделения информативных составляющих вибрационного сигнала методами межкомпонентной фазовой обработки

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Кечик Д. А.

Воробьев В. И. – с. н. с. НИЛ 5.3 НИЧ БГУИР к.т.н., доцент

Актуальность проблемы виброакустической диагностики диктуется необходимостью оперативного безразборного контроля технического состояния машин и механизмов на всех стадиях их использования. Во время эксплуатации оборудования проводится его плановый осмотр, требующий остановки производства и разборки всего оборудования или отдельных узлов. Не редки и выход из строя машин и механизмов. Всё это ведёт к простоям оборудования и персонала, перерывам в производстве. Наносимый этим ущерб настолько велик, что существует настоятельная необходимость систематического безразборного контроля представительных параметров технического состояния и анализа результатов диагностирования. Существует технология, известная под названием «эксплуатация и обслуживание по состоянию», которая призвана предупредить неожиданные поломки, обеспечить надежную работу механизмов и экономию средств. В такой технологии источником информации о техническом состоянии узлов машин и механизмов является виброакустический сигнал. Изменения его характеристик обуславливаются изменением технического состояния узлов, деталей, параметров регулировок и т. п.

В большинстве случаев виброакустическая диагностика проводится методами, основанными на спектральном анализе вибросигнала. Такие методы привлекают простотой и универсальностью. Однако в спектрах вибросигналов сложных механизмов часто затруднительно выделять нужные информативные составляющие. В сложной системе возможно одновременное развитие нескольких дефектов. Характер проявления дефектов в вибросигнале зависит от кинематической схемы и режима работы оборудования. Нестабильности частот, размывание отдельных составляющих, появление нелинейных и параметрических эффектов с развитием дефекта, и, как следствие, наличие в спектре множества высших и комбинационных составляющих, наличие механических резонансов, зашумлённость сигнала существенно усложняют формирование однозначного пространства диагностических признаков. Отделение информативных компонент от неинформативных, разделение составляющих, относящихся к разным дефектам узла или дефектам разных узлов являются сложными задачами. В тоже время, результат диагностики напрямую зависит от того, насколько успешно решена задача разделения сигнала вибрации на компоненты разной природы. Основные ошибки в использовании спектрального анализа огибающей вибрации связаны с тем, что многие средства анализа не предоставляют возможности предварительного разделения сигнала вибрации на составляющие различного происхождения.

В связи со сказанным предлагаемый способ обработки вибросигналов призван разделить сложный сигнал на ряды квазигармонических высших, комбинационных и модуляционных составляющих и обеспечить большую однозначность в выборе спектральных диагностических признаков. Метод основан на использовании того, что между гармониками, которые являются результатом нелинейного взаимодействия одной или нескольких квазигармонических составляющих, сохраняются детерминированные фазовые соотношения. Для анализа этих соотношений применены оценки линейных комбинаций полных фаз гармоник вибросигнала: фазовый инвариант (ФИ), В. А. Зверева [1], фазовый квазиинвариант (ФКИ) [2, 3] и бифаза [4, 5].

В докладе приведены теоретические обоснования применения методов межкомпонентной фазовой обработки сигналов для задачи обнаружения в сигнале рядов квазигармонических составляющих одной природы, выделения модуляционных компонент, разделения составляющих, частоты которых связаны рациональными отношениями по происхождению, результаты работы алгоритмов на моделированных сигналах, содержащих ряды квазигармонических составляющих разного происхождения и модуляционные компоненты.

Показано, что данные методы позволяют успешно решить задачу выделения рядов квазигармонических составляющих, имеющих общее происхождение, что позволяет выделить наборы информативных признаков из вибрационного сигнала для диагностики оборудования спектральными методами.

Список использованных источников:

1. Зверев В. А. Модуляционный метод измерения дисперсии ультразвука // Доклады Академии наук СССР, 1953, Том, № 4. –С.791-794.
2. Борисенко С. Ю., Воробьев И. В., Давыдов А. Г. Сравнение некоторых способов анализа фазовых соотношений между квазигармоническими составляющими речевых сигналов. / radio-technica.ru/wp-content/uploads/.../Секция-АП-Акустика-речи.pdf
3. Воробьев В. И., Борисенко С. Ю. Методы межкомпонентной фазовой обработки спектральных составляющих нестационарных сигналов вибрации // XXVII сессия Российского акустического общества, посвящённая памяти учёных-акустиков – ФГУП «Крыловский государственный научный центр» А. В. Смольякова и В. И. Попкова. – Санкт-Петербург: 2014.
4. Бочков Г.Н., Горохов К.В. Способ синтеза биспектрально-организованных сигналов.// Письма в ЖТФ, 1995, Т.21, В.16, С.27-32.
5. Бочков Г.Н., Горохов К.В. Полиспектральный анализ и синтез сигналов: Учебно-методический материал, Нижний Новгород, 2007, 113 с.

СПЕКТР ОГИБАЮЩЕЙ ВИБРАЦИОННОГО СИГНАЛА ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Космач Н. В.

Давыдов И.Г. – к.т.н., доцент

Техническая диагностика в последнее время приобретает особую актуальность в связи с достижением предельных значений ресурсных параметров машин и оборудования. Для оценки технического состояния значительного числа промышленных объектов и оборудования успешно применяется вибродиагностика. В системах вибродиагностики применяются первичные вибропреобразователи, размещаемые на объекте, при этом измеряется ускорение и анализируется его огибающая.

Для автоматического определения дефектов методом огибающей необходимо знать кинематическую схему оборудования и параметры элементов (для подшипников качения — это количество тел качения, диаметр сепаратора, диаметр внешнего и внутреннего кольца). Также необходима частота вращения вала. В качестве примера будет рассмотрен подшипник качения 6213 производства SKF.

Сигнал виброускорения снятый с нагруженного дефектного оборудования отфильтруем полосовым фильтром в полосе от 500 до 10000 Гц. Затем после преобразования Гильберта и операции взятия по модулю получаем спектр огибающей сигнала через быстрое преобразование Фурье.

Спектр полученного сигнала представлен на рисунке 1:

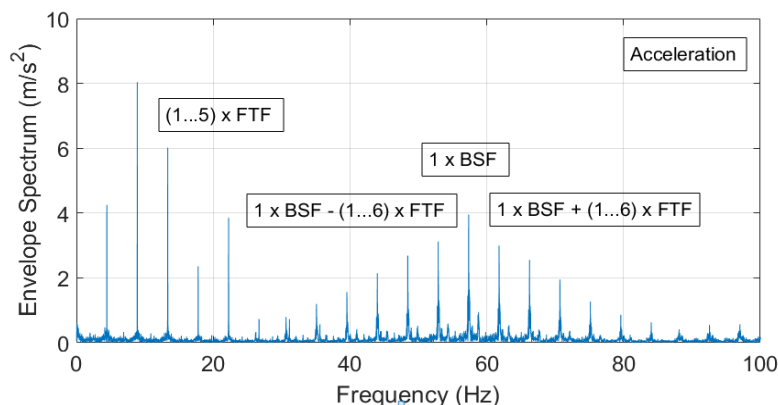


Рисунок 1. – Спектр сигнала с дефектного подшипника качения

На рисунке 1 представлен дефект раковин, сколов на телах качения. Шаблон в спектре огибающей имеет вид $k \cdot BSF \pm m \cdot FTF$, данный шаблон был представлен в источнике 2, где BSF – частота вращения тел качения, FTF – частота вращения сепаратора. Таким образом данный шаблон совпадает со спектром сигнала.

На рисунке 2 представлен подшипник с дефектом сигнал с которого мы получили ранее



Рисунок 2. – Дефектный подшипник качения

Таким образом для автоматического обнаружения дефекта достаточно знать шаблон. Однако существует проблема с наложением частот различных дефектов и точность параметров подшипника. Так как параметры подшипников не всегда совпадают с реальными размерами.

При достаточном количестве данных и правильности параметров можно находить дефекты в автоматическом режиме.

Список использованных источников:

1. Рэндалл Р. Б., Частотный анализ
2. Барков Н. А., Введение в виброакустическую диагностику роторных машин и оборудования.

АЛГОРИТМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Кравченко О.С.

В последние годы значительно увеличилось количество многоквартирных домов, как оптимальное использование пространства. Актуальность данной работы также исходит из повышения цен на пользование и обслуживания лифтов (рис. 1). В связи с этим потребление лифтов значительно увеличилось, увеличилось и нерациональное их использование.

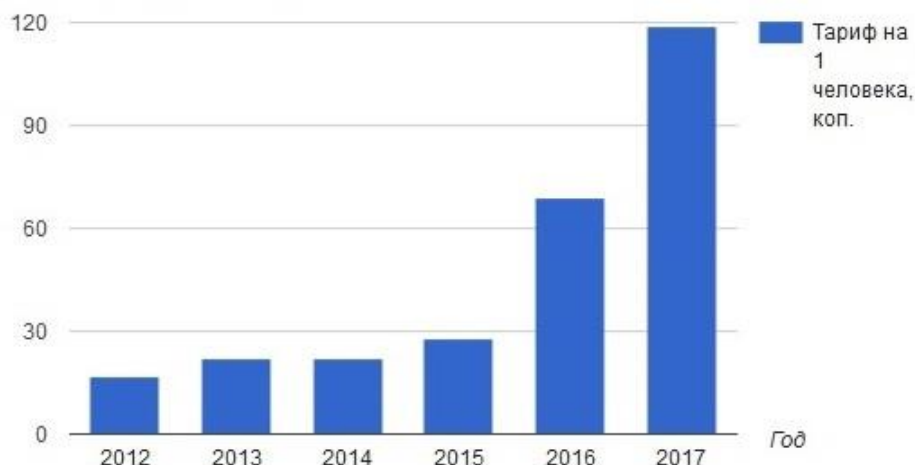


Рисунок 1 – Изменение платы за пользование лифтом за последние шесть лет.

Данный алгоритм предусматривает наличие некоторого электронного аппаратного оборудования:

- устройство вызова лифта в каждой квартире
- центральное связующее устройство (ЦСУ)

Устройство вызова будет представлять собой небольшое экранное устройство, с простым интерфейсом. В числе дополнений будут указания на расположение каждого лифта, ближайшее и последующие прибытия лифтов, возможность ускоренного вызова лифта за символическую плату.

Центральное связующее устройство в свою очередь будет обрабатывать все запросы. Кран – основа грузоподъемных машин – напрямую будет связано с ЦСУ, таким образом оплата за выработанное количество электроэнергии будет более точно распределена среди потребителей.

Разработанный алгоритм включает в себя совокупность критериев по оптимизации нагрузки и увеличению производительности (рис. 2). Одним из уникальных критериев выступает возможность подбора на ближайших этажах (не важно сверху или снизу).

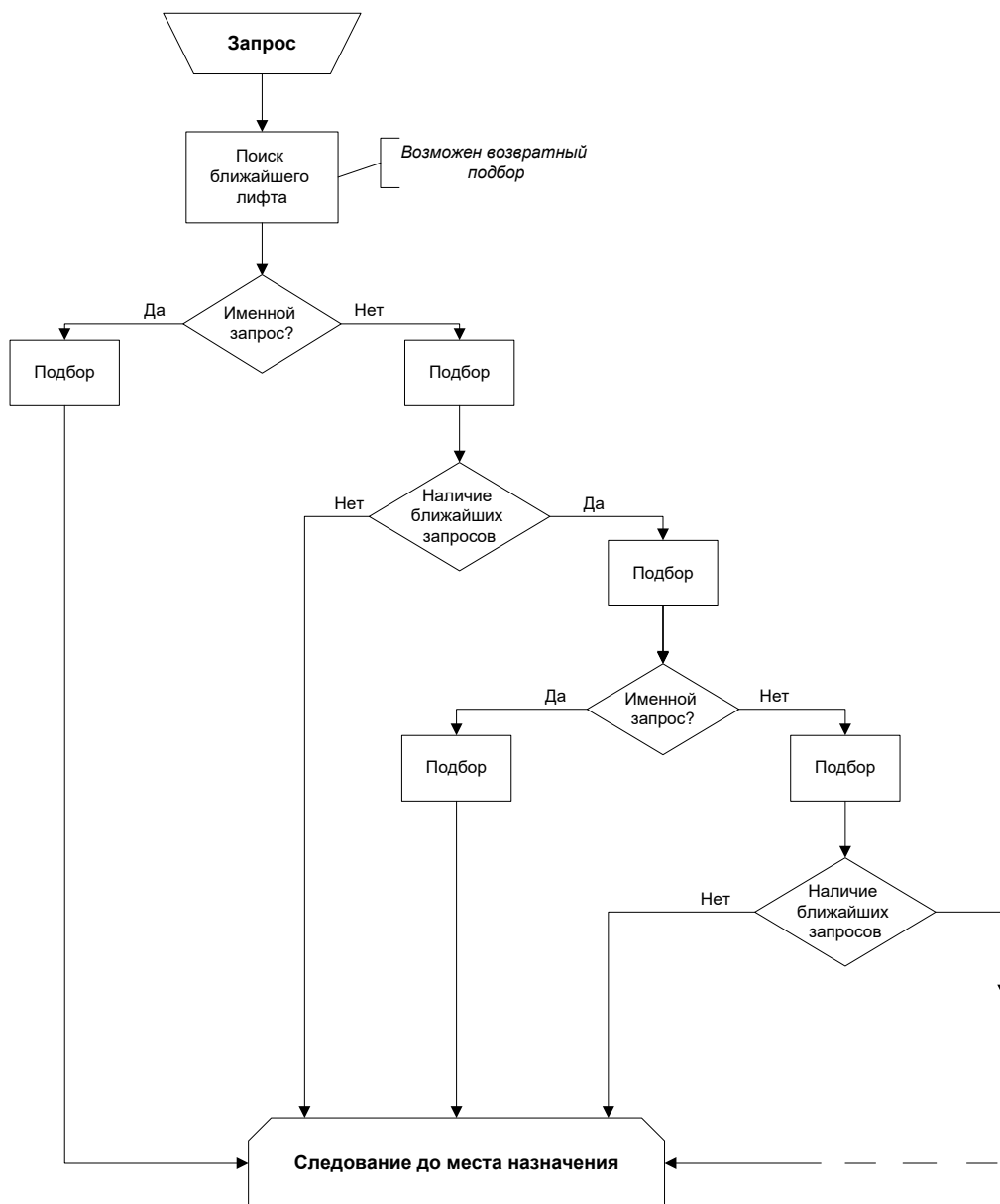


Рисунок 2 – Структурная схема разработанного алгоритма.

Список использованных источников:

1. domovita.by;
2. «Теория систем массового обслуживания», И.В. Солнышкина, с. 75.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА МАТЕРИАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Кутья А.С.

Дунский Е.А. – ООО «ДекорИнтерьер»

За последнее десятилетие произошло значительное возрастание объема информации во всех сферах деятельности человека, которую необходимо накапливать, хранить, обрабатывать и анализировать. В результате возникает необходимость проектирования и внедрения автоматизированных информационных средств и систем, которые позволяют выполнять вышеперечисленные операции.

Автоматизация есть создание базы данных предприятия с множеством таблиц и даже массивов. Из построенной таким образом БД можно получить отчеты. Анализируя эти отчеты, уже можно принимать решения финансового и управленческого плана. Стоит отметить, что практически любое предприятие, достигающее до определенного уровня (в смысле сложности взаимоотношений между отделами внутри предприятия и сложности во взаимоотношениях с контрагентами), в принципе не может наладить без автоматизации не только правильную, отвечающую исходным данным отчетность, но и тем более систему, позволяющую оперативно получать данные для анализа и принятия решения.

Следует отметить тот факт, что специфика работы различных компаний может существенно отличаться (объемы документооборота, особенности производственных процессов, а также требования, предъявляемые к системе автоматизированного учета). Это свидетельствует о том, что необходимо применение индивидуально-го подхода к внедрению автоматизированной информационной системы (автоматизированной системы учета) в данной конкретной компании.

Для выполнения автоматизации учета материальных ценностей отделом информационных технологий разработана база данных, структура которой приведена на рисунке 1.

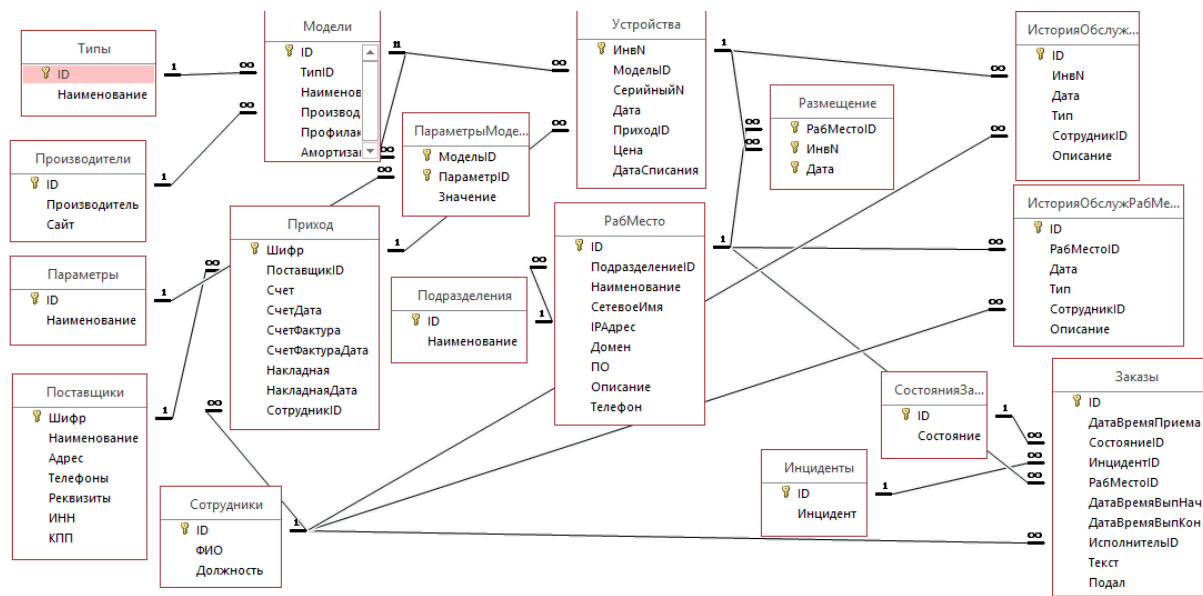


Рисунок 1 – Структура базы данных

База данных содержит следующие таблицы:

- типы (типы оборудования);
- производители (производители оборудования);
- параметры (параметры устройств);
- поставщики (поставщики оборудования);
- модели (модели имеющегося оборудования);
- параметры моделей;

- приход (отражение закупки оборудования, а также документов, согласно которым это производится);
- сотрудники (все сотрудники предприятия);
- подразделения (отображение структуры предприятия);
- устройства (имеющиеся в наличии оборудование)
- рабочее место (описание рабочих мест сотрудников с указанием необходимых параметров);
- размещение (отображение распределения оборудования по рабочим местам);
- история обслуживания (история обслуживания каждой единицы оборудования);
- история обслуживания рабочих мест (изменение техники на рабочих местах);
- заказы (ведение учета заявок на выполнения работ);
- инциденты (типы заявок);
- состояние заказа (отслеживание состояния заявок).

Разработка программного обеспечения (приложения с оконным интерфейсом), обеспечит удобную работу с представленной базой данных.

На рисунке 2 представлен графический интерфейс приложения для работы с разработанной базой данных.

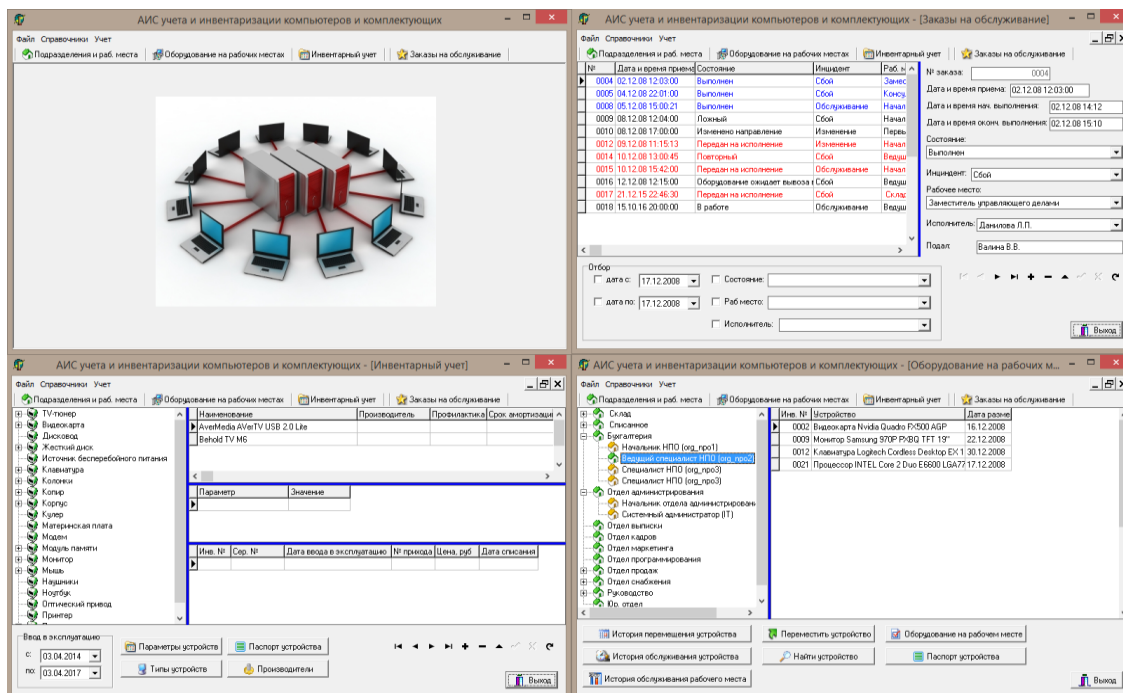


Рисунок 2 – Графический интерфейс приложения для работы с базой данных

Таким образом, была разработана структура базы данных, а также приложение для работы с ней. Данная разработка позволит автоматизировать учет материальных ценностей отделом информационных технологий организации, а также вести учет истории обслуживания и заявок на выполнение различных работ.

Список использованных источников:

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-ucheta-na-predpriyatii>
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.bexpert.ru/services/avtomat/>
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://infits.narod.ru/ais/ais-n3.htm>
4. Осипов Д. Базы данных и Delphi. Теория и практика / Д. Осипов – СПб. : БХВ-Петербург, 2011. – 752 с.
5. Осипов Д. Delphi. Программирование для Windows, OS X, iOS и Android / Д. Осипов – СПб. : БХВ-Петербург, 2014. – 464 с.

АЛГОРИТМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРУКТУРНОЙ СКРЫТНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОТОКА НА ОСНОВЕ ШИРОКОПОЛОСНОГО СИГНАЛА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Лебедев М.А

Дубровский В.В. – к.ф.-м.н., доцент

В настоящее время к системам передачи информации предъявляются высокие требования к безопасности передаваемой по открытым каналам связи информации. Термин «безопасность» касательно современных систем передачи информации (СПИ) принимается в широком смысле:

- Защита от несанкционированного доступа к передаваемым данным
- Структурная скрытность последовательности символов
- Спектральная и энергетическая эффективность сигнально – кодовой конструкции

Одним из основных путей обеспечения указанных выше характеристик СПИ является использование сигналов с расширением спектра, или шумоподобных сигналов (ШПС). Системы связи с ШПС занимают особое место среди систем передачи информации с повышенной конфиденциальностью, что объясняется их особыми свойствами. Во-первых, они обладают сравнительно высокой помехозащищенностью при действии мощных помех. Во-вторых, обеспечивают кодовую адресацию большего числа абонентов и их кодовое разделение при работе в общей полосе частот, что плодотворно влияет на структурную скрытность сигнала. В-третьих, они обеспечивают обработку информации с высокой достоверностью при изменении параметров движения объекта и характеристик физического канала связи.

Основной задачей проводимых исследований является синтезирование алгоритма формирования и обработки сигнала, обеспечивающего указанные выше потенциальные характеристики, если в качестве расширяющей спектр последовательности будет использоваться случайно-подобный бинарный или многоуровневый сигнал, генерируемый системами с существенными нелинейными обратными связями.

Для создания моделей был выбран язык технических вычислений MatLab, а также встроенная в него система динамического моделирования Simulink.

Была промоделирована виртуальная модель приемопередающего тракта. Под моделью понимается физический или абстрактный объект, свойства которого в определенном смысле сходны со свойствами исследуемого объекта.

Модель содержит передающий тракт, среду распространения и приемный тракт. При беспроводной связи в качестве такой среды выступает свободное пространство. Передаваемый по каналу связи сигнал подвержен аддитивному шуму, межсимвольной интерференции, затуханию, воздействиям промышленных и атмосферных помех и другим факторам, которые вносят искажения в передаваемый сигнал.

Приемная часть цифровой системы связи содержит системы синхронизации с принимаемым сигналом, цифровой демодулятор, системы канального декодирования, дешифрования сигнала и интерфейс выдачи полезных данных пользователю. При необходимости на приемной стороне системы связи реализуется преобразование цифрового сигнала в аналоговую форму. Как правило, приемная часть системы связи является более сложной в сравнении с передающей частью. Это вызвано необходимостью синхронизации с принимаемым сигналом.

На рисунке 1 приведены данные с блоков отображения информации о сигналах:

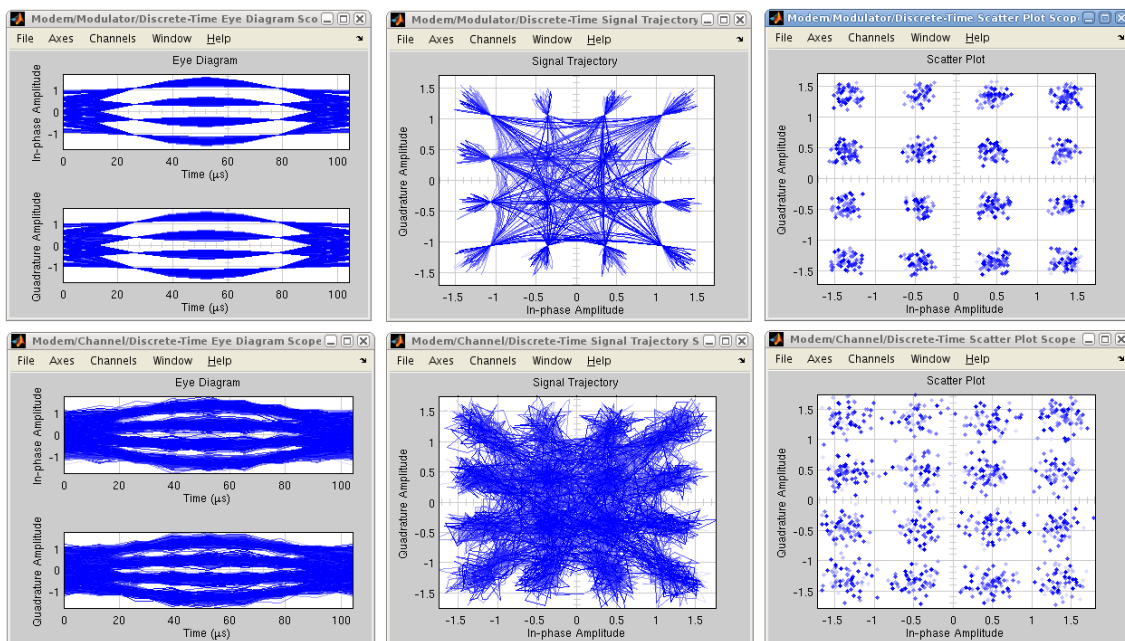


Рис. 1 – Влияние воздействия на сигнал АБГШ (до и после канала связи)

Результаты моделирования показали устойчивость системы к воздействию аддитивного белого гауссовского шума.

По результатам проведенного исследования предполагается синтезировать квазиоптимальный алгоритм обработки сигнала на фоне помех и выявить параметры нелинейной системы, при которых обеспечивается приемлемый коэффициент взаимной корреляции сигналов.

На сегодняшний день методы расширенного спектра используются не только в военных системах связи, но и в коммерческих системах. Наиболее известными являются CDMA и системы стандарта IEEE 802.11 (Wi-Fi) (расширение спектра методом прямой последовательности), беспроводная персональная сеть Bluetooth (метод псевдослучайной перестройки рабочей частоты), а так же в системах радиолокации и некоторых радиомодемах (расширение спектра методом линейной частотной модуляции). В ряде систем для уменьшения мощностей побочного электромагнитного излучения могут применяться сходные технологии - Spread-spectrum clock generation (SSCG) - при которых частота тактового генератора высокочастотных синхронных схем постоянно меняется в пределах порядка 30-250 кГц (например, в SATA, Display Port).

Результаты данной работы могут оказать большую помощь в разработке и оптимизации схем и алгоритмов расширения спектра и внести большой вклад в улучшения качества связи и могут быть применены как практически, так и в учебно-методическом пособии для лабораторных работ, а также в ходе аудиторной и самостоятельных занятий.

Список использованных источников:

4. Чердынцев, В. А. Системы передачи информации с расширением спектра сигналов / В. А. Чердынцев, Дубровский В.В. // Уч. метод. пособие для студентов радиотехнических специальностей. – Минск, 2009. – 131 с.
5. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. – М.: Радио и связь, 1985. – 384 с., ил.

ПУТИ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗЕНИТНО-РАКЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Легкоступ В.В.

Маркевич В.Э. – к.т.н.

В работе рассматривается вопрос информационного обеспечения зенитно-ракетных комплексов (ЗРК). Предложены возможные пути модернизации систем ЗРК для улучшения таких тактико-технических показателей как скрытность, помехоустойчивость, живучесть.

Значительную роль в вооруженных силах многих стран мира занимают средства воздушного нападения (СВН). В соответствии с уровнем развития СВН также совершенствуются средства противовоздушной обороны. Так как основной наземной силой против СВН являются зенитно-ракетные комплексы (ЗРК), то перед началом воздушной операции противником в отношении последних проводится комплекс мер по их обнаружению и уничтожению. Наиболее важными характеристиками, используемыми при оценке устойчивости образца вооружения к огневому поражению, являются скрытность, помехоустойчивость, живучесть.

Скрытность характеризует способность системы противостоять обнаружению и измерению каких-либо ее параметров, а помехоустойчивость – способность устройства выполнять свои функции с требуемым качеством при воздействии помех [1]. Часто это два понятия рассматривают совместно, вводя такую характеристику как помехозащищенность. Основным демаскирующим ЗРК фактором является излучение радиолокационных систем, а также каналов связи с ракетой. Поэтому для эффективного подавления ЗРК без применения наземных силовых операций основной упор делается на средства радиотехнической разведки, идентифицирующие электромагнитное излучение антенн. Эта информация в дальнейшем используется для постановки различных помех или с целью применения противорадиолокационных ракет (ППР), наводящихся по излучению радиопередающих антенн станций разведки и целеуказания, наведения [2]. Повышения помехозащищенности можно достичь путем распределения излучаемой энергии на большем диапазоне частот спектра за счет применения сложных широкополосных сигналов [1].

Для локационных систем возможно использование методов пассивного наблюдения [3, 4, 5], принимающих в основном инфракрасные, видимые или радиоволны, излучающиеся целью или отражающиеся от нее при использовании сторонних источников подсвета, таких как передающие станции радио и телевидения. Локация целей в инфракрасном и видимом диапазонах имеет один серьезный недостаток – зависимость работы от погодных условий, что не позволяет сделать ее основным средством информационного обеспечения ЗРК.

Живучесть характеризует способность устройства выполнять свои функции в условиях огневого противодействия. Одним из перспективных путей модернизации систем информационного обеспечения ЗРК, является реализация многопозиционной пространственно-распределенной радиолокационной системы измерения координат зенитной управляемой ракеты (ЗУР) в составе станции наведения ракет [5, 6]. Приемные пункты такой системы могут создаваться на основе приемника с антенной широкой диаграммы направленности, цифрового процессора обработки данных и канала связи со станцией, осуществляющей синхронизацию, сбор и совместную обработку данных со всех позиций. Приемные позиции в свою очередь могут устанавливаться на пусковых установках или же на дополнительной транспортной технике. Такой метод позволит более эффективно использовать электромагнитное поле, отраженное или излученное ракетой в полете при оценке параметров ее движения. Благодаря разнесению приемных позиций по поверхности земли улучшается способность всей измерительной системы в целом противостоять организованным помехам, а в случае, когда количество приемных позиций больше минимально необходимого для реализации алгоритмов многопозиционных измерений (например при использовании разностно-дальномерного метода с одной передающей позицией минимальное количество приемных позиций равно трем) с одной стороны повышается точность измерений за счет комплексирования избыточных данных, а с другой стороны такая система будет продолжать функционировать при выходе из строя «избыточных» позиций [5]. Точность оценивания координат такой системой можно улучшить, расположив приемные пункты не в плоскости, а в пространстве, т.е. на каких-либо летательных аппаратах, что, в соответствии с современным темпом развития беспилотной авиации может быть вполне приемлемым решением.

Помимо радиолокационных каналов, как уже упоминалось, слабым местом ЗРК могут быть каналы связи станции наведения ракет и зенитной управляемой ракеты (ЗУР). Они также, по возможности, должны использовать широкополосные сигналы и работать минимально необходимое время. На борту ракеты можно расположить инерциальную навигационную систему [7], благодаря которой возможно осуществлять автоном-

ное наведение ЗУР с коррекцией большую часть полетного времени, после чего переходить на управление с земли. Периодичность сигналов коррекции зависят, главным образом, от летных характеристик цели и от применения ею различных маневров. Кроме того, при наличии двустороннего канала связи ЗУР может передавать параметры своего движения на СНР, для их комплексирования с данными, полученными от наземного измерителя координат для улучшения точности оценки параметров движения ЗУР.

Развитие средств воздушного нападения, ставшее приоритетным направлением в развитых странах мира, вынуждает разрабатывать новые средства ПВО, а также проводить модернизацию существующих. В данной работе были освещены лишь некоторые пути модернизации, являющиеся перспективными по мнению автора, однако требующие дальнейшего более углубленного анализа.

Список использованных источников:

1. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. - М.: Радио и связь, 1985. - 364 с.
2. Косачев И.М. Тактико-технические характеристики, основы боевого применения и математические модели противорадиолокационных ракет. — Мн.: ВА РБ, 2006.
3. Ильин Е.М. Пассивные локационные системы. Перспективы и решения / Е. М. Ильин, А. Э. Климов, Н. С. Пашин, А. И. Полубехин, А. Г. Черевко, В. Н. Шумский // Вестник СибГУТИ. – 2015. – № 2. – С. 7–20.
4. Измерение координат источников радиоизлучения многопозиционной пассивной разностно-дальномерной системы произвольной конфигурации [Текст] / Б.В. Матвеев, В.П. Дубыкин, Д.Ю. Крюков, Ю.С. Курьян, А.А. Саликов // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2014. –Т.15. –№5
5. Кондратьев В. С. Многопозиционные радиотехнические системы / В.С. Кондратьев, А.Ф. Котов, Л.Н. Марков; Под ред. проф. В.В. Цветнова. – М.: Радио и связь, 1986. – 264 с.
6. Яцкевич В.А. Альтернатива средствам воздушного нападения // Независимое военное обозрение, 2003, №17
7. Проектирование зенитных управляемых ракет. Учебник / И.И. Архангельский [и др.]; под ред. И.С. Голубева и В.Г. Светлова. – М.: Изд-во МАИ, 1999. – 728 с.: ил.
8. Слипченко В.И. Войны шестого поколения. Оружие и военное искусство будущего. - М.: Вече, 2002.

РЛС БОКОВОГО ОБЗОРА ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Литвинов В.С.

Карпушкин Э.М. – к.т.н., доцент

В настоящее время инженеры во всём мире озадачены созданием радиоэлектронных систем различного назначения (от контроля ЛЭП до мониторинга земной поверхности), встраиваемых в бортовое оборудование беспилотных летательных аппаратов. Если говорить об обзоре земной поверхности, то основными методами являются использование фотокамер с высоким разрешением и РЛС бокового обзора с синтезированной апертурой (РСА). Главной причиной, по которой предпочтительнее использовать РСА, является то, что качество изображения почти не зависит от погодных и световых условий.

В качестве зондирующих сигналов в РСА используются ЛЧМ-сигналы с определённым интервалом повторения. В течение периода приёма антенная система ожидает возвращения отражённого сигнала. [1]

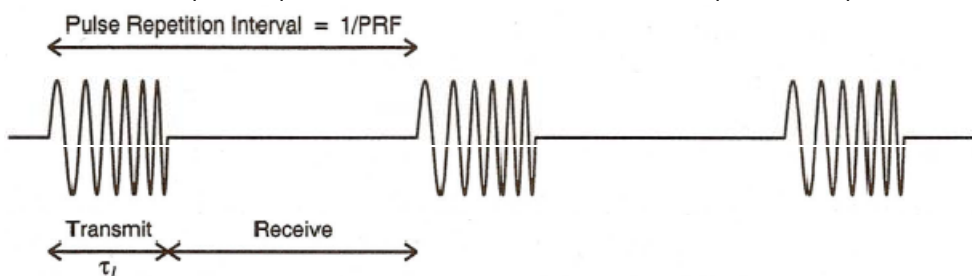


Рис. 1 – Вид зондирующего сигнала в системе РСА

Принятые данные представляют собой сигнал с двумя временными измерениями – по дальности и по азимуту. Для их обработки применяется алгоритм RDA – Range Doppler Algorithm (ДДА – Дальностно-Допплеровский алгоритм). Функциональная схема алгоритма показана на рисунке 2:

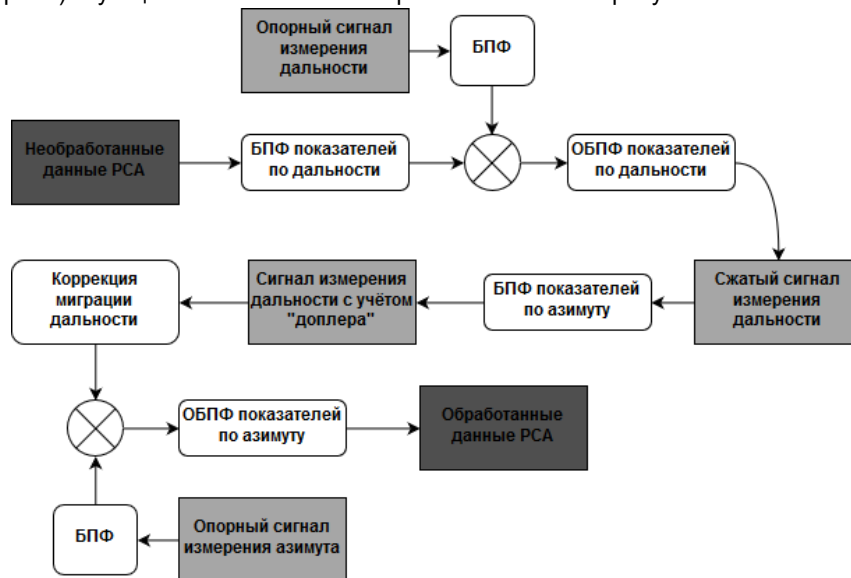


Рис. 2 – Функциональная схема алгоритма RDA

На вход блока обработки поступает двумерный RAW-сигнал, который сначала анализируется как серия дальностных сигналов для каждого азимутального элемента в массиве, а затем как серия азимутальных сигналов. При этом на каждом из этих этапов данные пропускаются через согласованный фильтр. В результате на выходе блока получают обработанные данные РСА, представляющие собой изображение, несущее доступную для человеческих глаз информацию. [2]

Таким образом, располагая данной системой можно проводить мониторинг земной поверхности как в режиме реального времени, так и проводить обработку информации после прохождения беспилотным летательным аппаратом заданного маршрута и возвращения на базу.

В зависимости от требуемого разрешения радиолокационного изображения РСА на базе беспилотных летательных аппаратов можно применять либо в условиях повышенной облачности или ночью, либо для обнаружения трещин, вмятин и других малозаметных повреждений, например, в трубопроводных сооружениях. При таком использовании преимущество РЛС бокового обзора с синтезированной апертурой перед фото- и видеокамерами наиболее заметно.

Список использованных источников:

1. Mahafza, Bassem R. Radar Systems Analysis and Design Using MATLAB: Third Edition. CRC Press: Taylor & Francis Group, 2013.
2. Cumming, Ian G and Wong, Frank H. Digital Processing of Synthetic Aperture Radar Data: Algorithms and Implementations. Norwood, MA: Artech House, Inc., 2005.

РАДИОМОДЕМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Майсеенок М.В.

Титович Н.А. – к.т.н., доцент

Автоматическая система контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) – это система электронных технических и программных средств для автоматизированного дистанционного измерения, сбора, передачи, обработки, отображения и документирования результатов потребления электроэнергии в территориально распределенных точках учета, расположенных на объектах энергоснабжающей организации или потребления.

Следует отметить тот факт, что на балансе предприятия или ЖКХ, как правило, находятся несколько подстанций, в связи с чем возникает необходимость обеспечения интеграции линий связи АСКУЭ в существующую инфраструктуру кабельных коммуникаций предприятия, а также инфраструктуру сбора данных. Решением данной проблемы является оснащение электросчетчиков цифровыми интерфейсами, позволяющими объединять их в сети и производить сбор данных с большого числа точек учета без применения дополнительных преобразователей. Однако нельзя не учитывать следующее обстоятельство: при большом количестве точек учета прокладка кабеля зачастую является нецелесообразной ввиду стоимости расходных материалов, более того, данная процедура может не удовлетворять требуемым срокам организации сети, поэтому при построении распределенных сетей телеметрии и управления единственно приемлемым решением оказывается использование радиосвязи.

На рисунке 1 приведена структурная схема радиомодема передачи данных:



Рис. 1 – Структурная схема радиомодема передачи данных

Информация, поступающая по интерфейсам RS-232 или RS-485, накапливается в буфере данных и приемопередающий тракт переходит в режим передачи. Накопленная информация в буфере данных преобразовывается соответствующим образом и поступает в модулятор передатчика, где переносится в область несущей частоты, вырабатываемой синтезатором частот. Далее радиосигнал усиливается и через антенно-фидерный тракт поступает в эфир.

На приемной стороне, радиосигнал через антенно-фидерный тракт, поступает в приемник, где фильтруется, усиливается и переносится из области радиосигнала в область НЧ. Полученный низкочастотный сигнал поступает на демодулятор, где преобразуется в цифровую информацию. Полученная цифровая информация накапливается в буфере данных и выводится через интерфейсы RS-232 и RS-485.

Таким образом, была разработана модель радиомодема передачи данных. Рассматриваемая модель позволяет снизить стоимость построения сетей автоматизированного сбора данных по использованной электроэнергии, экономия обеспечивается применением радиосвязи (нет необходимости использовать дорогостоящие медные провода для организации связи между точками сбора и учета информации и центром обработки данных).

Список использованных источников:

1. Правила приемки в эксплуатацию автоматизированных систем контроля и учета электрической энергии, установленных в жилых и общественных зданиях / Минэнерго. – Минск, 2011. –14 с.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.geolink.ru/support/articles/nevod_nets.html.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КРАТКОГО ОРИЕНТИРОВОЧНОГО ТЕСТА (КОТ)

ГУО «Лицей №1 имени А.С. Пушкина г. Бреста», Республика Беларусь
Марчук А.А.

Чигрина Е.И. - педагог-психолог высшей категории

На данный момент существует огромное количество тестов, измеряющих уровень умственных способностей, и краткий ориентировочный тест принадлежит к этой категории. Так как психолого-педагогическую диагностику проходят все учащиеся при поступлении в лицей, много времени затрачивалось на проверку и обработку этого теста. Мы предлагаем электронный вариант теста КОТ, который более удобен в применении и экономит время специалистов.

Уровень развития интеллектуальных способностей — это не рост человека и не группа крови, которые заданы генетически и которые невозможно изменить. Интеллектуальные возможности — это не только условия обучения, но и результат предыдущего обучения.

Краткий ориентировочный тест разработан для выявления способности к обучению.

Тест выявляет 8 «критических точек» интеллекта испытуемого: способность обобщения и анализа материала, гибкость мышления, инертность мышления, переключаемость, эмоциональные компоненты мышления и отвлекаемость, скорость и точность восприятия, распределение и концентрацию внимания, употребление языка и грамотность, выбор оптимальной стратегии и ориентировку, пространственное воображение. Кроме того, определяется и общий уровень умственных способностей.

Стимульный материал состоит из вопросов разного типа: от математических последовательностей до известных поговорок. Испытуемому дается 15 минут для ответа на вопросы. По результатам составляется индивидуальный профиль умственных способностей личности.

За каждое совпадение ответа с правильным начисляется один балл. Чем выше вы получили оценку по этому тесту, тем выше на сегодняшний день уровень вашего интеллектуального развития, тем лучше ваши способности к дальнейшему обучению и познавательной деятельности.

Тест состоит из 50 вопросов, таких как:

1. Произвольное внимание (2 вопроса)
2. Числовые способности (16 вопросов)
3. Вербальные способности (18 вопросов)
4. Геометрические способности (3 вопроса)
5. Осведомлённость (3 вопроса)
6. Обобщение (4 вопроса)
7. Логическое мышление (4 вопроса)

В начале прохождения теста вам будет предложено ввести своё имя и фамилию.



The screenshot shows a window titled "Тест КОТ". It contains two input fields: "Имя" (Name) with the text "Иван" and "Фамилия" (Surname) with the text "Иванов". At the bottom, there are two buttons: "Закончить" (Finish) on the left and "Дальше" (Next) on the right.

Рис.1- Скриншот начала программы

После этого, по нажатию кнопки «Дальше», вам будет представлен первый вопрос, и начнётся отсчёт времени. На выполнение теста дается 15 минут. Вы можете прервать опрос самостоятельно, по нажатию кнопки «Закончить», или он автоматически завершится по окончании положенного времени.

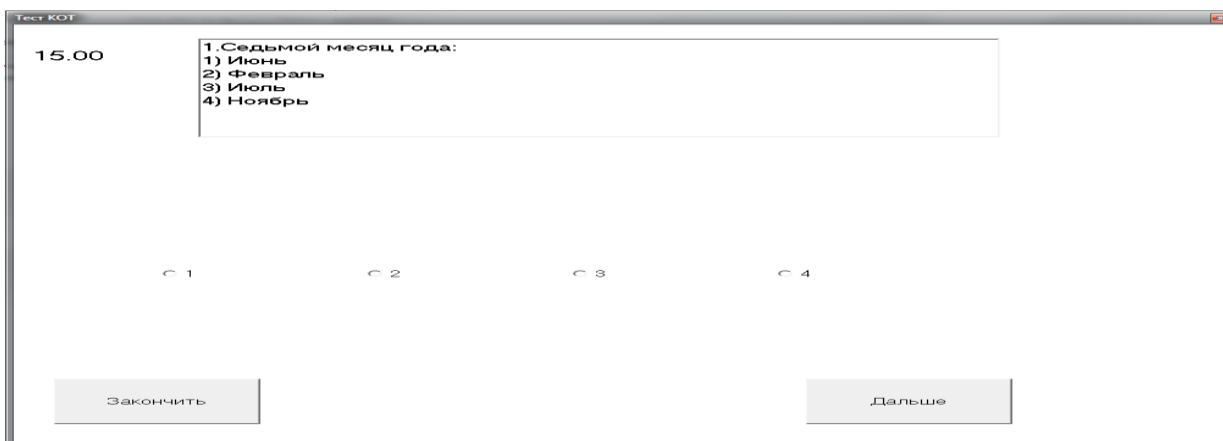


Рис. 2 Скриншот вопроса

По окончании прохождения теста, нажатия кнопки «Дальше» на вопросе №50, вам будет показан ваш результат по семи шкалам отдельно и общий.

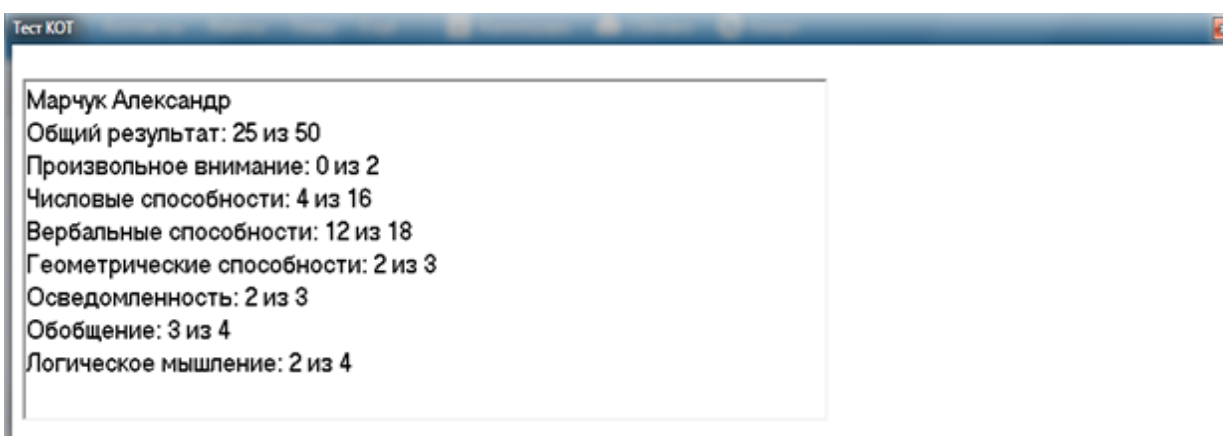


Рис.3 Скриншот результата теста

Анализ результатов целесообразно начинать с определения уровня общих умственных способностей. Для этого количество правильно решенных задач соотносится со шкалой уровней. Установленный уровень является многопараметрическим показателем общих способностей. Данная методика позволяет выделить эти параметры и проанализировать их. Чем выше вы получили оценку по этому тесту, тем выше на сегодняшний день уровень вашего интеллектуального развития, тем лучше ваши способности к дальнейшему обучению и познавательной деятельности.

В случае оценки выше 24 баллов можно говорить, что уровень развития интеллектуальных способностей выше среднего. Этого достаточно, чтобы успешно поступить в вуз и освоить любую профессию и решать любые профессиональные задачи.

При этом оценка выше 30 баллов свидетельствует об очень высоком уровне интеллектуального развития, который встречается не так часто.

Все результаты сохраняются в текстовый файл (блокнот) в папке с самой программой. Работа выполнена в среде разработки Delphi 7.

Список использованных источников:

1. Соломин И.Л. Современные методы психологической экспресс-диагностики и профессионального консультирования// СПб, Речь, 2006.- 279с.
2. delphi-manual.ru
3. thedelphi.ru
4. mydelphiprograms.jimdo.com
5. delphidevelop.ru

Исследование передачи информации в цифровой широкополосной системе радиосвязи с ООК манипуляцией

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Матюшков А.Л., Новицкий Д.В.

Научный руководитель к.т.н. Матюшков А.Л.

Активное развитие цифровых радиосистем передачи информации является одной из главных составляющих мирового прогресса в сфере телекоммуникаций и технологий. Цифровые системы позволяют реализовывать преимущества оптимальных методов обработки сигналов, обеспечивают высокую помехоустойчивость, допускают работу по большому количеству каналов, позволяют создавать системы с повышенной скрытностью, обеспечивая при этом электромагнитную совместимость с узкополосными системами (радиосвязи, радиовещания и телевидения), а так же обеспечивают лучшее использование спектра частот на ограниченной территории [1].

В настоящей работе при использовании двух модемов типа РЛМ01 был получен график зависимости процента ошибок от отношения сигнал/помеха в цифровых системах с ООК модуляцией, данный график представлен на рисунке 1.

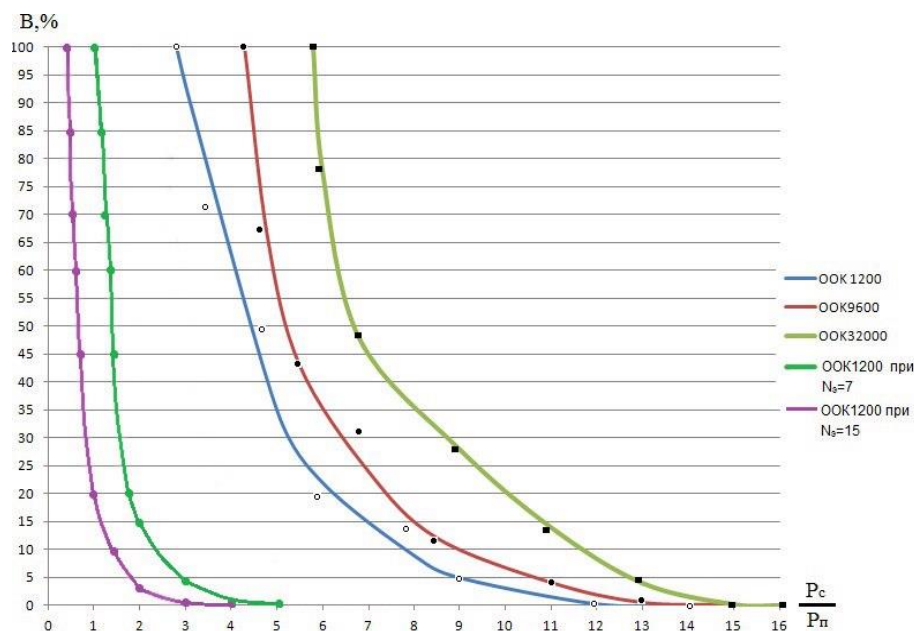


Рисунок 1 График зависимости процента ошибок от отношения сигнал/помеха в цифровой системе связи с ООК модуляцией.

По графику видно, что передача цифровых данных с ООК модуляцией на скорости 1200 кбит/с и базой сигнала $B=1$ может осуществляться без потерь при соотношении сигнал/помеха не менее 12. При расширении спектра сигнала M -последовательностью с количеством элементов N_b (т.е. при увеличении базы сигнала от 7 до 15), передача может осуществляться безошибочно при меньшем соотношении сигнал/помеха равном 4.5, что позволяет более широко использовать в нелицензируемом диапазоне частот цифровых радиопередающих устройств с малой выходной мощностью.

Список использованных источников:

1. Диксон Р.К. "Широкополосные системы" М.: 1997.

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРОННОГО КОМПАСА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Миклашевский А.В.

Саломатин С.Б. – к.т.н., доцент

В работе рассматриваются основные факторы, которые необходимо учитывать при создании электронного компаса с учетом его ориентации в трехмерном пространстве. Рассматриваются алгоритмы калибровки датчиков, используемых в составе компаса. А также алгоритмы компенсации шумов измерений датчиков. В качестве датчиков используется трехосевой MEMS-магнитометр и трехосевой MEMS-акселерометр.

Электронный компас, как и обычный компас, дает информацию о направлении на магнитный Северный полюс Земли. В данной работе для создания электронного компаса используются MEMS (Micro-Electro-Mechanical System) датчики, а именно акселерометр и магнитометр. Использование датчиков, изготовленных по данной технологии весьма удобно, т.к. они дешевы, имеют маленькие размеры и низкое энергопотребление, однако при этом обладают невысокой точностью. Поэтому для получения достаточной точности измерений их необходимо откалибровать, а полученные данные фильтровать при помощи специальных алгоритмов.

Вектор напряженности магнитного поля Земли имеет значения напряженности в пределах 25-65 мкТл и угол наклона в пределах -90° - $+90^\circ$, в зависимости от географического положения [1]. Для его измерения используется трехосевой магнитометр. При вращении магнитометра в одной из плоскостей, например, горизонтальной, и построении графика измеренных значений, в идеальном случае (в отсутствии каких-либо посторонних источников магнитных помех) должен получиться круг с центром в точке (0,0) [2]. Однако в реальных условиях существует множество источников магнитных помех, которые классифицируются в литературе на два основных типа: Hard Iron sources и Soft iron sources. Первыми источниками (Hard Iron Sources) магнитных полей являются источники, которые обладают постоянным магнитным полем, например, другой магнит может создавать мешающее поле, которое будет накладываться на результаты измерений. В этом случае центр окружности, полученной при вращении магнитометра в горизонтальной плоскости, будет смещен из точки (0, 0), в точку со значением, равным значению вектора напряженности магнитной помехи. В случае Soft iron источников, центр окружности остается в своей первоначальной точке (0,0), однако окружность искажается и приобретает форму эллипса. Часто данные эффекты могут действовать одновременно, в таком случае вместо окружности с центром в точке (0,0) и радиусом, равным вектору напряженности магнитного поля, получается эллипсоид, сдвинутый относительно начала координат. Результат такого воздействия для случая в трехмерном пространстве можно увидеть на рисунке 1 [2].

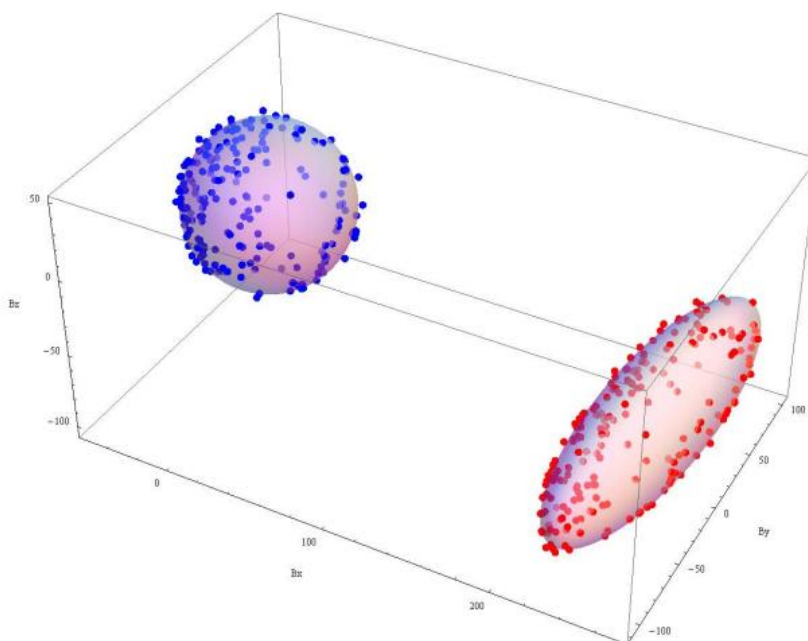


Рис. 1 – Сравнение откалиброванных и неоткалиброванных данных магнетометра

Для избежания подобных внешних воздействий используются специальные алгоритмы калибровки. В работе используется алгоритм калибровки в основе которого лежит метод наименьших квадратов. В нем эллипс представлен общим уравнением квадратной поверхности в трех измерениях:

$$ax^2 + by^2 + cz^2 + 2fyz + 2gxz + 2hyz + 2px + 2qy + 2rz + d = 0 \quad (1)$$

Целью алгоритма является нахождение матрицы корректировочных коэффициентов K:

$$K = \begin{bmatrix} a & h & g \\ h & b & f \\ g & f & c \end{bmatrix} \quad (2)$$

которые являются скалярами, при их подстановке в уравнение (1) эллипс преобразуется в сферу с центром в точке (0,0).

Еще одним фактором, влияющим на точность измерений электронного компаса является его положение в пространстве относительно вектора напряженности магнитного поля Земли. Случайное расположение (при любом наклоне) компаса относительно горизонтальной плоскости вносит неточность в результаты измерений. Для учета угла наклона компаса относительно горизонтальной плоскости используются показания акселерометра. При помощи акселерометра вычисляются углы крена и тангажа по формулам (3) и (4).

$$roll = \arctan \left(\frac{Accel_Y}{(Accel_X)^2 + (Accel_Z)^2} \right) \quad (3)$$

$$pitch = \arctan \left(\frac{Accel_X}{(Accel_X)^2 + (Accel_Z)^2} \right) \quad (4)$$

Далее эти выражения используются для получения направления на Север с учетом наклона компаса:

$$XH = m_x \cos(\beta) + m_y \sin(\beta) \sin(\alpha) + m_z \sin(\beta) \cos(\alpha) \quad (5)$$

$$YH = m_y \cos(\alpha) + m_z \cos(\beta) \quad (6)$$

$$\gamma = \arctan \left(\frac{-YH}{XH} \right) \quad (7)$$

где α, β – углы крена и тангажа, соответственно, а γ – угол рыскания (действительное направление на Север).

Для устранения шумов измерений датчиков в данной работе используется фильтр Калмана[3]. Получившаяся модель системы представлена на рисунке 2.

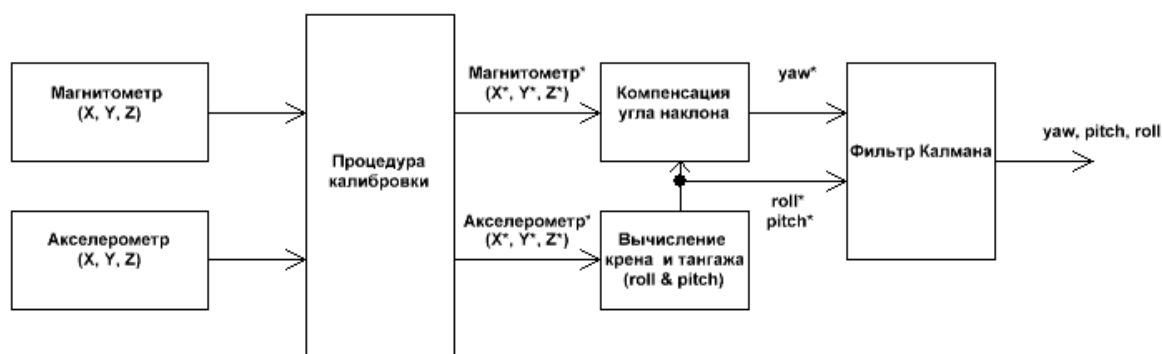


Рис. 2 – Структурная схема электронного компаса

Таким образом в работе рассмотрены основные факторы, влияющие на точность измерения электронного компаса. В дальнейшей работе планируется увеличение точности компаса при помощи гироскопа и использования иных видов фильтра Калмана (таких как EKF, UKF).

Список использованных источников:

6. M.J.Caruso, T.Bratland, C.H.Smith, R.Schneider, "A New Perspective on Magnetic Field Sensing", Sensors Expo Proceedings, October 1998, 195-213.
7. Talat Ozyagcilar. Calibrating an eCompass in the Presence of Hard and Soft Iron Interference. Document Number: AN4246, Freescale Semiconductor, 2011.
8. Abyarjoo F., Barreto A., Cofino J., Ortega F.R. (2015) Implementing a Sensor Fusion Algorithm for 3D Orientation Detection with Inertial/Magnetic Sensors. In: Sobh T., Elleithy K. (eds) Innovations and Advances in Computing, Informatics, Systems Sciences, Networking and Engineering. Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 313. Springer, Cham

ФОРМИРОВАНИЕ НИЗКОЧАСТОТНЫХ СИГНАЛОВ ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Митрофанова А.Д.

Свирид В.Л. – к.т.н, доцент

Отсутствие в настоящее время достаточно точного математического описания формирования низкочастотных сигналов не позволяет давать оценку точности схемотехнических решений и характеристик испытательных сигналов в низкочастотном (НЧ) диапазоне волн. Для получения более точных методов анализа сигнала в данном диапазоне были обобщены существующие методы, в результате чего предложены методы построения таких формирователей. Спроектированное по результатам анализа устройство может быть использовано при контроле различных радиоэлектронных средств (РЭС). Для повышения точности формирования низкочастотных сигналов применялись методы линеаризации и термостабилизации характеристик управления сигнала по амплитуде и частоте.

Реализация устройства осуществлена на основе автогенератора с мостом Вина – Робинсона. Амплитуда выходного напряжения, создаваемого в НЧ генераторе, выпрямляется посредством линейного амплитудного демодулятора (АД). Затем сигнал поступает на блок сравнения, где осуществляется стабилизация напряжения путём сравнения с сигналом, создаваемым источником опорного напряжения. и последующим усилением и воздействием на цепь отрицательной обратной связи (ООС) автогенератора.

Линеаризация и термостабилизация характеристик управления по частоте осуществляется при помощи двух последовательно включённых ПТ, которые входят в состав усилителя с термозависимой обратной связью. Они обеспечивают повышенную точность и эффективность за счёт использования масштабного усилителя с термозависимой ООС, сопряжённого с координатами термостабильной точки на характеристиках ПТ с последующим смещением начала отсчёта и установления наклона с определённым угловым коэффициентом результирующей характеристики управления. Управление усилителем с термозависимой обратной связью осуществляется сигналами, которые подаются из источников управляющего и компенсирующего напряжения.

Структурная схема формирователя низкочастотных сигналов с повышенной точностью представлена на рис.1.

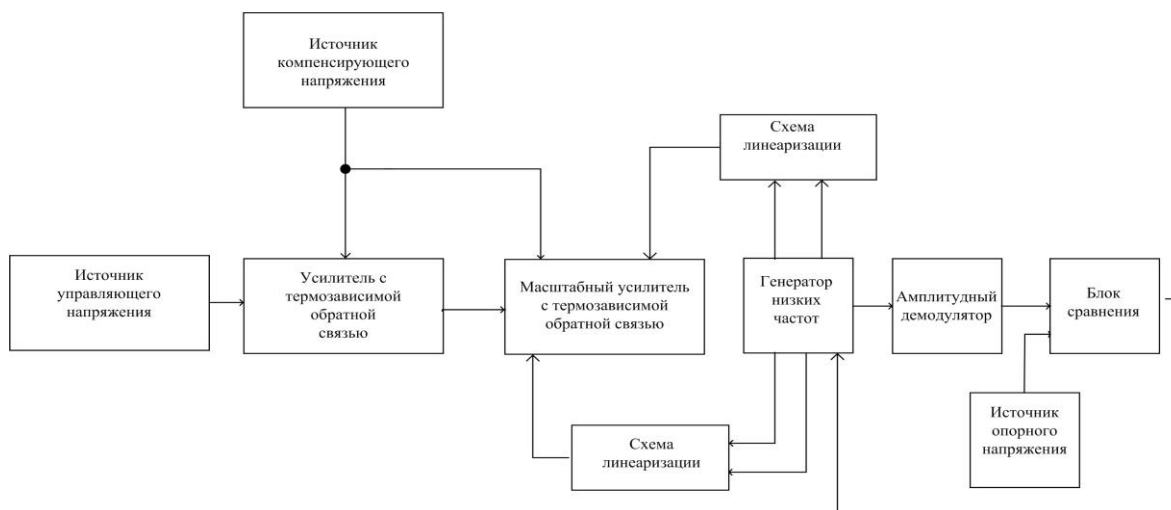


Рис.1 Структурная схема формирователя сигналов с линеаризацией характеристик управления по амплитуде и частоте.

Экспериментально получаемые характеристики управления по амплитуде и частоте формирователя НЧ сигналов были получены в среде Micro-CAP.

Рассматриваемая модель за счет использования систем линеарзации и термстабилизации характеристик управления по частоте и линеаризация характеристик управления по амплитуде обеспечивает получение сигнала в низкочастотном диапазоне повышенной точности.

Список литературы:

1. Свирид В.Л. Проектирование аналоговых микроэлектронных устройств: учебное пособие для студентов вузов по радиотех. спец. / В.Л. Свирид Минск БГУИР, 2010 296с.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОСОБЕННОСТЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ СПОСОБА КОГЕРЕНТНОГО НАКОПЛЕНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Нгуен Нгок Донг

Гейстер С. Р. – д.т.н, профессор

Способ когерентного накопления спектральных составляющих обеспечивает обнаружение сигнала с преодолением априорной неопределенности относительно неизвестных параметров путем избыточности. Рассматривается характеристика особенностей реализации способа когерентного накопления спектральных составляющих слабых периодических сигналов с целью повышения дальности обнаружения движущихся морских объектов.

Обнаружения морских объектов в пассивном гидролокаторе основано на обнаружении шумовых излучений, создаваемых при работе гребных винтов и бортовых машин (механизмов) [1]. При этом необходимо обнаружить на выходе приемной антенны слабые периодические сигналы, связанные с движущимися морскими объектами, на фоне интенсивных помеховых сигналов в виде амплитудно-модулированных шумов и сигналоподобных помех природного и искусственного происхождения. Разработанный способ обнаружения обоснован на основе когерентного накопления спектральных составляющих амплитудно-фазочастотного спектра принятого сигнала [2].

Важной особенностью реализации способа когерентного накопления спектральных составляющих сигнала является преодоление априорной неопределенности относительно истинной частоты повторения t_{z_ist} слабых периодических сигналов и истинной задержки t_{z_ist} первого импульса полезного сигнала относительно начала времени анализа путем аппаратной (программно-аппаратной) избыточности. В итоге необходимо обеспечить обработку и анализ принятого сигнала для всех возможных значений f_r и t_z

Для снижения ложных обнаружений предварительно требуется определить диапазон частот (f_{min}, f_{max}), в пределах которого могут находиться спектральные составляющие сигнала с частотами, кратными частоте повторения f_r . Значение минимальной частоты f_{min} определяет максимальное значение времени задержки

$$t_{z_max} (f_{min} = \frac{1}{t_{z_max}}).$$

Разработанный способ базируется на подходах, изложенных в [3, 4].

Суть разработанного способа когерентного накопления применительно к задаче обнаружения морских объектов в принятом сигнале замаскированной шумом последовательности периодических полезных сигналов, следующих с частотой повторения f_{ist} и имеющих задержку t_{z_ist} первого сигнала относительно начала анализа, заключается в следующем:

- регистрация дискретных временных отчетов принятого сигнала, следующих с частотой дискретизации F_{dis} , в течение интервала когерентного накопления;
- формирование спектра принятого сигнала в интервале когерентного накопления с помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ) в комплексном виде;
- выбор из спектра для обработки L определенных спектральных составляющих, частоты которых кратны частоте f_r , где f_r - некоторая частота;
- расчет фаз для всех выбранных спектральных составляющих;
- компенсация фаз этих спектральных составляющих и их когерентное суммирование;
- сравнение квадрата модуля этой суммы с порогом обнаружения и принятие решения о наличии или отсутствии сигнала.

Реализация способа позволяет обнаружить объект на значительной дальности. Одновременно с обнаружением способ позволяет и определить частоту повторения полезных сигналов, что является основной для решения задачи распознавания обнаруженного объекта. Точность определения частоты повторения полезных сигналов зависит от интервала расстановки фильтров БПФ, времени когерентного накопления и стабильности работы механизма, создающего излучения.

Список используемых источников:

1. Роберт, Дж. У. Основы гидроакустики; пер. с англ. Н.М. Гусева [и др.]. – Л.: Судостроение, 1978. – 448 с.
2. Баскаков С. И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Высшая школа, 2000 – 462 с.
3. Гейстер, С. Р. Межфильтровая когерентная компенсация кадровых спектральных составляющих мешающих отражений и прямого сигнала в полуактивном радиолокаторе с телевизионным подсветом // Электромагнитные волны и электронные системы. - 2011. - Т. 16, N 5. - С. 68-72.
4. Гейстер, С. Р. Способ когерентного накопления спектральных составляющих принятого сигнала в пассивном гидролокаторе / С. Р. Гейстер, Д. Н. Нгуен // Наука и военная безопасность. – 2016. – № 3(50). – С. 36 – 38

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕТОД ФАЗОВОГО МГНОВЕННОГО СРАВНЕНИЯ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ СПОСОБА КОГЕРЕНТНОГО НАКОПЛЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республики Беларусь

Нгуен Нгок Донг

Гейстер С. Р. – д.т.н, профессор

Предлагаемый для измерения угловых координат объекта в пассивных гидролокаторах модифицированный метод фазового мгновенного сравнения, отличающийся от известных использованием в каналах обработки способа когерентного накопления спектральных составляющих принятого сигнала.

На рис. 1 приводится иллюстрация принципа определения угловой координаты (пеленга) объекта (обозначен буквой О), который находится в дальней зоне по отношению к гидроакустическим антеннам двух каналов приема ГК1 и ГК2, разнесенных в плоскости измерения на базу d . Гидроакустическая волна приходит под углом β по отношению к линии, проведенной перпендикулярно к линии базы.

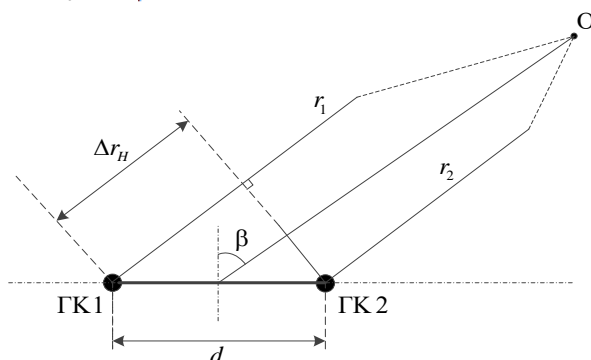


Рис. 1 - Иллюстрация принципа определения угловой координаты объекта

Угловое направление на объект определяется:

$$\beta = \arcsin\left(\frac{C_V \Delta t_z}{d}\right) \quad (1)$$

где C_V – скорость распространения звука в воде;

$\Delta t_z = \frac{r_1 - r_2}{C_V} = t_{z1} - t_{z2} = \frac{\Delta r_n}{C_V}$ – разность времен задержки сигналов, приняты каналами ГК1 и ГК2.

Для обеспечения однозначности измерения пеленга в пределах сектора $\pm 90^\circ$, величину базы d необходимо выбирать [2] на основе неравенства:

$$d \leq \frac{C_V T_{r_min}}{2} = \frac{C_V}{2f_{r_max}}, \quad (2)$$

где T_{r_min} – минимальный период повторения полезного сигнала, определяющий его максимальную частоту повторения $f_{r_max} = \frac{1}{T_{r_min}}$.

Для повышения точности измерения при выполнении условия однозначности необходимо использовать набор каналов приема, антенны которых расположены равномерно на прямой линии в плоскости измерения. При этом выбор каналов приема и, соответственно, базы осуществляется адаптивно – в соответствии с измеренной в устройстве обнаружения частотой повторения сигнала f_{r_izm} . Заметим, что такое устройство обнаружения функционирует на основе способа когерентного накопления спектральных составляющих сигнала [1]. В итоге на основе измеренной частоты f_{r_izm} выбираются два приемных канала, расстояние между которыми (база) удовлетворяет условию:

$$d \leq \frac{C_V}{2f_{r_izm}} \quad (3)$$

Время задержки Δt_z в предлагаемом методе измерения определяется по следующему алгоритму:

- устройство обнаружения, функционирующее на основе способа когерентного накопления принятого сигнала [1], обнаруживает объект, определяет базовую частоту следования полезного сигнала f_{b1} , связанную с частотой вращения гребного винта, и выдает на измеритель пеленга значение $f_{r_izm} = f_{b1}$;
- в измерителе пеленга выбираются (коммутируются) для измерения два приемных пункта, база которых соответствует требованию (3);
- в течение времени когерентного накопления в приемных ГК1 и ГК2 выполняется синхронный прием дискретных временных отсчетов сигналов, следующих с частотой дискретизации F_{dis} , и формирование путем прямого БПФ с числом точек N_{FFT} амплитудно-фазочастотных спектров сигналов;
- из сформированных спектров выделяются спектральные составляющие, частоты которых соответствуют кратными частоте f_{b1} ;
- формирование полезных сигналов, принятых приемными каналами ГК1 и ГК2, из полученных выделенных спектральных составляющих путем обратного БПФ;
- формирование оценки взаимной корреляционной функции двух полезных сигналов;
- определение искомого времени задержки Δt_z на основе поиска максимума взаимной корреляционной функции [2].

Данный метод позволяет повысить отношение сигнал/помеха на выходе устройства обработки и, соответственно, точность измерений времени задержки и угловых координат движущихся морских объектов в пассивном многопозиционном ГЛ.

Список использованных источников

1. Гейстер С. Р., Нгуен Д. Н. Способ когерентного накопления спектральных составляющих принятого сигнала в пассивном гидролокаторе // Наука и военная безопасность. - 2016. - № 3(50). - С. 36 – 38.
2. Новиков А. К. Корреляционные измерения в корабельной акустике. Л., 1971.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ВИНТА ПРИ РАЗРАБОТКЕ АЛГОРИТМА ПОСТРОЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ВИНТА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Науен Тьен Тхай

Гейстер С. Р. – д-р. техн. наук, профессор

Для построения радиолокационного изображения в радиолокационном датчике с обращенным синтезом апертуры антенны необходимо определить такие неизвестные параметры, как координаты, параметры движения (полный вектор скорости) и частоту вращения винта в каждом интервале синтеза. Рассматриваются методы определения частоты вращения винта.

Как известно воздушный винт летательного аппарата (ЛА) состоит из системы N_L лопастей, синхронно вращающихся с частотой F_V . При облучении ЛА радиолокационным сигналом большая часть мощности падающей волны отражается от фюзеляжа и меньшая часть – от системы лопастей. Результаты эксперимента, составленные в работе [1], показывают, что сигнал, отраженный от вращающейся многолопастной структуры, при гармоническом зондировании является периодической функцией времени с периодом $1/N_L F_V$ и имеет амплитудно-фазовый закон модуляции. Поэтому спектр сигнала содержит спектральные составляющие, следующие через интервалы $N_L F_V$. Следовательно, автокорреляционная функция амплитуды сигнала тоже является периодической функцией времени с периодом $1/N_L F_V$.

Поэтому предлагаются два метода определения частоты вращения винта F_V :

- спектральный метод определения частоты вращения винта;
- анализ автокорреляционной функции (АКФ) модуля амплитуды сигнала, отраженного от воздушного винта.

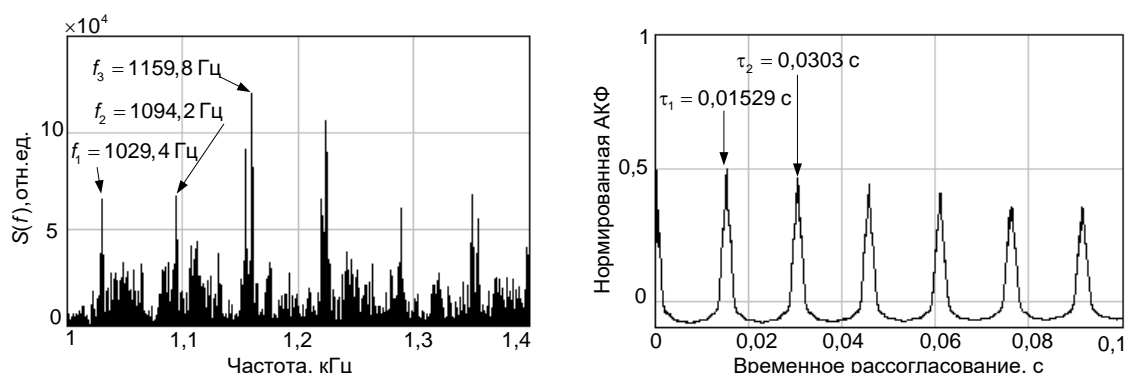


Рис. 1. – Энергетический спектр и автокорреляционная функция модуля амплитуды сигнала, отраженного от винта самолета АН-2 после компенсации сигнала фюзеляжа

Эти методы включают следующие этапы:

- вычисление преобразования Фурье по выборкам принятого сигнала, отраженного от ЛА;
- выделение сигнала, отраженного фюзеляжа, и вычитание его из принятого сигнала;
- вычисление АКФ полученного сигнала после компенсации сигнала от фюзеляжа;
- измерение интервала $N_L F_V$ между соседними спектральными составляющими и получение оценки

частоты вращения винта F_V для каждого предполагаемого значения N_L ;

- измерение временного рассогласования между соседними лепестками АКФ τ , определение частотного интервала $N_L F_V = 1/\tau$ и получение оценки частоты вращения винта F_V для каждого предполагаемого значения N_L .

Используем описанные методы определения частоты вращения винта для самолета Ан-2, который имеет четырехлопастный тянущий винт. На рис.1 приведены энергетический спектр сигнала и автокорреляционная функция модуля амплитуды сигнала, отраженного от его винта.

Оценка частоты вращения винта:

- на основе анализа спектра 16,4 Гц ;
- на основе анализа АКФ 16,35 Гц .

Результаты показывают приемлемую точность обоих методов.

Список использованных источников:

1. Слюсарь Н.М. Вторичная модуляция радиолокационных сигналов динамическими объектами. – Смоленск: ВА ВПВОС РФ, 2006. – 173с.

ОСОБЕННОСТИ АЛГОРИТМА ПОСТРОЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ВИНТА, ВРАЩАЮЩЕГОСЯ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Науен Тьен Тхай

Гейстер С. Р. – д-р. техн. наук, профессор

Впервые рассматривается алгоритм построения радиолокационного изображения вращающихся элементов летательного аппарата в радиолокационном датчике с обращенным синтезом апертуры антенны. Разработанный алгоритм позволяет получить изображение несущего винта одновинтового вертолета, несущих винтов вертолета соосной схемы построения.

Для разных классов летательных аппаратов, вращающийся винт присутствует либо в горизонтальной, либо в вертикальной плоскости. Поэтому летательные аппараты, осуществляющие полет на предельно малых высотах, можно разделить на следующие классы:

- класс крылатых ракет, у которых нет винтов;
- класс вертолетов, несущий винт (винты) которых вращается в горизонтальной плоскости, а рулевой винт – в вертикальной плоскости;
- класс винтовых самолетов, имеющих тянущие (или толкающие) винты, которые вращаются в вертикальной плоскости.

В данной работе рассматривается алгоритм построения радиолокационного изображения несущего винта вертолета.

Для разработки данного алгоритма прежде всего необходимо определить неизвестные параметры в каждом интервале синтеза: координаты и параметры движения (абсолютное значение и направление вектора скорости) объекта, частоту вращения несущего винта.

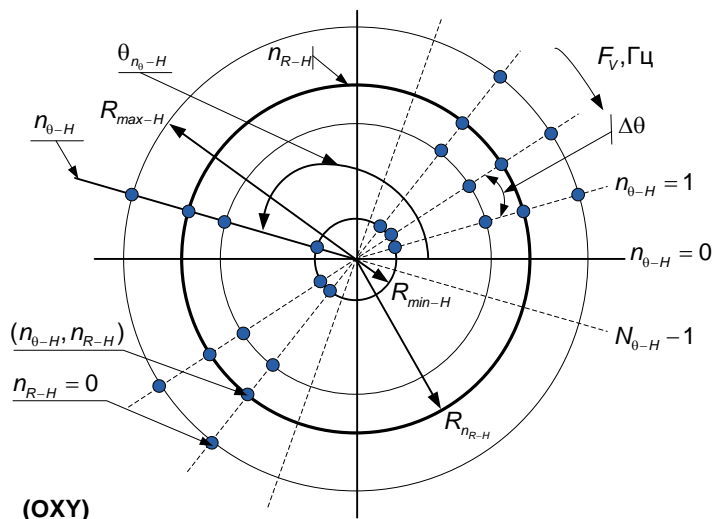


Рис. 1. – Параметры каналов многоканальной системы обработки (горизонтальная плоскость (OXY))

Под радиолокационным изображением винта, вращающегося в горизонтальной плоскости, понимается совокупность комплексных амплитуд $\xi_{n_{\theta-H}, n_{R-H}}$, $n_{\theta-H} = \overline{0, N_{\theta-H} - 1}$, полученных на выходах системы $N_{\theta-H}$ -канальной обработки. На рисунке 1 приведены параметры каналов системы многоканальной обработки с обращенным САА, где $n_{R-H} = \overline{1, N_{R-H} - 1}$ – номер канала по радиальной протяженности, N_{R-H} – количество каналов по радиальной протяженности. Произвольный канал в горизонтальной плоскости можно обозначить номером $(n_{\theta-H}, n_{R-H})$. Каждый $(n_{\theta-H}, n_{R-H})$ канал обеспечивает компенсацию доплеровского сдвига фазы сигнала, отраженного от $(n_{\theta-H}, n_{R-H})$ точки, лежащей на поверхности лопасти винта. Параметры многоканальной системы обработки должны быть полностью согласованы с координатами и параметрами поступающего вращающегося движения винта в горизонтальной плоскости.

Предложенный алгоритм, основанный на обращенном синтезе апертуры антенны, позволяет построить радиолокационное изображение винта летательного аппарата, вращающегося в горизонтальной плоскости. Особенностью алгоритма является возможность получения радиолокационного изображения винта при использовании простого монохроматического зондирующего сигнала в малогабаритном радиолокационном датчике. Реализация разработанного алгоритма требует многоканальности системы обработки и, следовательно, мощного вычислительного средства.

ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЧЕЛОВЕКА

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Новикова А.А.

Козел В.М. — к.т.н., доцент

Потребность в общении, в передаче и хранении информации возникла и развивалась вместе с развитием человечества. Сегодня можно утверждать, что информационная сфера деятельности человека является определяющим фактором интеллектуальных, экономических и оборонных возможностей человеческого общества.

Использование электромагнитной и электрической энергии повсеместно привело к тому, что в конце XX века сформировался новый значительный фактор загрязнения окружающей среды — электромагнитный. Всемирная Организация здравоохранения в 1995 году ввела термин «глобальное электромагнитное загрязнение окружающей среды», а затем включила эту проблему в перечень приоритетных для человечества. Стремительное развитие телекоммуникационной сферы деятельности человека сформировало новое направление в экологии — электромагнитная экология.

В состав биосферы входят ЭМП естественного и искусственного происхождения. До появления искусственных источников электромагнитного излучения естественный электромагнитный фон на поверхности Земли представлял собой совокупность электромагнитных полей земного, околоземного и космического происхождения. Наиболее мощные составляющие электромагнитного фона, обусловленные солнечной активностью, галактическими шумами и грозowymi атмосферными помехами, являются относительно низкочастотными. В настоящее время ЭМП искусственного происхождения стали намного превышать естественный электромагнитный фон.

Основным «поставщиком» ЭМП в окружающую среду являются радиотехнические системы телекоммуникаций. Излучающие технические средства радиосвязи, радиовещания и телевидения распределяются по территориям, как правило, равномерно. Это делается для того, чтобы создать необходимую интенсивность ЭМП в местах пребывания людей. Исторически сложившаяся ситуация с размещением технических средств обостряет вопросы электромагнитной экологии, поскольку строили и размещали излучающие технические средства так, чтобы было удобно эксплуатировать, не задумываясь об экологических последствиях. Как правило, для размещения излучающих технических средств используются одни и те же удобные с точки зрения массового обслуживания места установки антенн (мачты, башни, высотные здания и т.д.). В результате излучающие технические средства стали находиться в границы городов, телецентры — в самых населенных местах и т.д. Как следствие всего этого, стало возможным воздействие высоких уровней ЭМП не только на обслуживающий персонал, излучающий технические средства, но и на население близ лежащих территорий.

Особенностью действия ЭМИ на человека является его визуальная ненаблюдаемость и отсутствие внешних признаков воздействия в течение долгого времени. В зависимости от параметров источника электромагнитного излучения воздействие на человека может происходить на различных расстояниях. В настоящее время наблюдается ухудшение экологической ситуации по электромагнитному фактору. Одной из причин является состояние экологического воспитания, образования и просвещения населения и даже специалистов. Это относится и к изучению вопросов электромагнитной экологии. Даже в вузах радиотехнического профиля изучение вопросов оценки состояния окружающей среды по электромагнитному фактору носит фрагментарный характер. В справочной, учебной и методической литературе по экологии только констатируется факт наличия ЭМП, как физического фактора, загрязняющего окружающую среду. Однако радиосвязь, радиовещание и телевидение — достижение цивилизации и никто не собирается отказываться от них. Следовательно, нормирование становится необходимостью для безопасного использования этих технологий.

Нормирование с точки зрения экологических проблем — это установление предельно допустимых уровней воздействующего фактора. Предельно допустимый уровень (ПДУ) — это уровень вредного фактора, который не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений. При оценке воздействия ЭМП на организм человека длительное время наблюдалось столкновение двух точек зрения. Первая из них принадлежала врачам гигиенистам, которые, заботясь о здоровье человека, старались дать абсолютно нереальные предельно допустимые уровни, иногда не задумываясь об экономических и технических возможностях их реализации. Вторая точка зрения отстаивалась инженерами, которые, в противовес врачам, утверждали в абсолютной безвредности электромагнитного излучения, и как следствие, в отсутствии необходимости каких-либо нормативов. Разумная альтернатива реализуется научно-обоснованными нормативами. Однако, проблема нормирования очень сложна. В докладах Международной комиссии радиозащиты есть тезис о том, что не существует уровня облучения, который можно было бы признать абсолютно безопасным.

По мимо сложностей в определении предельно допустимых уровней электромагнитного излучения, серьезным препятствием при оценке воздействия ЭМП является неосведомленность большинства людей о

наличии электромагнитного загрязнения. Так в исследованиях *Eurobarometer* в 2010 году людей спросили, какие из представленных нескольких устройств и систем, рассматриваются ими как возможные источники электромагнитного излучения. Приблизительно 40% респондентов не знали, что базовые станции и мобильные телефоны испускают электромагнитное излучение, и 70% респондентов не подозревали о излучении беспроводными компьютерными сетями. Очевидно, что у населения есть проблемы с восприятием воздействия электромагнитного излучения, т. е. с идентификацией источников воздействия и свойств излучения. В 2015 году было проведено онлайн-исследование среди жителей Португалии для выявления различия между интуитивным восприятием электромагнитного излучения респондентами и фактическими уровнями воздействия. По результатам исследования оказалось, что добровольные риски, такие как воздействия с мобильных телефонов, рассматриваются как менее опасные, чем те, которые наложены другими источниками (недобровольные), такие как воздействие от базовых станций.

Не вызывает сомнения, что основная масса населения довольно плохо осведомлена о сути проблем экологии радиосвязи. В связи с этим, возникают затруднения в разработке и внедрении мер по контролю и снижению уровней электромагнитного излучения. Однако, несмотря на некоторое «скептическое» отношение к этому вопросу со стороны определенных людей, на сегодняшний день в мире разработан ряд мероприятий по защите от неионизирующего излучения. В частности, существует защита «временем», которая предусматривает контакт с излучением с четкой регламентацией по времени, применяется защита «расстоянием», подразумевающая определение санитарно-защитных зон, зон недопустимого пребывания. В этом случае, для определения степени снижения воздействия используются специальные расчетные, графоаналитические методы.

Вводимые предельно допустимые уровни на электромагнитное загрязнение носят санитарно-гигиенический характер. Для населения гигиенические требования к объектам, излучающим электромагнитную энергию в окружающую среду в радиочастотном диапазоне, определяются государственными нормативными документами. В Республике Беларусь таким нормативным документом являются санитарные правила и нормы. Согласно этим документам, предельно допустимые уровни ЭМП устанавливаются в диапазоне частот до 300 МГц по напряженности электрического поля E в В/м и напряженности магнитного поля H в А/м. А в диапазоне частот свыше 300 МГц предельно допустимые уровни устанавливаются по плотности потока энергии ППЭ в Вт/м². Однако значения предельно допустимых уровней существенно отличаются в различных странах. Кроме того, отличаются и подходы к оценке действия ЭМИ. На постсоветском пространстве сохраняется преимущественно нормирование в единицах плотности потока энергии, а для США и ЕС характера оценка удельной мощности поглощения (*specific absorption rate* — SAR). Ниже в таблице 1 в качестве сравнения приведены предельно допустимые уровни, действующие в Республике Беларусь и России.

Таблица 1

Страны	E, В/м			H, А/м		мкВт/см ²
	0,03-3 МГц	3-30 МГц	30-300 МГц	0,03-3 МГц	30-50 МГц	
Республика Беларусь	500	296	80	50	3	1000 ¹ , 5000 ²
	500	300	80	30	3	1000 ¹ , 5000 ²
Россия	500	300	80	30	3	1000 ¹ , 5000 ²

¹ в производственных условиях

² в производственных условиях; для условий локального облучения кистей рук

Кроме ПДУ, в нормативной документации предписано, что каждый объект, предназначенный для излучения в окружающую среду электромагнитной энергии, должен иметь санитарный паспорт, в котором кроме прочих данных, приводятся расчетные и измеренные уровни ЭМП и границы санитарных зон этих объектов. Так же, особое внимание при нормировании безопасного использования средств телекоммуникаций уделяется оценке риска для здоровья населения. В настоящее время в нашей стране для социально значимых объектов проводится оценка риска в соответствии с инструкцией по применению «Оценка риска здоровья населения от воздействия электромагнитных полей, создаваемых базовыми станциями сотовой подвижной электросвязи и широкополосного беспроводного доступа», утвержденной Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 28.06.2010 № 093-0610. Согласно этой инструкции, суммарная плотность потока энергии на высоте 2м от уровня земли не должны превышать 7,989 мкВт/см². Однако эти стандарты не успевают за современными темпами развития технологий. Следовательно, нуждаются в улучшении, с целью упрощения методики оценки воздействия ЭМИ.

Таким образом, любые нормы, стандарты и регламентации, связанные с защитой человека от опасного воздействия ЭМП, представляют собой компромисс между преимуществами, получаемыми при использовании техники, и возможным при этом риском.

Список использованной литературы:

1. Eurobarometer TNS Opinion and Social. Electromagnetic Fields, 2010. Available online: http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_347_en.pdf
2. Exposure Knowledge and Perception of Wireless Communication Technologies, 2015. Available online: <http://www.mdpi.com/1660-4601/12/11/14177>
3. Слободаев Ю.М., Кубанов В.П. Основы электромагнитной экологии. — М: «Радио и связь», 2000г. -240с.

Алгоритм реализации известных методов шифрования в электронной цифровой подписи

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Овчинников Б.А.

Половенея С.И. – к.т.н., доцент

Постоянный интенсивный рост использования мобильных устройств связи определяет потребность в наличии мобильной электронной цифровой подписи. Ранее мы привыкли видеть ЭЦП пользователя на компьютере, переносном устройстве или записанной на удостоверение личности. Теперь ЭЦП пользователя будет привязана к его sim-карте. Хранение ЭЦП на SIM-карте делает процедуру подписи электронных документов удобной и простой: пользователь не ограничен доступом к компьютеру, документ может быть подписан в любое время и в любом месте. Единственные необходимые для этого условия – наличие SIM-карты с поддержкой SIMiD и устройства с функцией отправки и получения SMS (как смартфона, так и самого простого мобильного телефона). Процесс подписания электронного документа представляет собой отправку специальных зашифрованных сообщений – бинарных SMS – и подтверждается вводом PIN-кода услуги SIMiD. Приложение ЭЦП на SIM реализует сервис идентификации и аутентификации владельца SIM с использованием сертификата открытого ключа. После завершения аутентификации приложение ЭЦП на SIM устанавливает защищенное соединение с сервером авторизации с использованием криптографических алгоритмов СТБ 34.101.45., RSA, DSA, ECDSA. Наиболее успешные – это алгоритмы на основе эллиптических кривых СТБ 34.101.45 и ECDSA.

Алгоритм генерации и проверки электронной цифровой подписи на основе эллиптических кривых представлен на рисунке 1:

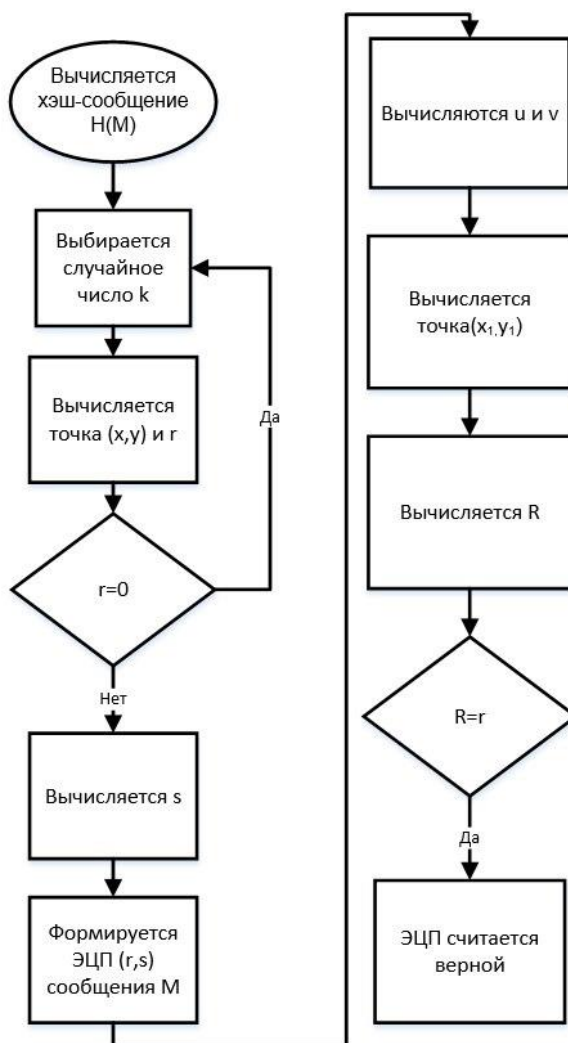


Рис. 1 – Алгоритм ЭЦП на основе эллиптических кривых

Пояснение алгоритма представленного на рисунке 1 :

Генерация ЭЦП (пользователь А подписывает сообщение M):

- вычисляется хэш-сообщения $H(M)$;
- выбирается случайное целое число k , взаимно простое с n (то есть не имеющее других общих с n делителей, кроме 1; поскольку n является простым числом по определению, данное условие выполняется автоматически), $1 < k < n - 1$;
- вычисляется точка $(x, y) = kP$ и $r = x \bmod n$. В случае если $r = 0$, повторяется выбор k ;
- вычисляется $s = k^{-1}(H(M) + rd) \bmod n$;
- цифровой подписью сообщения M является пара чисел (r, s) . Проверка ЭЦП (пользователь В проверяет ЭЦП пользователя А под сообщением M):
- если $r = 0$, то полученная ЭЦП неверна;
- вычисляется хэш-сообщения $H(M)$;
- вычисляются $u = s^{-1}H(M) \bmod n$ и $v = s^{-1}r \bmod n$;
- вычисляется точка $(x_1, y_1) = uP + vQ$;
- вычисляется $R = x_1 \bmod n$;
- ЭЦП считается верной, если $R = r$.

Основные достоинства заключаются в том, что параметры эллиптической кривой, личный и открытый ключи могут быть использованы для контроля целостности и подлинности, но и для обеспечения конфиденциальности защищаемой информации. В стандарте определяются алгоритмы транспорта ключа, предназначенные для защищённой передачи ключей и других секретных данных между двумя сторонами. Так же достоинство состоит в том, что по сравнению с системами на основе RSA они обеспечивают существенно более высокую стойкость при равной трудоёмкости.

Список использованных источников:

1. Государственный стандарт Республики Беларусь – СТБ 34.101.45-2013. Информационные технологии и безопасность. Алгоритмы электронной цифровой подписи и транспорта ключа на основе эллиптических кривых.
2. Горбатов В.С., Полянская О.Ю. – Основы технологии PKI – 2011.

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ФЕРРОМАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Пеняевский С.В.

Федоринчик М.П. – старший преподаватель

Обращаясь к компьютерному моделированию, разработчик стремится получить максимально детальную информацию о режимах работы различных цепей электронного устройства. При этом значительно возрастают требования к соответствию моделей электронных компонентов их реальным прототипам. Особенно это актуально для электромагнитных компонентов. Практика моделирования показывает, что для их создания недостаточно данных, предоставляемых производителем. Потому имеет смысл использовать для создания компьютерной модели экспериментально снятые характеристики магнитного материала.

Производители зачастую предлагают графики кривой намагничивания снятые на частоте 10 кГц для температуры +25 и +100 °С. Этих данных вполне достаточно для конструктивного расчета электромагнитного компонента и ориентировочного моделирования. Однако их недостаточно для создания его точной модели, требуемой для моделирования процессов, связанных с насыщением сердечника. Например, графический способ предоставления информации уже предусматривает неизбежные ошибки его оцифровки. К этим ошибкам добавятся ошибки интерполяции, связанные с извлечением основной кривой намагничивания для некоей промежуточной температуры. Существующие методы снятия характеристик ферромагнитных материалов в лабораторных условиях предполагают небольшой объем тестируемого образца, а так же некоторое количество вычислений. На рисунке 1 приведена структурная схема разработанного стенда:

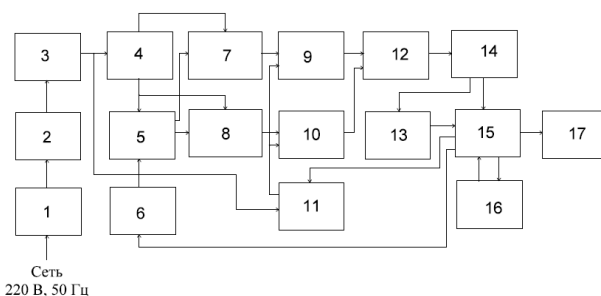


Рисунок 1 – Структурная схема стенда для исследования характеристик ферромагнитных материалов

Стенд для измерения магнитных характеристик ферромагнитных материалов содержит сетевой помехоподавляющий фильтр 1, устройство плавного пуска 2, сетевой выпрямитель 3, дополнительный источник электропитания 4, ШИМ контроллер 5, блок управления частотой настройки сигнала 6, предварительные усилители мощности 7-8, двухтактные усилители мощности 9-10, регулируемый источник напряжения 11, тестируемый сердечник 12, детектор амплитудных значений 13, датчик тока и напряжения 14, блок вычисления и управления 15, блок связи с персональным компьютером 16, цифровой информационный дисплей 17

Работает стенд следующим образом в блок вычисления и управления задаются параметры геометрические параметры тестируемого материала, а так же его рабочая частота. Контроллер устройства управления подает сигнал с заданной частотой на блок управления частотой настройки сигнала, который задает и передает требуемую частоту ШИМ контроллеру. Таким же образом передается сигнал с заданным напряжением на регулируемый источник напряжения. ШИМ контроллер формирует широтно-импульсно модулируемый сигнал, который через усилители мощности подается на тестируемый образец. Датчик напряжений измеряет среднее падение напряжения, а детектор амплитудных значений измеряет амплитудное значение напряжения. Далее все значения рассчитывает контроллер управления и выводит информацию на цифровой дисплей. Таким образом мы получаем координаты первой точки на кривой намагничивания, а так же мощность потерь в ферромагнитном материале. Далее контролирую изменение напряжение с помощью блока вычисления и управления, а также контролирую напряжение падения, вводим сердечник в режим насыщения. Рассчитываем полученные значения и получаем вторую точку на кривой намагничивания.

Таким образом, мы получили устройство с помощью которого можно измерять координаты двух точек на кривой намагничивания, а так же мощность потерь в ферромагнитном материале в полуавтоматическом режиме.

Список использованных источников:

1. Володин, А. А. Создание моделей электромагнитных компонентов по результатам эксперимента / А.А Володин // Силовая Электроника. – 2011. – №3. – С. 20–29.
2. Березин, О. К. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры / О. К. Березин – М : «Три Л», 2000. – 400 с.

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ И ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМ СОТОВОЙ СВЯЗИ GSM 900/1800 и UMTS

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Петрушко П.И.

Давыденко И.Н. – к.т.н., доцент

Темпы увеличения количества радиоэлектронных средств (РЭС) мобильной связи приводят к усложнению методик определения параметров электромагнитной совместимости (ЭМС) внутрисистемного и межсистемного характера. Особое значение приобретает соблюдение условий ЭМС на межсистемном уровне, когда базовые станции (БС) систем мобильной связи воздействует на работу других РЭС связи в совместных частотных диапазонах.

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, GSM, UMTS, внутрисистемные помехи, межсистемные помехи.

Основными факторами, определяющими ЭМС РЭС, являются следующие факторы: рабочая частота; эквивалентная изотропная излучаемая мощность радиопередатчиков БС; диаграмма направленности антенны и ее ориентация в пространстве; затухание в антенно-фидерном тракте радиоприемного устройства; количество активных пользователей; взаимное удаление РЭС и т. д.

Из целого ряда критериев, применимых при анализе ЭМС РЭС, для исследования наиболее подходящими являются энергетические. Использование этих критериев предполагает расчет мощности помехи и сигнала и сравнение их отношения с защитными отношениями, рассчитанными для данного сочетания взаимодействующих сигналов. Такой подход позволяет определить необходимое пространственное разнесение между взаимодействующими РЭС [1]. Вывод о том, что условия ЭМС выполняются, делается в случае, если отношение мощностей сигнал/помеха на входе демодулятора приемника мобильной или базовой станции превышает некоторый уровень, например, 9 дБ для стандарта GSM [2,3].

В настоящее время широкое применение находит математическая модель приемника на основе характеристик, которые могут быть получены измерениями без анализа его внутренней структуры [3]. Характеристики приемника, представленные в виде всех полученных результатов измерений, после статистической обработки формируют в виде математических моделей, совокупность которых и является моделью приемника, характеризующая его линейные и нелинейные свойства. Такая форма представления приемника позволяет строить гибкие алгоритмы оценки ЭМС, включая в них каждый раз те элементы, которые отражают эффекты, представляющие интерес на данном этапе исследования. Оценка совокупности интенсивности ЭМП диапазона 900/1800 МГц во внешней области применяется модель Окамура-Хата. Рассматриваются случаи размещения абонентских станций в условиях городской застройки, что определяет важность влияния экранирующего действия зданий [4].

Стремительный рост количества абонентов сотовой связи требует от операторов дальнейшего развития состава услуг, предоставления их с качеством, которое было бы по крайней мере не хуже, чем в современных цифровых сетях фиксированной связи. Следует учитывать, что теперь главными приоритетами становятся уже не те или иные технологии связи, а сами услуги, динамика их развития и условия предоставления пользователям.

Для получения точных оценок степени влияния радиопомех в ходе определения условий ЭМС для сетей UMTS наиболее приемлемым становится метод статистического моделирования, получивший название метода Монте-Карло [5]. Используя формы расчета затухания в свободном пространстве и Рекомендации ITU-R PN .525-2, и ITU-R PN .529-3, [6,7] выражение для затухания сигнала на трассе распространения можно записать так:

$$L_{БС-МС} = 121,2 + 33,81 \lg R; \quad (1)$$

где $L_{БС-МС}$ – затухание на трассе распространения между базовой и мобильной станциями. R – расстояние между станциями, км.

Для определения затухания на трассах распространения между двумя МС нужно применить модифицированную модель Хата [8]. В этом случае для используемых в текущих исследованиях исходных данных равенство будет иметь вид:

$$L_{МС-МС} = 152,6 + 35,21 \lg R; \quad (2)$$

Выражения (1) и (2) применяются для расстояний $R \geq 0,1$ км. При $R < 0,04$ км используется модель прямой видимости. Тогда для линии радиосвязи между БС и МС выражение примет вид:

$$L_{БС-МС} = 91,5 + 20 \lg(R); \quad (3)$$

где, R' — расстояние по прямой между геометрическими центрами антенн.

В переходной зоне, на расстояниях $0,04 \text{ км} \leq R \leq 0,01 \text{ км}$:

$$L_{МС-МС} = 63,5 + 900(R - 0,04); \quad (4)$$

$$L_{БС-МС} = 67,5 + 333(R - 0,04). \quad (5)$$

Список использованных источников:

1. В.И. Мордачев, Системная экология сотовой радиосвязи. Издательский центр БГУ. Минск, 2009 г.
2. Технические требования к радиооборудованию системы сотовой подвижной связи стандарта GSM 900. Проектное и научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие «Гипросвязь».
3. Технические требования к радиооборудованию системы сотовой подвижной связи стандарта GSM 1800. Проектное и научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие «Гипросвязь».
3. С.В. Афонин, В.Ф. Корсак, Проблемы электромагнитной совместимости систем сотовой связи. Зв'язок №4, 2004 с 26-29.
5. Клемент Темане Ниа, Статистическая оценка электромагнитной совместимости сетей сотовой связи методом Монте-Карло Ярославль 2007.
6. ITU-R PN.525-2: Calculation of free-space attenuation. 1994-08.
7. ITU-R P.529-3. Prediction methods for the terrestrial land mobile service in the VHF and UHF bands.
8. ERC REPORT 68 Monte-Carlo simulation methodology for the use in sharing and compatibility studies between different radio services or systems. Naples, February 2000 revised in Regensburg, May 2001 and Baden, June 2002.

РАДИОЧАСТОТНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ (RFID)

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Полховский Д.Н.

Даавыденко И.Н. – к.т.н., доцент

В настоящее время существует множество беспроводных технологий, которые служат для передачи информации на расстояние между двумя и более точками, не требуя связи их проводами. Среди таких технологий в отдельную группу можно выделить системы радиочастотной идентификации (RFID), которые в отличие от других беспроводных сетей не предназначены для высокоскоростного обмена большими объемами данных на значительные расстояния.

RFID (Radio Frequency IDentification) — метод авто идентификации объектов при помощи радиосигналов.

Структурно RFID систему можно разделить на две части. Первая часть отвечает за чтение/запись и обработку данных, а вторая отвечает за хранение информации (непосредственно сама метка или транспондер). На рисунке 1 приведена структурная схема RFID системы:

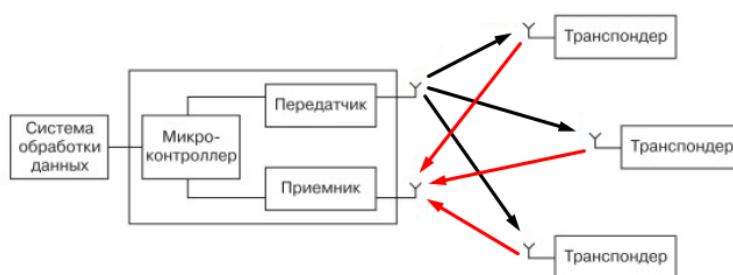


Рисунок 1 – Структурная схема RFID

В зависимости от типа питания метки разделяют на :

1. **Пассивные.** Не имеют встроенного источника питания. Для работы CMOS-чипа, размещённого в метке, используется электрический ток, индуцированный в антенне.
2. **Активные.** Имеют встроенный источник питания. Могут быть считаны на большем расстоянии нежели пассивные метки.
3. **Полупассивные.** Принцип работы Полупассивных меток схож с пассивными метками, но они оснащены элементом питания, который питает чип. Дальность считывания этих меток зависит только от чувствительности приёмника- считывателя

Основные стандарты радиочастот для RFID меток:

- **Диапазон LF (125—134 кГц).** Системы этого диапазона обладают низкой стоимостью, что обеспечивает им широкое применение. Но из-за длины волны существуют проблемы со считыванием на большие расстояния и появлением коллизий при считывании.
- **Метки диапазона HF (13,56 МГц).** Системы 13МГц дешевы, не имеют экологических и лицензионных проблем, хорошо стандартизованы. Применяются в платежных системах, логистике, идентификации личности.
- **Метки диапазона UHF (860—960 МГц).** Метки данного диапазона обладают наибольшей дальностью регистрации, во многих стандартах данного диапазона присутствуют антиколлизционные механизмы.

К преимуществам RFID технологии можно отнести: возможность бесконтактной работы и вне прямой видимости, перезапись данных, разнообразие диапазонов чтения, высокая точность чтения.

Благодаря совокупности всех перечисленных свойств данная технология востребована в тех отраслях, где требуется быстрое считывание и контроль данных реальном времени. Технология радиочастотной идентификации в настоящее время активно развивается находит применения в самых различных областях.

Список использованных источников:

1. Сандип Лихари. RFID. Руководство по внедрению. Пер. с англ. – М.: Издательство «Кудиц-Пресс», 2007.
2. Максим Власов. RFID. 1 технология – 1000 решений. Практические примеры использования RFID в различных областях. : Издательство «Альпина Паблишер», 2015.

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ БИЗНЕСА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Потоцкий К.А.

Славинская О.В. – к.п.н. доцент

За последние несколько лет методы ведения бизнеса сильно изменились, на это в большой степени повлияли информационные технологии. Но для того чтобы развиваться вместе с требованиями клиентов и в ногу со временем, приходится опережать конкурентов и использовать все более новые технологии.

Рассмотрим интеграцию трёх современных направлений на примере ведения бизнеса продажи одежды. Три компонента: Internet-каталог(web-приложение), BPM'Online(CRM-система), Telegram-рассылка(чат-бот). Именно благодаря гармоничному соединению всех этих технологий можно эффективно решать различные актуальные бизнес-кейсы.

Для начала разберём каждый компонент по отдельности, а потом рассмотрим, какие возможности предполагает их интеграция.

Web приложение представляет собой Internet-каталог, оно было написано с помощью технологии asp.net mvc. Данная технология была разработана Microsoft. В основе данной технологии лежит паттерн проектирования MVC(Model View Controller). Паттерн mvc представляет из себя схему разделения данных приложения, пользовательского интерфейса и управляющей логики на три отдельных компонента, модель, представление и контроллер – таким образом, что модификация каждого компонента может осуществляться независимо.

В качестве web-сервера используется IIS. Internet Information Services (IIS) это web-сервер разработкой компании Microsoft и занимает второе место на рынке вслед за Apache. Платформа IIS будет работать только с Windows и поставляется в комплекте с этой операционной системы. В отличие от Apache, где основную поддержку продукта предоставляет сообщество разработчиков, IIS официально поддерживается компанией Microsoft. Разработка этого продукта не так стремительна по сравнению с Apache, но как было сказано выше, одним из главных конкурентных преимуществ IIS является официальная поддержка компании Microsoft, что очень важно для крупного бизнеса. Многие специалисты в области IT признают IIS одним из немногих коммерческих продуктов, который по настоящему может быть конкурентом «open-source» решению. Отдельно стоит упомянуть высокую безопасность по сравнению с Apache, что делает IIS еще более выгодным на фоне других серверов для разработки интернет платформы предназначенной для ведения бизнеса. Все это в совокупности делает выбор технологии asp.net mvc целесообразным.

CRM-система BPM'Online. Custom Relationship Manager (Система управления взаимоотношениями с клиентами). Система BPM'Online — специально заточенная под электронную коммерцию программа, позволяющая не только управлять взаимоотношениями с клиентами, но и комплексно автоматизировать все процессы в Internet-торговле. Для конфигурирования и разработке на этой платформе необходимые знания языка программирования C#, а также JavaScript. CRM-система для Internet -магазина BPM'Online включает инструменты для автоматизации процесса обработки заказов и работы с клиентской базой. Простые и эффективные инструменты планирования и контроля работы менеджеров помогут повысить мотивацию сотрудников и предоставлять качественную аналитику по результатам деятельности департамента продаж в целом. Какие возможности получает владелец бизнеса:

- Сокращение времени обработки заказа и обслуживания клиента,
- Организация работы сотрудников магазина по четким регламентам и стандартам обслуживания покупателей,
- Минимизация количества ошибок благодаря устранению воздействия человеческого фактора,
- Автоматизация рутинных операций и возможность сокращения непродуктивных потерь времени на их выполнение.

Интеграция Internet-каталога и BPM'Online предоставляет большие возможности для привлечения клиентов и оптимизации работы. В первую очередь необходимо создать единое окно управления и согласованные данные. Основным центром управления является BPM'Online. Таким образом, вся информация, собранная на сайте отправляется в платформу, где обрабатывается, хранится и анализируется. Для интеграции был разработан API (программный интерфейс) сайта. API определяет функциональность, которую предоставляет Internet-каталог. Для реализации использовался определённый набор HTTP-запросов, а также определение структуры HTTP-ответов, для выражения которых использовался [JSON](#). На стороне BPM'Online был разработан web-сервис, который по сигналу добавления, изменения или удаления записей отправлял HTTP GET, POST, PATCH, DELETE запросы.

Обратная интеграция сайта с CRM-системой выполняется по протоколу OData. Протокол Open Data (OData) — это открытый web-протокол для запроса и обновления данных, базирующийся на архитектурном походе REST с применением стандартов Atom/XML и JSON.

Доступ к данным и объектам BPM'Online по протоколу OData через обращение к сервису EntityDataService может получить любое стороннее приложение, которое поддерживает обмен сообщениями HTTP и может обрабатывать данные XML или JSON. При этом данные доступны в виде ресурсов, адресуемых через URI.

Благодаря совместно собранным данным из сайта и платформы в BPM'Online можно формировать аналитику. Это хранилище всей собранной информации, отфильтрованное по любому критерию и настраиваемому в виде различных графиков и диаграмм. Аналитика строится на основе объектов BPM'Online и представлениях(View) SQL.

Помимо структурированности данных, контроля производительности и статистики успешному бизнесу не обойтись без коммуникаций с клиентом. Клиентоориентированность является одним из главных преимуществ CRM-системы. И это выходит на новый уровень с использованием чат-ботов. Боты — специальные аккаунты в Telegram, созданные для того, чтобы автоматически обрабатывать и отправлять сообщения. Пользователи могут взаимодействовать с ботами при помощи сообщений, отправляемых через обычные или групповые чаты. Логика бота контролируется при помощи HTTPS запросов к [API для ботов](#). Мессенджер Telegram насчитывает более 100 миллионов пользователей по всему миру, а это потенциальные клиенты.

С помощью чат-бота можно:

- Узнать больше о своей целевой аудитории, что поможет оптимизировать план продвижения услуг;
- Увеличить лояльность пользователей к компании, предоставляя клиенту удобный метод взаимодействия с через мессенджер Telegram ;
- Получить приток потенциальных покупателей на web-ресурс, используя чат-бот для рекламы товаров;
- Уменьшить нагрузку на менеджеров, сократив расходы для найма новых сотрудников;
- Предоставлять поддержку неограниченному количеству пользователей одновременно, автоматизировав часть взаимодействия с клиентами.

Таким образом, рассмотренные компоненты информационных технологий помогают решать различные бизнес-кейсы, увеличивать производительность работников, развивать коммуникации с клиентами, анализировать всю имеющуюся информацию и рационально составлять стратегию и бизнес-план в зависимости от полученных данных, а следовательно увеличивать прибыль.

Список использованных источников:

1. Рихтер, CLR via c# Программирование на платформе .NET /Д.Рихтер - Вильямс, 2014. – 800с
2. Алан, Б.Л. Learning SQL/Б.Л. Алан-ДС:. Символ-Плюс, 2007-112с.
3. А. Волосевич, Средства платформы .NET для работы с базами данных / А.А. Волосевич, С.В. Актанорович // Методическое пособие по дисциплинам «Инструменты и средства программирования» и «Избранные главы информатики» для студентов специальности «Информатика» всех форм обучения. – Минск, 2011. – 52с.
4. В. Олифер, Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В.Олифер, Н.Олифер – Питер, 2015. – 963с.
5. Свод знаний по управлению бизнес-процессами. BPM СВОК 3.0 – Альпина Паблишер, 2016. – 480

ТЕХНОЛОГИЯ 5G

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Протасеня А.Н., Шаров А.О.

Дворникова Т. Н. – старший преподаватель кафедры ИРТ

5G (от английского *fifth generation* — пятое поколение) — разрабатываемый стандарт мобильной связи пятого поколения.

Новый стандарт мобильной связи появится не раньше 2020 г., однако разработка соответствующих спецификаций идёт уже сейчас. Южная Корея на Зимних Олимпийских играх 2018 (при помощи местного оператора КТ) планирует провести запуск коммерческих сетей пятого поколения, а японский NTT DoCoMo, совместно с Nokia начнут тестировать 5G в Токио на летних Олимпийских играх, которые пройдут в 2020-м. В США все основные операторы — Verizon, AT&T, T-Mobile и Sprint также начали тестирование возможностей беспроводных технологий пятого поколения.

Основными особенностями технологии можно выделить:

- Увеличение скорости;
- Снижение задержек;
- Значительное увеличение емкости сети;
- Переход к модели сети с корректировкой диаграммы направленности сигнала;
- Переход в область миллиметровых волн.

Технологии, используемые в стандарте 5G:

- MIMO (Multiple Input - Multiple Output; многочисленные входы, многочисленные выходы) — метод кодирования сигнала, позволяющий увеличить полосу пропускания канала, при котором для передачи данных используются две и более антенны и такое же количество антенн для приёма.
- **МУЛЬТИТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ - поддержка как уже существующих стандартов, таких как UMTS, GSM, LTE, так и других, например, Wi-Fi.**
- D2D (DEVICE-TO-DEVICE) - позволяет устройствам, находящимся неподалеку друг от друга, обмениваться данными напрямую, без участия сети 5G, через ядро которой будет проходить лишь сигнальный трафик.

Услуги в сетях 5G:

- Сверхширокополосная мобильная связь (Extreme Mobile Broadband, xMBB) - реализация ультраширокополосной связи с целью передачи «тяжелого» контента;
- Массовая межмашинная связь (Massive Machine-Type Communications, mMTC) - поддержка Интернета вещей (ультраузкополосная связь);
- Сверхнадежная межмашинная связь (Ultra-reliable MTC, uMTC) - обеспечение особого класса услуг с очень низкими задержками.

В сетевой архитектуре можно выделить три подсистемы (облака):

- Облако доступа (Access) - подразумевает включение как распределенных, так и централизованных технологий и систем доступа. Также планируется обратная совместимость с сетями 4G и 3G;
- Облако управления (Control) - управление сессиями, мобильностью и качеством услуг;
- Транспортное облако (Forward) - физическая передача данных в сеть с высокой надежностью, скоростью и балансировкой нагрузки.

Проблему с покрытием и доступностью к сети было решено изменить путем ориентирования на абонентов. Радиопокрытие сети будет подстраиваться под нужды абонентов в отличие от сетей прошлого поколения. Внедрение сетей 5G позволит многократно увеличить скорость и мощность сети, что позволит одновременно обслуживать большее количество устройств. Эта технология станет мощной базой для развития сферы сетевых услуг.

Список используемых источников:

1. Biljana Badic, Christian Drewes, Ingolf Karls, Markus Mueck, Rolling Out 5G: Use Cases, Applications, and Technology Solutions, 2016
2. Wei Xiang and Kan Zheng, 5G Mobile Communications, 2016
3. <https://www.networks.nokia.com>
4. <https://www.qualcomm.com>

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

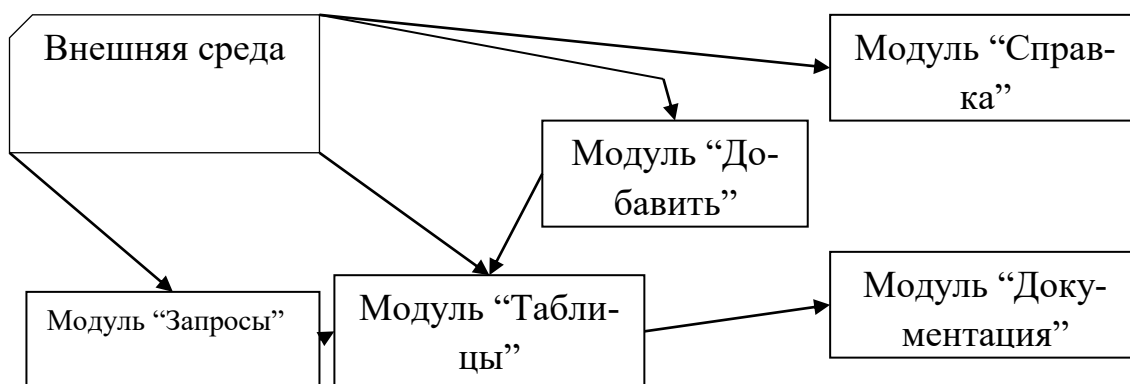
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь E-mail: kafrts1@bsuir.by

Пузик Д.В.

Свирид В.Л. – к.т.н, доцент

В настоящее время мобильные устройства находят более широкое применения в повседневной жизни людей для достижения их максимального комфорта. Показателями этого является постоянный вход в Интернет, нахождения на связи «Онлайн». Всё это стало актуальным вместе с появлением мобильного Интернета. Мобильные устройства стали новой ступенью в развитии не только телекоммуникаций между людьми, но и различных других сферах нашей жизни, таких как образование, здравоохранение, экономика, управления и так далее. Именно по этому огромной актуальности пользуется такая услуга как разработка мобильных приложений.

Результатом функциональной декомпозиции данного программного средства является функционально-логическая структура, представленная на рисунке.



Функционально-логическая структура программного средства АСП

Программное средство содержит следующие модули:

- модуль «Таблицы». Он является главным, так как с помощью этого модуля осуществляется самая главная функция приложения – просмотр и редактирование данных в таблицах;
- модуль «Добавить» представляет собой набор средств, при помощи которых становится просто и удобно добавлять данных в сложные таблицы «worker» и «time»;
- модуль «Запросы» позволяет пользователям, которые знакомы с базовыми понятиями SQL, манипулировать данными в таблицах;
- модуль «Документация» служит для формирования отчётов на основании имеющихся данных;
- модуль «Справка» содержит в себе основную информацию о разрабатываемом программном средстве.

В современном информационном обществе информационные сервисы, службы и устройства на различных уровнях своего использования всё чаще модернизируются и приобретают мобильные свойства, тем самым упрощая жизнь современного человека. В настоящее время наблюдается недостаток мобильных приложений для обучения технических дисциплин. Анализ современных мобильных приложений, таких как Windows Phone Store, Windows Store, Google Play, App Store показал, что на рынке практически отсутствуют приложения, которые включающие в себя обучение технических дисциплин, что делает актуальной разработку таких приложений.

Список литературы: Веллинг Л. Разработка веб-приложений с помощью PHP и MySQL/ Л. Веллинг, Л. Томсон - М.: "Вильямс", 2010 - 810с.

ТЕСТОВАЯ ОБОЛОЧКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ ОБЩЕПЕДАГОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ – БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Пунцель Е.В., Буянов А.В.

Славинская О.В. - кандидат педагогических наук, доцент

В работе представлена тестовая оболочка автоматизированного контроля по определению уровня сформированности общепедагогической компетентности студентов – будущих педагогов профессионального образования. Апробация реализована на занятиях по дисциплине «Педагогика» в рамках проекта «Педагогическая студенческая гостиная» на факультете радиотехники и электроники БГУИР.

В БГУИР реализуются образовательные программы по трем из девяти направлений специальности 1-08 01 01 «Профессиональное обучение (по направлениям)». Подготовка по одному из них ведется последний год. Поэтому текущий и промежуточный контроль по дисциплине «Педагогика» для нашего университета остается актуальным для двух направлений:

- 1-08 01 01-02 «Профессиональное обучение (радиоэлектроника)»;
- 1-08 01 01-07 «Профессиональное обучение (информатика)».

Для осуществления автоматизированного контроля по дисциплины нами разработана тестовая оболочка. Для наполнения заданий тестовой оболочки нами использованы задания тестового контроля, разработанные нашим педагогом-руководителем – кандидатом педагогических наук, доцентом Славинской О.В., с ее разрешения.

В составе вариантов тестовых заданий имеются задания выбора с закрытыми вопросами и пятью вариантами ответов. Среди них правильным может быть один, два, три, четыре или пять ответов. Это значительно усложняет тестовые задания, исключает угадывание ответов. Также для корректности оценки результатов обучения с помощью тестового контроля введена «жесткая» система оценки ответов. Задание с любым количеством правильных ответов считается выполненным, если все правильные ответы даны, а неверные ответы отсутствуют. Главное окно тестовой оболочки представлено на рис. 1.



Рис. 1. Главное окно электронной тестовой оболочки

Для прохождения конкретного теста открывается следующее окно, в зависимости от выбранного модуля. Результат прохождения теста представлен на рис. 2.

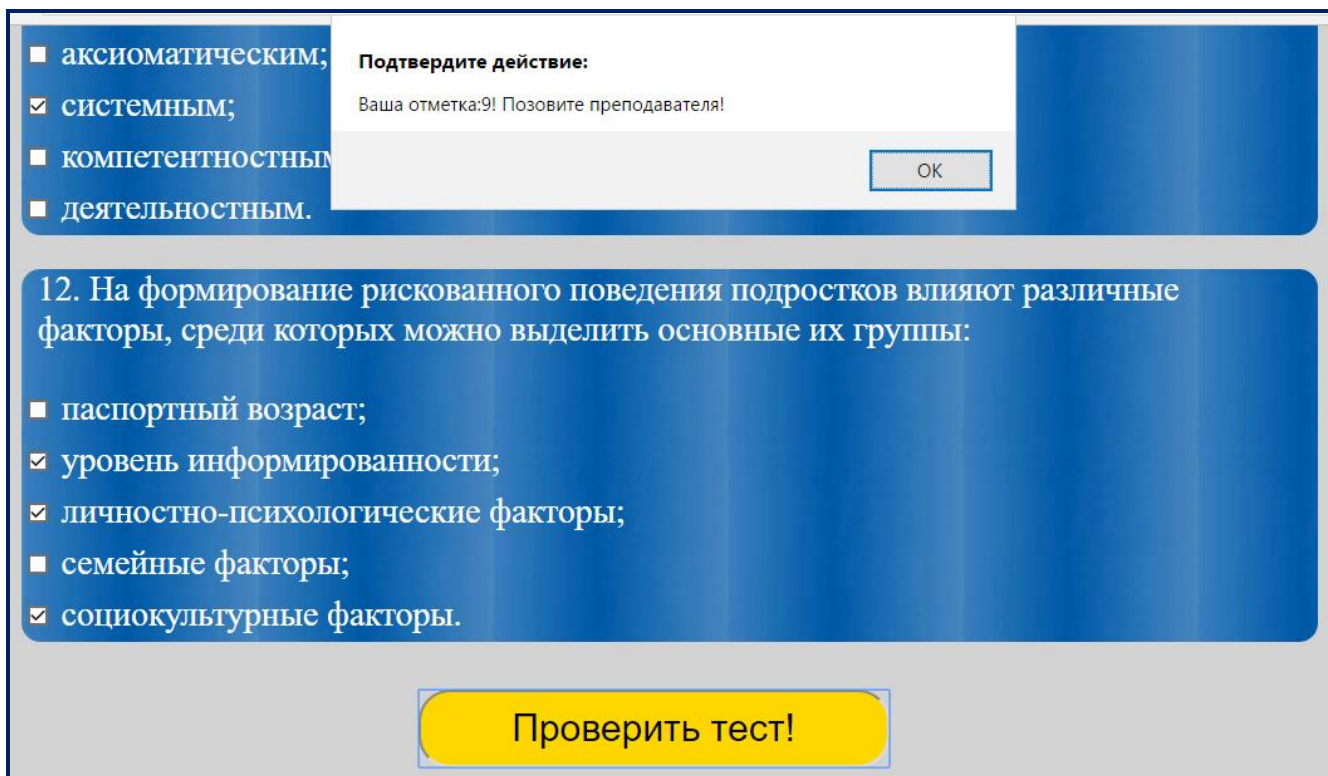


Рис. 2. Итоговое окно тестирования

Тестовая оболочка разработана средствами HTML, CSS для внешнего вида, и JavaScript для выбора случайного варианта тестирования и последующей проверки этого варианта. Каждый вопрос имеет 5 вариантов ответа, которые связаны между собой. За счет этого в скрипт передаются правильные данные, где эти данные сравниваются с эталоном и высчитывается отметка по тестированию. Для выбора случайного варианта теста алгоритм генерирует случайное число в диапазоне вариантов модуля. Полученное число и есть номер варианта по тестированию.

Разработанная оболочка апробирована при изучении дисциплины «Педагогика» в рамках мероприятий проекта «Педагогическая студенческая гостиная».

Список использованных источников:

1. ОСВО 1-08.01 01-2013. Образовательный стандарт высшего образования. Специальность 1-08 01 01 «Профессиональное обучение (по направлениям)»: [утв. постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 27.12.2013 № 141].
2. Педагогика: типовая учебная программа по специальности 1-08 01 01 «Профессиональное обучение (по направлениям)»: [утв. Министерством образования Республики Беларусь 16.06.2010 № ТД-В.001/тип.].
3. Педагогика: учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине для направления специальности: 1-08 01 01-07 «Профессиональное обучение (информатика)»: [утв. проректором по учебной работе БГУИР 30.01.2017 рег. № УД-4-662/р].
4. ОКРБ 011-2009. Общегосударственный классификатор Республики Беларусь «Специальности и квалификации»: [утв. постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 02.06.2009 № 36 (с изм. и доп.)].

СИСТЕМА ОБМЕНА НАВИГАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ ДЛЯ АВИАМОДЕЛЕЙ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Руденко Н.С.

В настоящее время развитие микропроцессорной и микромеханической промышленности позволило расширить диапазон применения авиамodelей, начиная от топографической фото- и видеосъемки, заканчивая доставкой небольших грузов. Выполнение этих задач обеспечивает система управления, включающая в себя приводы, датчики, системы обработки информации и устройства передачи команд. Совокупность этих устройств образует пилотажно-навигационный комплекс (далее – ПНК). Посредством ПНК авиамodelь взаимодействует с оператором, осуществляющим её пилотирование, а также контроль над выполнением поставленной задачи.

По мере того как возрастает интенсивность использования авиамodelей широким кругом потребителей – возрастает также и интенсивность трафика в воздушном пространстве. Это может привести к авариям и снижению эффективности использования беспилотных летательных аппаратов. В связи с вышесказанным очевидно, что такие летательные аппараты нуждаются в более совершенных механизмах взаимодействия, которые не только позволили бы упростить задачу управления группами беспилотников и отдельными авиамodelями, но и открыли бы возможность более гибкого управления потоками воздушного движения.

Существуют различные способы решить данную проблему. Например в судоходении всё более широкое распространение получают высокоэффективные навигационно-информационные системы с электронными картами такие как ECDIS (Electronic Chart Display and Information System) и ECS (Electronic Chart System). В них реализуются последние достижения в области информационной техники и они обладают обширными возможностями. Корректурa электронных карт в ECDIS может осуществляться автоматически через спутниковые каналы связи и, в частности, через всемирную компьютерную сеть Интернет. Через эту сеть можно заказывать и получать также новые электронные карты и другую навигационную информацию. В результате применения ECDIS судоводитель на ходовой вахте освобождается от выполнения многих рутинных операций. Его основными функциями становится наблюдение за окружающей обстановкой, контроль ECDIS и других средств судоходения, управление их работой для получения требуемой обстановкой информации, оценка предоставляемой информации и принятие решений по управлению судном. ECDIS способна предоставлять судоводителю в интегрированном виде информацию, характеризующую различные стороны процесса судоходения, что позволяет ему уверенно и обоснованно принимать решения. Перенять некоторые черты таких систем – хорошая идея, но использованные в них решения нужно адаптировать для определенных выше задач. И так, необходимо спроектировать навигационно-информационную систему с использованием аппаратуры потребителя глобальной навигационной спутниковой системы, которая будет обладать возможностью сбора и анализа навигационной информации посредством современных вычислительных сетей.

Структура системы включает в себя ПНК, сервер и интерфейс пользователя. ПНК определяют свое местоположение обрабатывая информацию полученную с GPS-приемника, после чего обмениваются ими с соседними ПНК. Если авиамodelи летят слишком близко - курс автоматически корректируется при помощи сервоприводов. Также ПНК могут отсылать навигационную информацию на сервер через Интернет используя GSM-канал. На сервере разворачивается веб-приложение, для коммуникации с ПНК, а также для реализации функций обработки и отображения навигационной информации.

Основные проблемы подлежащие исследованию состоят в расчете точности определения навигационных параметров авиамodelи, а также в расчете энергетических параметров системы. После этого остается только укомплектовать ПНК необходимыми аппаратными модулями в зависимости от требований заказчика, программная же часть практически не претерпит изменений.

Аппаратная часть системы будет спроектирована на основе микроконтроллеров STM32, так как они значительно выигрывают в цене не уступая конкурентам по качеству. Программная же часть разрабатывается на платформе node.js с использованием MySQL в качестве базы данных. Преимущества такого подхода - скорость, надежность и возможность масштабирования.

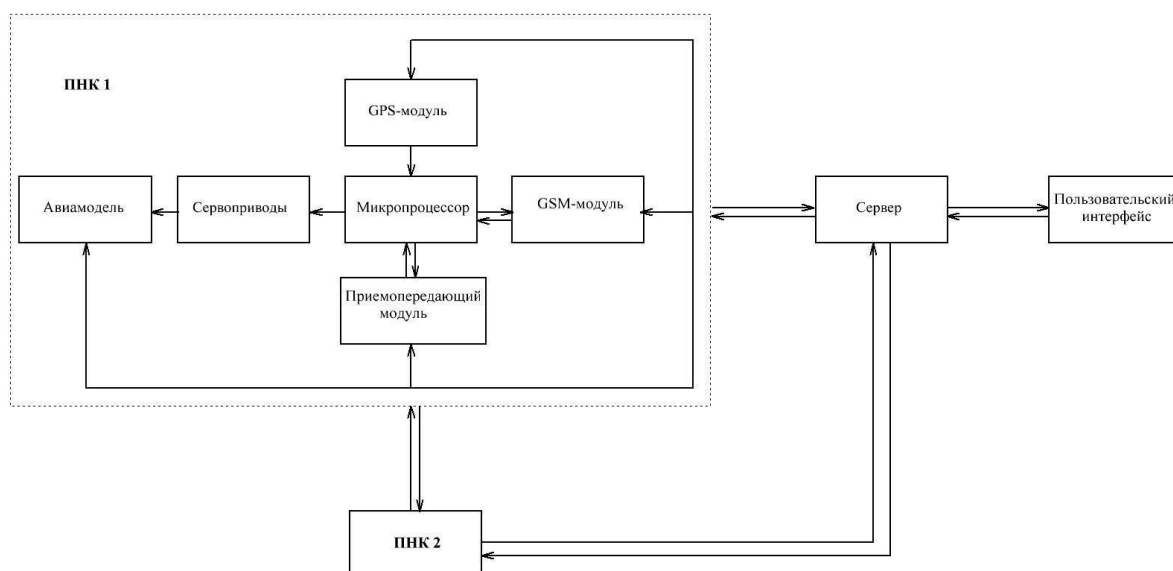


Рисунок 1 - Общий вид системы

Подытоживая стоит сказать, что системы с такой архитектурой имеют большие возможности для усовершенствования. Независимость клиентской и серверной частей дает возможность добавлять новый функционал не изменяя строение и программную часть ПНК, позволяет работать с разными типами авиамodelей, а также открывает широкие возможности масштабирования. Конечно же чтобы воплотить это в жизнь необходимо в первую очередь подумать о создании унифицированных стандартов написания программ для такого рода систем.

Список использованных источников:

1. Репников А.В., Мручко Ю.В., Вальдовский А.В. Задачи программно-алгоритмического обеспечения навигационно-пилотажного комплекса: учеб. пособие. М.: Изд-во МАИ, 1990. 84 с.
2. Рябцев М.В. Определение зависимости угла возвышения оптической оси пирометрического датчика, направленной под углом к продольной оси беспилотного летательного аппарата, от углов тангажа и крена. // VIII Региональная молодежная научно-практическая конференция Тульского государственного университета «Молодежные инновации»: сб. докл. в 3 ч.; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ядыкина Е.А. Тула: Изд-во ТулГУ, 2014. Ч. II. 244 с.
3. Рябцев М.В. Определение углов тангажа и крена беспилотного летательного аппарата при известных углах возвышения оптических осей двух пирометрических датчиков, расположенных под углом к продольной оси беспилотного летательного аппарата // VIII Региональная молодежная научно-практическая конференция Тульского государственного университета «Молодежные инновации»: сб. докл. в 3 ч.; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ядыкина Е.А. Тула: Изд-во ТулГУ, 2014. Ч. II. 244 с.
4. ГОСТ Р 55524-2013.
5. Буров Н.И. Электронная навигация и картография. Под редакцией Козыря Л.А.: ОГМА. -Одесса, 1996-26 с.

Поисковая оптимизация раздела сайта БГУИР кафедры Информационных радиотехнологий

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Русаков Д.В., Шлак А.К.

Михневич С.Ю. – к.ф.м.н., доцент

В условиях развития глобального информационного пространства, всё большее значение приобретает сеть Интернет, как средство коммуникации и информационного обмена. При этом возникают огромные трудности в поиске и ориентировании среди информационных потоков такого объёма. Именно для навигации и успешного обнаружения нужной информации, были созданы поисковые системы. Храня информацию о миллиардах веб-страниц, эти системы являются наиболее мощным инструментом для поиска информации и распределения пользовательского внимания. Целью поисковой оптимизации является привлечение внимания пользователей посредством демонстрации целевой веб-страницы в поисковой системе.

Особую актуальность в данных условиях обретает умение повысить рейтинг сайта для поисковой системы, что автоматически обеспечит ресурсу пользовательское внимание.

На сегодняшний день поисковые системы – это практически самые посещаемые сайты в мире. Поисковые системы созданы специально для поиска необходимой информации на различных сайтах с последующим предоставлением релевантных страниц людям, которые ищут информацию.

Современная поисковая система — это сложнейший программно-аппаратный комплекс, механизмы работы которого являются коммерческой тайной компании-разработчика. С помощью специальных алгоритмов поисковые роботы собирают и индексируют информацию. Когда пользователь вводит запрос в строку поиска, автоматически формируется обращение к базе данных. После этого система выдает в виде нумерованного списка наиболее релевантные (соответствующие запросу) документы. Сортировка документов (ранжирование) и присвоение им позиции в поисковой выдаче осуществляется на основе их значимости.

Для лучшей индексации сайта поисковыми системами применяется поисковая оптимизация.

SEO является аббревиатурой от Search Engine Optimization, что в переводе означает оптимизация под поисковые системы или просто поисковая оптимизация.

Поисковая оптимизация — комплекс мер по внутренней и внешней оптимизации, для поднятия позиций сайта в результатах выдачи поисковых систем по определённым запросам пользователей.

Внутренняя оптимизация сайта – это действия, направленные на изменение содержимого сайта, чтобы поисковые системы лучше его индексировали.

Внешняя оптимизация – это наращивание ссылочной массы, или получение ссылок на свой сайт с других ресурсов.

Для оптимизации раздела сайта БГУИР кафедры Информационных радиотехнологий (далее – ИРТ) используется внутренняя оптимизация.

Внутренняя оптимизация раздела сайта БГУИР кафедры ИРТ включает следующие виды работ, представленные на рисунке 1.

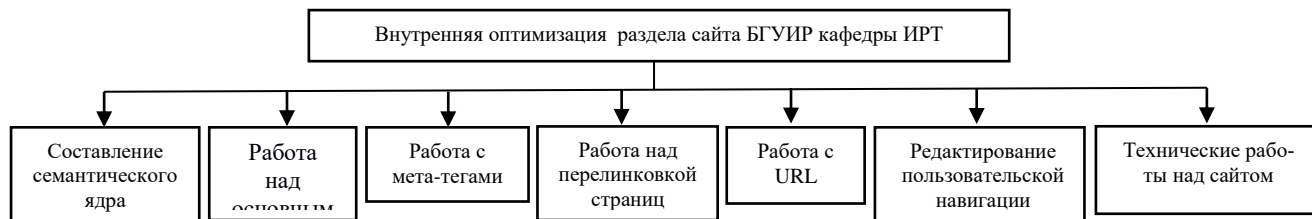


Рис.1 - Виды работ по внутренней оптимизации

После анализа текущего содержания сайта, определены следующие виды работ по внутренней оптимизации раздела сайта БГУИР кафедры Информационных радиотехнологий:

1. Составление семантического ядра
2. Работа над основным текстом
3. Работа с мета-тегами
 - 3.1 Заголовков <title>
 - 3.2 Описания <description>
 - 3.3 Ключевых слов <keywords>
4. Работа над перелинковкой страниц
5. Работа с URL

6. Редактирование пользовательской навигации по страницам сайта (navigation, breadcrumb trails)
7. Технические работы над сайтом
- 7.1 Управление индексацией с помощью служебного файла «robots»
- 7.2 Оптимизация динамических страниц и программного кода

Таким образом, был сформулирован комплекс работ необходимых для оптимизации раздела сайта БГУИР кафедры ИРТ. При оптимизации особое внимание уделяется такому разделу, как «приглашаем к сотрудничеству». Это позволит не только применить (адаптировать) готовые разработки, но и благодаря научному и техническому оснащению принять участие в новых разработках.

Поисковая оптимизация сайта позволит облегчить видимость страниц сайта поисковыми системами, а также восприятие и навигацию пользователей на сайте и при поиске информации.

Список использованных источников:

1. Google Руководство по поисковой оптимизации для начинающих
2. SEO: Поисковая Оптимизация от А до Я Иванов И.И. Энциклопедия поискового продвижения Ingate. — СПб.: Питер, 2014. — 520 с.: ил.
3. Ашманов и., Иванов Оптимизация и продвижение сайтов в поисковых системах. 3-е изд. СПб.: Питер, 2011.—464 с.: ил.
4. Леонид Гроховский, Михаил Сливинский, Алексей Чекушин, Станислав Ставский SEO: руководство по внутренним факторам. – М.: Центр исследований и образования «ТопЭксперт.РФ», 2011. – 133 с.
5. Неелова Н. Энциклопедия поискового продвижения Ingate. — СПб.: Питер, 2014. — 520 с.: ил.
6. Севостьянов И.О. Поисковая оптимизация. Практическое руководство по продвижению сайта в Интернете, 3-е изд. — 2016. — 272с.: ил.

АНАЛИЗ ТРЕНДОВ МЕТРИК ВИБРОСИГНАЛА ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Рябцев П. Г.

Давыдов И. Г. – к.т.н., доцент

В настоящее время существует большое количество методов измерения и оценки вибрации, позволяющих с большой достоверностью контролировать состояние промышленного оборудования и определять наличие, вид и степень развития дефекта.

Все существующие методы вибродиагностики можно разделить на две группы:

- методы периодического мониторинга: оценка состояния машины происходит на основании сравнения с данными предыдущих замеров;
- методы диагностики по однократному замеру: оценка состояния машины происходит на основании единственного замера.

Одним из методов периодического мониторинга является измерение общего уровня вибрации. Под общим уровнем обычно понимается среднеквадратичное или максимальное значение вибрации в определенной полосе частот.

Среднее квадратическое значение (СКЗ) является самым важным параметром мониторинга, так как в нем учитывается временное развитие исследуемых колебаний, и оно непосредственно отображает значение, связанное с энергией сигнала и, следовательно, разрушающей способностью этих колебаний.

Информативным параметром мониторинга состояния оборудования является анализ тренда – изменения параметра вибрации во времени. Изменение общего уровня вибрации (повышение или понижение) является поводом к повышенному вниманию к данному оборудованию.

Измерения СКЗ вибросигнала можно производить в узких диапазонах частот, характерных для проявления дефектов отдельных элементов машины – подшипников качения, зубчатых зацеплений и т.д. Ресурс роторных машин малой и средней единичной мощности определяется, в основном, ресурсом подшипников качения. Характерной особенностью спектров подшипников качения являются низкие амплитуды вибрации на ранней стадии развития дефекта, а при его развитии – появление широкополосных энергетических горбов.

Зарождающиеся дефекты подшипников качения способствуют появлению высокочастотных ударных импульсов, что увеличивает уровни пика амплитуд вибрации, однако СКЗ может не меняться. Наличие ударных импульсов можно определить с помощью пик-фактора, представляющего собой отношение максимального значения сигнала к его СКЗ.

Повреждение подшипников качения по причине сколов, оспин, трещин на беговых дорожках и телах качения приводит к появлению большого количества составляющих в спектре виброускорения в районе собственных частот подшипников (от 1000 до 5000 Гц).

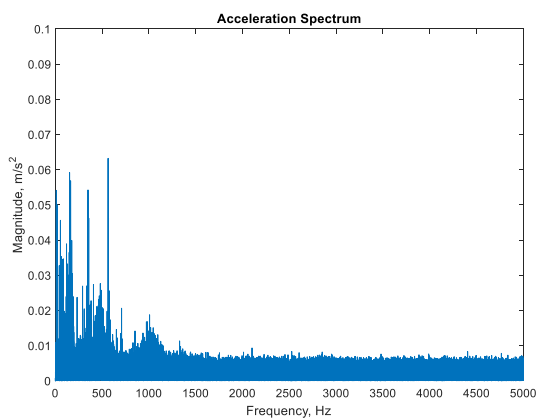


Рисунок 1 – Спектры сигнала виброускорения подшипника качения в периоды зарождения дефекта

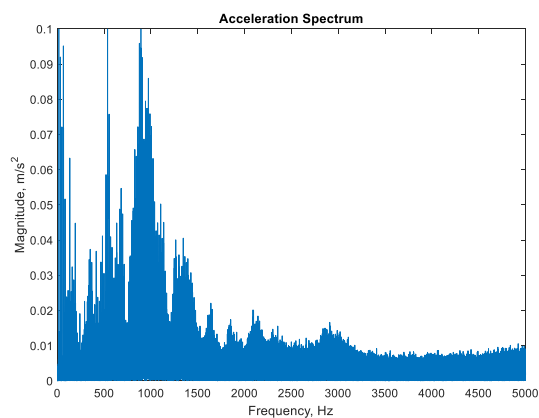


Рисунок 2 – Спектры сигнала виброускорения подшипника качения в периоды развития дефекта

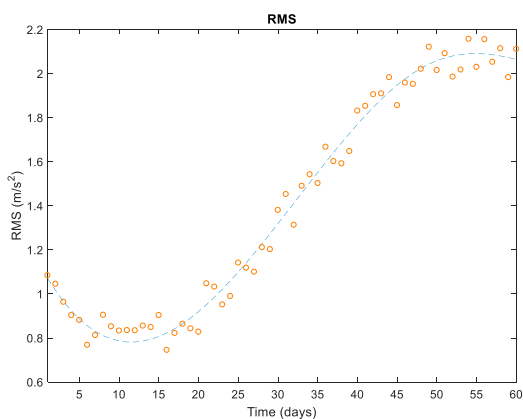


Рисунок 3 – Данные мониторинга СКЗ виброускорения в полосе 1000 – 5000 Гц

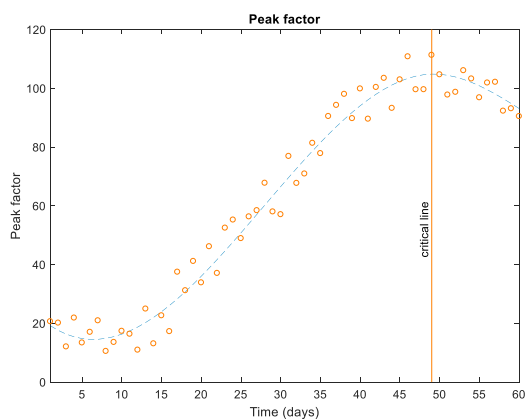


Рисунок 4 – Данные мониторинга пик-фактора виброускорения

На рисунках 1 и 2 представлены спектры сигналов виброускорения подшипников качения модели 213A в периоды зарождения и развития дефекта, на рисунках 3 и 4 приведены данные периодического мониторинга СКЗ виброускорения в полосе 1000 – 5000 Гц и пик-фактора виброускорения. Роста значения пик-фактора указывает на наличие единичных ударных импульсов. Снижение значения пик-фактора и одновременное увеличение значения СКЗ свидетельствует о возникновении большого числа ударных импульсов, которые представляют опасность для эксплуатации подшипника. Момент прохождения функции пик-фактор через максимум соответствует критическому состоянию подшипника.

По анализу данных трендов можно производить оценку технического состояния подшипников качения промышленного оборудования.

Список использованных источников:

1. Барков А. В., Баркова Н. А., Азовцев А. Ю. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации: учеб. пособие. СПб.: Изд. центр СПбГМТУ, 2000. - 159 с.
2. Абрамов И. Л. Вибродиагностика энергетического оборудования: учебное пособие по дисциплине «Диагностика в теплоэнергетике» / И. Л. Абрамов. - Кемерово, 2011. - 81 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА РАДИОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Саидмурадов С.Ш.

Ползунов В.В. - к.т.н., доцент,

При проектировании и разработке программного обеспечения, ключевую роль играет тестирование данного разрабатываемого средства. В данной работе рассмотрены основные проблемы автоматизированного тестирования и подходы к их решению. Были проанализированы характерные особенности и произведен сравнительный анализ фреймворков для автоматизированного тестирования, в частности для языка Ruby. Выявлено и обосновано использование автоматизированных тестов и поддержка их на протяжении всего цикла разработки программного средства. В результате проведенного анализа разрабатываются тестовые случаи и тестовые скрипты, которые позволяют проверить программное средство на наличие критических дефектов.

Тестирование программного обеспечения является важным процессом для оценки качества программного продукта. Тестирование представляет собой процесс анализа программного средства на обнаружение различий между фактическим и ожидаемым результатом. Тестирование программного обеспечения является деятельностью, которая должна производиться в течение всего жизненного цикла разработки программного обеспечения.

Основными целями тестирования можно назвать следующие:

- продемонстрировать разработчикам и заказчикам, что программа соответствует требованиям;
- выявить ситуации, в которых поведение программы является неправильным, нежелательным или не соответствующим спецификации.

Тестирование призвано выявлять дефекты, то есть обнаруживать слабые места в программном продукте для их дальнейшего удаления или исправления, однако нахождение подобных неисправностей может занять много времени и не поддается прогнозированию. Поэтому для упрощения процесса тестирования и сокращения временных затрат на этапе контроля качества в процессе разработки программного обеспечения часто применяют так называемое автоматизированное тестирование. Упрощение процесса тестирования с сокращением временных затрат достигается путем использования программных средств для выполнения тестов.

Как и у любого этапа разработки программного средства, у этапа тестирования есть свои характерные особенности, в частности среди проблем автоматизированного тестирования можно выделить поддержку тестов в актуальном состоянии. При изменении функционала или добавлении функционала потребуется обновление тестов для актуальных входных данных. Так же проблемы возникают уже при выборе тест кейсов, которые необходимо автоматизировать. Не все тест кейсы поддаются автоматизации, и бывают ситуации, когда некоторые из них лучше оставить в ручном тестировании. Очень редко удается перейти полностью от ручного тестирования к автоматизированному. Не стоит забывать, что ручное и автоматизированное тестирование – это не взаимоисключающие, а взаимодополняющие методы. Например, невозможно автоматизировать тестирование таких вещей как:

- Установка операционной системы
- Проверка напечатанного принтером документа
- Проверка содержимого картинки, видео

Цель: Написать автоматизированные тесты с использованием специализируемых фреймворков языка Ruby для обнаружения критических дефектов и сокращения временных затрат.

Для достижения цели нужно выполнить ряд задач:

1. Провести разбор и анализ имеющихся аналогов.
2. Разработать алгоритм тестирования.
3. Написать автоматизированные тесты.
4. Оценка результатов

В настоящее время широко используются фреймворки для автоматизированного тестирования.

PHPUnit - это ориентированный на программистов фреймворк тестирования для PHP. Он построен на архитектуре XUnit для фреймворков модульного тестирования.

JUnit – это Java фреймворк для тестирования, т. е. тестирования отдельных участков кода, например, методов или классов.

TestNG – это фреймворк с открытым кодом, где NG в TestNG означает Next Generation (Новое поколение). TestNG похож на JUnit, но намного функциональней него. Он разработан лучше, чем JUnit, особенно, если тестировать вложенные классы.

Разработка автоматизированных тестов выполняется с использованием объектно-ориентированного языка программирования Ruby, с использованием библиотек и фреймворков которые основываются на технологиях TDD и BDD. Используя библиотеку Сарубага и фреймворк RSpec, разрабатываются тесты, которые ориентированы на поведении конечного пользователя, это позволит смоделировать ситуации, при которых необходимо протестировать систему с точки зрения конечного пользователя, при этом выполнить все возможные тесты автоматизировано.

В ходе исследования будут получены теоретические и практические знания в областях экстремального программирования (Extreme Programming, XP), автоматизированного тестирования и обеспечения качества. Разработанные тесты позволят выявить дефекты в программном обеспечении, которые могут несущественно влиять на систему так и критические дефекты, связанные с безопасностью данных и потерей функциональности приложения. Данная разработка позволит проводить тестирование информационных систем более тщательно, с сокращением времени на тестирование системы в целом, что приведет к уменьшению затрат на обеспечение качества конечного продукта с высоким показателем стабильности системы.

Список использованных источников:

1. 12 лучших фреймворков автоматизированного тестирования PHP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.internet-technologies.ru/articles/article_2668.html
2. Тестирование программы, JUnit [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://java-online.ru/blog-junit.xhtml>
3. TestNG Framework [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://autoqa.org/testng-framework/testng-framework.html>
4. Проблемы автоматизации тестирования и подходы к их решению [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/problemy-avtomatizatsii-testirovaniya-i-podhody-k-ih-resheniyu>

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СЛЕДЯЩЕГО ИЗМЕРИТЕЛЯ НАПРАВЛЕНИЯ С КОНИЧЕСКИМ СКАНИРОВАНИЕМ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Седюкевич Ю.А.

Ганкевич С.А. – к.т.н., доцент

Следящие измерители направления находят широкое применение в радиолокации и радиоуправлении. Принцип их работы состоит в том, что антенна РЛС при вращении формирует диаграмму направленности, отклоненную от оси антенной системы на угол, не превышающий половины ее ширины. При отклонении оси антенны от направления на цель амплитуда излучаемого и принимаемого сигнала изменяется по синусоидальному закону, а частота огибающей этого сигнала равна частоте сканирования. Амплитуда огибающей принимаемого сигнала пропорциональна величине отклонения, а фаза определяет направление этого отклонения. Обработка сигнала осуществляется путем выделения огибающей и разложения на ортогональные составляющие, из которых далее формируется сигнал управления двигателями вращения диаграммы направленности по азимуту и углу места.

В качестве структурной схемы для моделирования была использована схема из [1]. Разработанная имитационная модель системы представлена на рисунке 1:

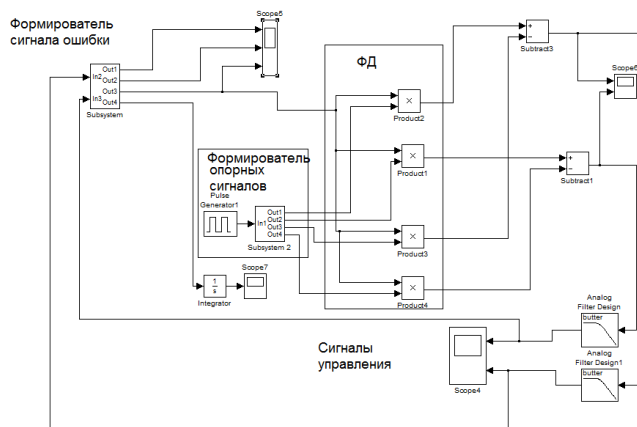


Рис. 1 – Модель следящего измерителя направления с коническим сканированием

Имитационная модель может быть использована в лабораторном практикуме и при проектировании системы. Данная модель позволяет изучить принцип работы системы, исследовать характеристики системы и показатели ее качества, а также исследовать зависимость этих характеристик от параметров функциональных узлов.

На осциллограммах, представленных на рисунке 2, изображены: принимаемый сигнал, огибающая сигнала (сигнал ошибки), сигнал ошибки после сглаживающего фильтра.

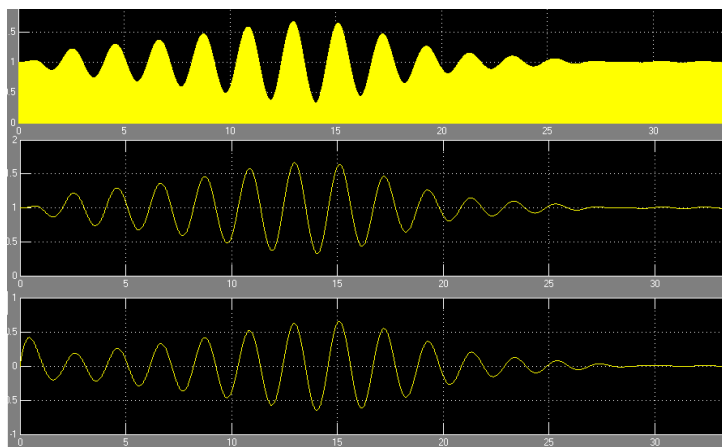


Рис.2 – Осциллограммы в контрольных точках

Список использованных источников:

1. Радиотехнические системы: / Под ред. Ю.М. Казаринова. – М.: Высш. шк., 1990. –496 с.: ил.

ПРИЁМНИК РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ СТАНЦИИ РЭП

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Сенюк В.О.

Матюшков А. Л. – к.т.н., доцент

Для повышения эффективности радиоэлектронного подавления (РЭП) при создании умышленных помех необходимо правильно оценить тактическую ситуацию, т.е. определить расположение радиоэлектронных средств (РЭС) и их технические параметры. Для этого используют устройства радиотехнической разведки (РТР). Устройства РТР служат для обнаружения сигналов радиосистем, анализа их параметров и пеленгации источников. На данный момент наиболее распространены РЭС диапазона ультракоротких волн (УКВ). Для их эффективного обнаружения необходимо использовать многоканальные приёмники УКВ диапазона.

Параллельный по частоте поиск сигналов осуществляется с помощью многоканального приемника прямого усиления (рисунок 1). В данном случае УКВ диапазон разведываемых частот Δf_p (30...108 МГц) разделяется системой полосовых фильтров на ряд поддиапазонов, реализуя беспоисковое определение частоты. Соответственно, уменьшается вероятность пропуска цели. Время анализа уменьшается за счет разбиения диапазона рабочих частот и детектирования сигналов в каждом поддиапазоне отдельно. Полосы пропускания фильтров примыкают друг к другу так, как показано на рисунке 2. Ширина полосы пропускания фильтра ΔF_Φ обратно пропорциональна количеству каналов n и при идентичности каналов $\Delta F_\Phi = \Delta f_p/n$.

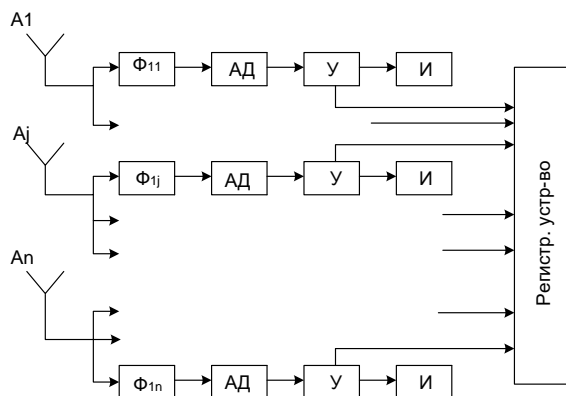


Рис. 1 – Типовая структурная схема многоканального приемника прямого усиления

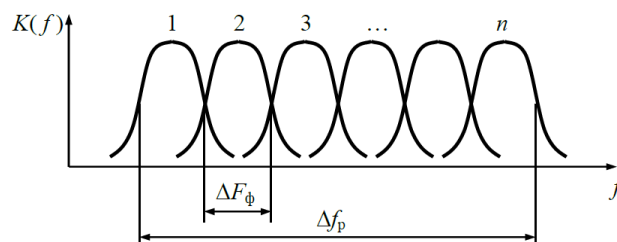


Рис. 2 – Частотные характеристики фильтров многоканального приемника

Частота принятого сигнала определяется по номеру канала, на выходе которого получен отклик. Точность определения частоты равна половине ширины полосы пропускания $\delta f = \Delta F_\Phi/2$, а разрешающая способность определяется величиной взаимной расстройки соседних каналов по частоте $\Delta f = \Delta F_\Phi$. Для упрощения каналы часто выполняют в виде простейших детекторных приемников.

Отдельный приемный канал включает полосовой фильтр (Ф), амплитудный детектор (АД), усилитель (У) и индикаторное устройство (И), с помощью которого фиксируется попадание сигнала в данный канал. Одна антенна может обслуживать несколько каналов. С помощью регистрирующего устройства осуществляется обнаружение сигналов на выходе каждого канала и регистрация частот обнаруживаемых сигналов.

Следовательно, для приёмника, работающего в УКВ диапазоне (30...108 МГц), требуется использовать 4 полосовых фильтра, с полосой пропускания $\Delta F_\Phi \approx 20$ МГц (рисунок 3).

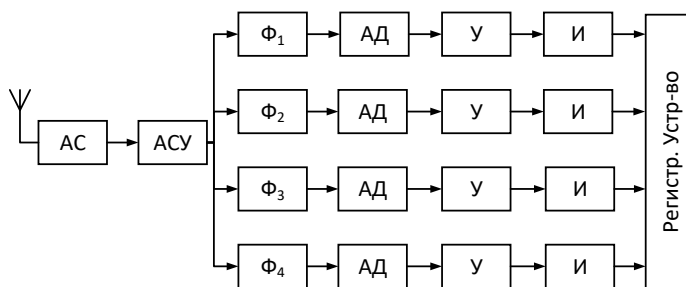


Рис. 3 – Структурная схема многоканального приемника прямого усиления УКВ диапазона

Антенная система (АС), на схеме, представлена отдельным блоком. Далее следуют антенное согласующее устройство (АСУ) и 4 полосовых фильтра. Ширина полосы Φ_1 в диапазоне частот 30...49,999 МГц, Φ_2 в диапазоне 50...69,999 МГц, Φ_3 в диапазоне 70...89,999 МГц Φ_4 в диапазоне 90...108 МГц.

Учитывая всё выше перечисленное, достоинством такого варианта построения разведывательного приемника является минимальное время обнаружения радиосигнала и определения его частоты, простота и надежность, а применение микроселектронной элементной базы позволяет создавать многоканальные структуры с очень большим количеством каналов при малых габаритах, весе и потреблении энергии.

АНАЛИЗ МЕТОДА НЕКОГЕРЕНТНОЙ ОБРАБОТКИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ НА ОСНОВЕ ФИЛЬТРАЦИИ СПЕКЛ – ШУМОВ

Полоцкий государственный университет, Беларусь
Становой А. О., Янушкевич В. Ф.

Янушкевич В. Ф. – к.н.т., доцент

Проведен анализ методов некогерентной обработки радиолокационных изображений. Наличие спекл – шума приводит к ухудшению дешифрируемости РЛИ, радиометрического разрешения и точности измерения компонентов радиолокационного портрета объекта, а также к повышению требований к каналу передачи данных и средствам отображения информации. Основным методом снижения спекл – шума является фильтрация (линейная, адаптивная и комбинированные методы) формируемого в результате синтеза амплитудного РЛИ или яркостного РЛИ. Главная процедура такой фильтрации – некогерентное накопление.

Радиолокационные системы землеобзора космического базирования являются эффективным средством получения оперативной и долговременной информации о состоянии и динамике объектов и районов земного шара в глобальных и региональных масштабах независимо от метеорологических условий и времени суток.

Научные и инженерные основы для реализации таких систем заложены в середине прошлого века. Они были подготовлены достижениями в области самолетного приборостроения, в том числе разработкой в НИИ – 17 панорамной РЛС «Кобальт» для бортового комплекса прицельного оборудования «Рубидий» бомбардировщика Ту – 4 (1949). С помощью этой аппаратуры решались задачи навигации и прицеливания по крупным площадным объектам в отсутствии оптической видимости. [1]

Совершенствование аппаратуры (внедрение перестройки частоты, цветной индикации, автоматического обнаружения объектов на земной поверхности и др.), а главное, переход от панорамных РЛС к радиолокаторам бокового обзора (РБО) с улучшенным угловым разрешением по азимуту (до 9...15 угл.мин), способствовало развитию нового применения радиолокации – землеобзора.

Интенсивные исследования по совершенствованию радиолокаторов землеобзора привели к созданию принципиально новых средств радиолокационного наблюдения – когерентных радиолокаторов с синтезированной апертурой антенны (РСА), способные решать задачи радиовидения с пространственным разрешением в единицы и доли метра. [2]

Исторически сложилось, что космические РСА первого поколения имели разрешение по горизонтальной дальности около $\rho_y \approx 30$ м, более грубое, чем предельное разрешение $\rho_x \approx 5$ м, обусловленное горизонтальным размером используемых антенн ($D_{\text{хонт}} \approx 10$ м). Для синтеза РЛИ применяли оптические устройства обработки сигналов с выбором апертуры синтеза так, чтобы иметь одинаковое разрешение по обеим координатам. Имеющий запас длительности сигнала использовали для некогерентного накопления.

Метод, при котором в одном элементе разрешения синтезированной ДНА усреднялись РЛИ, полученные на разных доплеровских частотах (внутриэлементное некогерентное накопление), получил в зарубежной литературе название «Multilook». На рисунке 1 представлена структурная схема внутриэлементного некогерентного накопления. При цифровом синтезе РЛИ реализация внутриэлементного накопления обеспечивается путем разделения сигнала на субапертуры, когерентной обработки (синтез парциальных КРЛИ, полученных на разных доплеровских частотах с разными локальными углами скоса), детектирования и последующего суммирования парциальных РЛИ. Вместо временного разделения сигнала можно применить разделение азимутального спектра доплеровских частот на субспектры с последующим их синтезом, детектированием и суммированием парциальных РЛИ. Такую же операцию некогерентного накопления можно выполнять и по дальности. Принципиально число наблюдений не обязательно должно быть целым, например, при оптическом накоплении или при перекрывающихся субапертурах (субспектрах). [3-5]



Рисунок 1 – Структурная схема внутриэлементного некогерентного накопления

На рисунке 2 дана иллюстрация формирования РЛИ путем некогерентного накопления. Показаны парциальные РЛИ.

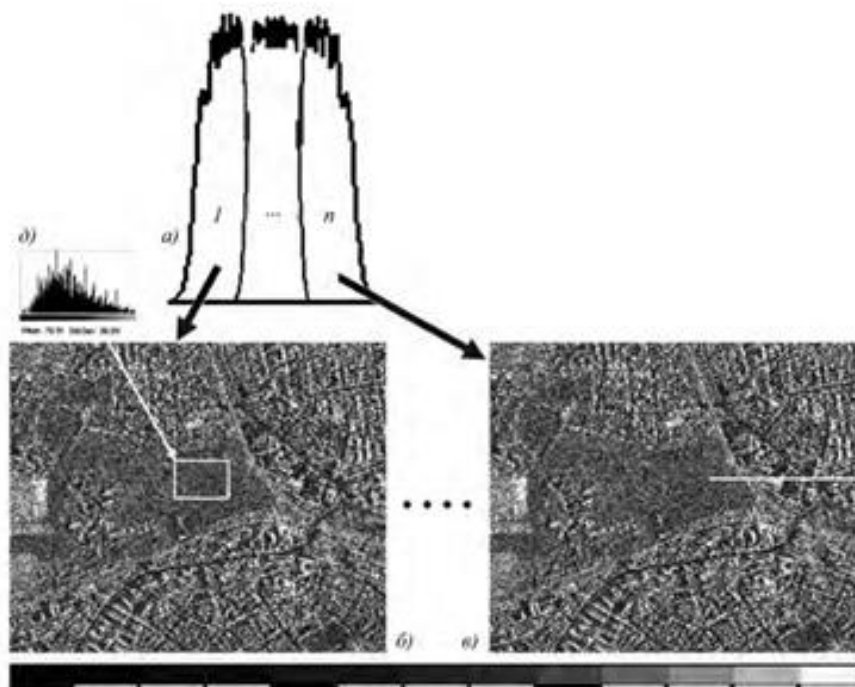


Рисунок 2 – Формирование РЛИ с некогерентным накоплением
а – субспектры сигнала; б, в – парциальные РЛИ, д – гистограмма луга на исходном

Плотность вероятности распределения амплитуды на этом фрагменте близка к закону Рэля.

Рассмотренный на рисунке 2 случай некогерентного накопления дает прямой выигрыш в улучшении радиометрического разрешения пропорционально квадратному корню из числа наблюдений. Однако его реализация без потери пространственного разрешения возможна только при наличии запаса по независимым наблюдениям, например, в космических РСА среднего разрешения (30 м), предназначенных для дистанционного зондирования Земли. В РСА высокого разрешения обеспечивается в прожекторном режиме съемки путем увеличения времени наблюдения и реализации когерентной и некогерентной обработок радиолограмм.[6-7]

Методы радиолокационных систем землеобзора космического базирования требуют комплексного подхода для получения оперативной и долговременной информации о состоянии и динамике объектов и районов земного шара в глобальных и региональных масштабах независимо от метеорологических условий и времени суток. Оптимизация характеристик зондирующих сигналов и РТС поиска будет способствовать успешному решению задач космического базирования. Применение внутриэлементного некогерентного накопления дает выигрыш в улучшении радиометрического разрешения. [8-10]

Список использованных источников:

1. Верба, В.С., Неронский, Л.Б., Осипов, И.Г., Турук, В.Э. Радиолокационные системы землеобзора космического базирования / Под ред. В.С. Вербы. – М.: Радиотехника, 2010. – 680 с.: ил.
2. Арманд, Н. А., Захаров, А. И. Современные спутниковые РСА системы для дистанционного зондирования земли: Достижения и перспективы // Труды конференции по ДЗЗ. Муром. 2003.
3. Белоруков, А. А. Методы сглаживания спекл – шума на радиолокационных изображениях земной поверхности // Зарубежная радиоэлектроника. 1990. № 6. С.26-35.
4. Антипов, В. Н., Горяинов, В. Т., Кулин, А. Н. и др. Радиолокационные станции с цифровым синтезированием апертуры антенны / Под ред. В. Т. Горяинова. М.: Радио и связь. 1988. 304 с.
5. Неронский, Л. Б. Перспективы совершенствования космических средств радиолокационного наблюдения земной поверхности // Научные технологии. 200. № 8 – 9. С. 66 – 87.
6. Богомолов, А.Ф., Жерихин, Н. В., Соколов, Г. А. «Венера – 15», «Венера – 16»: Радиолокатор с синтезированной апертурой на орбите ИСВ // Изв. ВУЗов. Сер. «Радиофизика». 1985, том XXVIII. № 3. С.259 – 274.
7. Буренин, Н. И. Радиолокационные станции с синтезированной антенной. М.: Сов. Радио, 1972. 160 с.
8. Елизаветин, И. В. Оценка влияния некогерентного накопления при обработке данных с космического аппарата // Исследование Земли из космоса. 1993. №1. С. 32 – 35.
9. Елизаветин, И. В., Гудилин, Д. С., Семенов, О. И. Сравнительная оценка фильтрации радиолокационных снимков с использованием вейвлет – преобразований // Аэрокосмические технологии: Труды Всероссийской научно – технической конференции (22 мая 2002г., Реутов, ФГУП «НПО машиностроения») / Под ред. Р. П. Симоньянца. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2003. С. 233 – 243.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И ЗАЩИТЫ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ИНТЕРФЕЙСОМ IRDA

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республик Беларусь

Сташенко И.С.

Крушев В.Т. – к.т.н., доцент

В настоящее время асинхронные электроприводы получили широкое применение в теплоснабжении, водоснабжении, системах кондиционирования и вентиляции, компрессорных установках и других сферах. Предлагаемый способ позволяет осуществить защиту асинхронных электродвигателей от перегрузки, недогрузки, обрыва питающего проводника сети как на стороне источника, так и на стороне потребителя, замыкания в цепях питания. Это приводит к экономии энерго-ресурсов, что на данный момент очень актуально.

Данная задача достигается путем введения измерения параметров тока и напряжений, характеризующий режим работы потребителя. По функциональным зависимостям определяется показатель текущей нагрузки, сравнивается это значение с допустимыми значениями показателя нагрузки, установленными заранее. Если показатель текущей нагрузки не соответствует допустимым значениям, то происходит отключение потребителя от сети. В данном случае показателем нагрузки является сдвиг фаз между фазными напряжениями и потребляемыми токами. Сдвиг фаз может быть измерен как во временной области, так и в частотной. Измерение времени, соответствующее сдвигу фаз, может быть выполнено с намного более высокой точностью, чем измерение токов или напряжений с учетом необходимости обеспечения линейности их преобразования.

В дальнейшем определяется относительные текущие значения сдвига фаз между фазными напряжениями и потребляемыми токами, это значение сравнивается с заранее установленными диапазонами допустимых значений сдвига фаз. Если любой из относительных сдвигов выходит за пределы диапазона допустимых значений, то потребитель отключается от сети. Под “относительным” сдвигом фаз подразумевается сдвиг фаз относительного произвольно выбираемых моментов времени, циклически повторяющихся с частотой питающей сети.

Эта задачи решается путем введения блока контроля сдвига фаз, к которому будут подключены датчики токов и напряжений. Блок контроля сдвига фаз может быть реализован на основе микроконтроллера.

На рисунке 1 приведена структурная схема данного устройства:

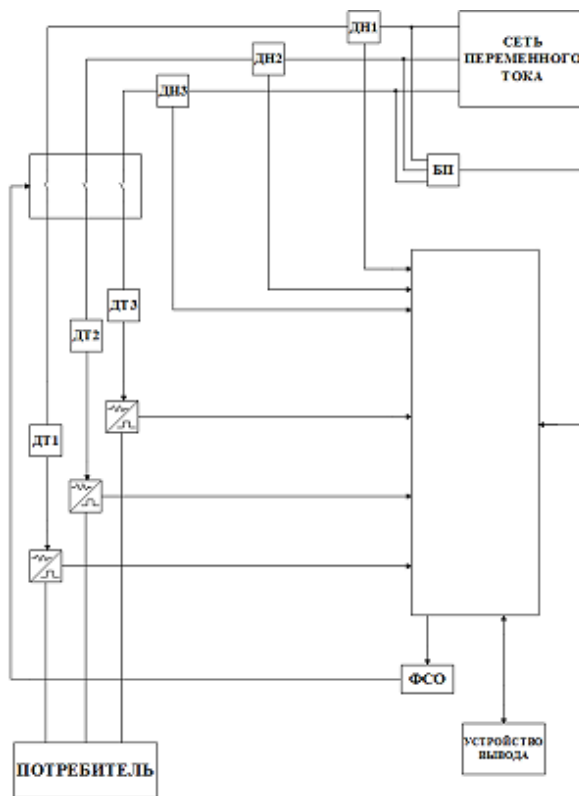


Рис 1. – Структурная схема устройства защиты и контроля состояний электроприводов

Временные интервалы удобно задавать посредством относительных угловых единиц, например угла φ сдвига или $\cos \varphi$. Типовые значения номинального коэффициента нагрузки асинхронных электродвигателей находится в пределах $\cos \varphi_n = 0,6 \dots 0,95$, что соответствует сдвигу фаз $53^\circ \dots 18^\circ$. При частоте питающей сети 50 Гц это соответствует временному интервалу $\Delta t \sim 1 \dots 3,3$ мс. Временные интервалы могут быть измерены с очень высокой точностью, в результате чего погрешность при сравнении будет минимальной, а надежность устройства защиты – высокой.

Список использованных источников:

1. Пат. 2263382 Российская Федерация, МПК Н 02 Н 3/38, 7/00. Способ защиты потребителей энергии сети переменного тока от аварийных режимов работы и устройство для его осуществления / заявитель и патентообладатель Крушев В.Т., Крушев А.Л., Крушев В.Л., Кожельский С.В. - № 2003124042/09; заявл. 31.07.2003; опуб. 27.10.2005, Бюл. № 30.- 11с.

Алгоритм радиоэлектронного подавления УКВ радиостанции с ППРЧ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ступин К.В.

Матюшков А.Л – к.т.н., доцент

В современных системах связи (СС) в интересах повышения помехозащищенности и разведзащищенности используют режим псевдослучайной перестройки радиочастоты (ППРЧ). Анализ помехоустойчивости ЛРС передачи дискретных сообщений с ППРЧ свидетельствует о высоком потенциале при использовании их в системах связи в условиях применения противником средств радиоэлектронного подавления. Таким образом, СС использующие ППРЧ являются основой информационного обеспечения и управления войсками. При этом необходимо исследовать вопросы помехоустойчивости (для собственных СС) и оптимального подавления (для СС противника) сигналов с ППРЧ. Для противодействия сигналам с ППРЧ необходимы станции активных помех (САП). Для разработки такой станции, необходим эффективный алгоритм подавления ППРЧ. Поэтому, целью данной работы является разработка алгоритма для подавления ППРЧ в УКВ диапазоне. Для этого необходимо рассчитать эффективный алгоритм, отвечающий современным требованиям в РЭБ.

При методе ППРЧ расширение спектра обеспечивается путем скачкообразного изменения несущей частоты в выделенном для работы СРС диапазоне W_s . Под скачкообразным изменением частоты следует понимать периодическую перестройку одной частоты или нескольких частот, используемых для передачи сигналов. Сигналы с ППРЧ можно рассматривать как последовательность в общем случае модулированных радиоимпульсов, несущие частоты которых перестраиваются в диапазоне W_s . Число перестраиваемых частот и порядок их чередования определяются псевдослучайными кодами.

На рисунках 1 и 2 приведены основные элементы структурных схем передатчика и приемника систем радиосвязи с ППРЧ при цифровой одноканальной модуляции:

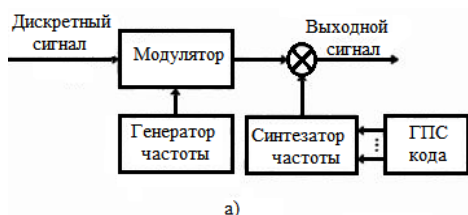


Рис. 1 – Структурная схема передатчика системы радиосвязи с ППРЧ

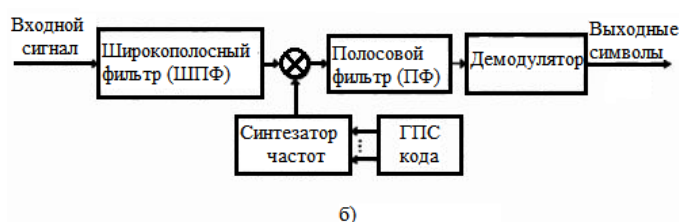


Рис. 2 – Структурная схема приемника системы радиосвязи с ППРЧ

Приемное устройство может воспринимать помехи не только в полосе основного канала приема, но и за её пределами. Как видно из рисунка 3, радиоприемник имеет побочные каналы приема и в нем могут проявляться так называемые внеполосные эффекты.

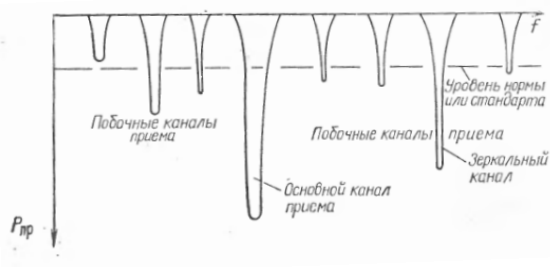


Рис. 3 – Основные и побочные каналы приема сигнала

К внеполосным эффектам в приемниках при действии большого по уровню сигнала помехи относятся блокирование и перекрестное искажение.

Блокирование проявляется в изменении уровня сигнала или отношения сигнал/шум на выходе радиоприемника при действии радиопомехи, частота которой не совпадает с частотами основного и побочного каналов. Блокирование возникает в УРЧ и смесителях из-за нелинейного закона изменения коэффициента переда-

чи полезного сигнала при действии помехи.

Пусть на вход нелинейного элемента с характеристикой

$$i = b_0 + b_1 u + b_2 u^2 + b_3 u^3 + \dots$$

Действует сумма напряжений сигнала и помехи

$$u(t) = u_c(t) + u_n(t) = U_{mc} \cos \omega_c t + U_{mnp} \cos \omega_n t.$$

Производя подстановку и выделив составляющую тока первой гармоники полезного сигнала, получим

$$i_{\omega_c}(t) = U_{mc} \left(b_1 + \frac{3}{4} b_3 U_{mc}^2 + \frac{3}{2} b_3 U_{mnp}^2 \right) \cos \omega_c t. \quad (1)$$

Второй и третий члены в скобках определяют изменение усиления за счет нелинейности третьего порядка. Если $b_3 < 0$, то ток на выходе при действии помехи будет уменьшаться. Для случая когда $b_1 + \frac{3}{4} b_3 U_{mc}^2 + \frac{3}{2} b_3 U_{mnp}^2 = 0$, выходной ток будет отсутствовать и полезный сигнал на выходе приемника не пройдет – он будет заблокирован. Для исключения блокирования полезного сигнала необходимо, чтобы $b_3 = 0$.

Следует отметить, что второй член в выражении (1) при реальных уровнях полезного сигнала в приемнике значительно меньше величины b_1 , поэтому при анализе им обычно пренебрегают. То же самое можно сказать и про третий член, если величины U_{mnp} и U_{mc} будут соизмеримы. Для того чтобы эффект блокирования заметно проявлялся, необходимо выполнить условия $U_{mnp} \gg U_{mc}$. Таким образом, уровень помехи должен быть значительно выше уровня полезного сигнала. Поэтому эффект блокирования называется эффектом большего сигнала.

Пусть теперь напряжение помехи, поступающее на вход нелинейного элемента, имеет амплитудную модуляцию

$$u_n(t) = U_{mnp}(1 + m_n \cos \Omega_n t) \cos \omega_n t.$$

Тогда формула (1) примет вид (вторым членом в скобках по указанной выше причине пренебрегаем)

$$i_{\omega_c}(t) = U_{mc} \left(b_1 + \frac{3}{2} b_3 U_{mnp}(1 + m_n \cos \Omega_n t) \right) \cos \omega_c t.$$

Из этой формулы следует, что усиление полезного сигнала меняется по закону модуляции напряжения помехи. Это равносильно переносу модуляции помехи на полезный сигнал. В этом сущность эффекта перекрестных искажений.

Эффекты блокирования и перекрестных искажений проявляются только при действии полезного сигнала. При этом частота помех должна быть в пределах полосы пропускания тракта УРЧ.

На основе вышеописанных фактов, можно сделать вывод о возможности подавления передатчика ППРЧ, воздействуя на побочный канал приема, уменьшая отношение сигнал/шум, делая прием сигнала невозможным.

Список использованных источников:

1. Под редакцией Николаенко Н.Ф. Основы теории радиоэлектронной борьбы. – М.: Воениздат, 1987. — 351 с.
2. Борисов В.И., Зинчук В.М., Лимарев А.Е. Помехозащищенность систем радиосвязи с расширением спектра сигналов методом псевдослучайной перестройки рабочей частоты // под ред. В.И. Борисова; изд. 2-е, перераб. И доп. – М.: РадиоСофт, 2008. – 512 с.
3. Чердынцев, В. А. Системы передачи информации с расширением спектра сигналов : учебно - метод. пособие / В. А. Чердынцев, В. В. Дубровский. - Мн. : БГУИР, 2009. - 130 с. : ил.

ПЕРЕДАТЧИК ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОЙ РАДИОСТАНЦИИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Тармола С.А.

Титович Н. А – к.т.н., доцент

Для того чтобы обеспечить хорошую и стабильную передачу информации на больших расстояниях используют разнообразные системы и технические средства связи, которые в совокупности дают достаточно высокую надежность при передаче информации.

Опыт проектирования показывает, что широкополосный перестраиваемый преселектор не позволяет достичь требуемой надежности радиостанции и уменьшить ее габариты и вес. При этом повышается стоимость изделия. Поэтому в данной ситуации значительное преимущество имеет инфрадинный метод приема. Он предполагает преобразование частоты принимаемого сигнала в более высокую промежуточную частоту (ПЧ). Когда задается относительно высокая ПЧ, подавление побочных каналов, в том числе зеркального, облегчается из-за увеличения их расстройки относительно рабочей частоты преселектора. Из-за того, что все побочные гетеродинные каналы оказываются смещенными за границы полосы пропускания преселектора, его можно сделать неперестраиваемым и тем самым добиться требуемой надежности конструкции.

Благодаря современным достижениям в областях усиления и частотного преобразования с высокой линейностью широкополосные преселекторы можно успешно использовать в связанной аппаратуре, которая работает в тяжелых помеховых условиях. Легкость сочетания с микроэлектронной технологией, возможность простого согласования тракта с системами частотного управления на основе синтезаторов частоты и микропроцессоров, а также возможность достижения высоких величин селективности по побочным каналам, требования к которой постоянно возрастают, также повышают перспективность применения данной технологии.

Сегодня при организации связи используется много широкополосных радиостанций декаметрового диапазона, построенных на инфрадинном методе приёма. При быстром развитии современной элементной базы оборудование быстро устаревает, а потому нуждается в доработке и модернизации. В аппаратуре данного диапазона пожалуй самой актуальной задачей является модернизация синтезатора частоты (СЧ), построенного на устаревшей полупроводниковой базе.

Одним из возможных способов модернизации является применение интегральных СЧ с фазовой автоподстройкой частоты (ФАПЧ). Современный интегральный СЧ реализуется с помощью одного или нескольких корпусов микросхем (МС) и за счет применения программируемых делителей частоты позволяет получить широкую сетку высокостабильных частот, кратных частоте опорного кварцевого генератора. Структурная схемы интегрального СЧ с ФАПЧ приведена на рисунке 1.

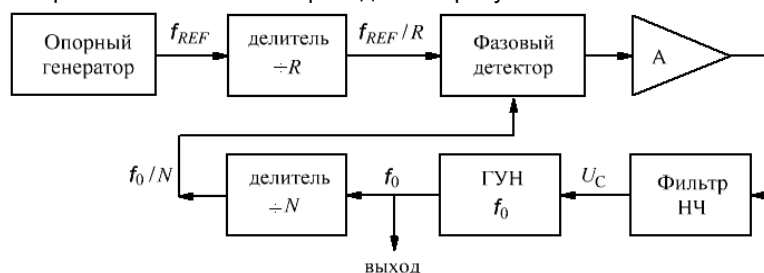


Рис. 1 – Структурная схема интегрального синтезатора частоты с ФАПЧ.

Одним из наиболее широко представленных на отечественном рынке производителей интегральных МС для приема-передающих трактов является компания *Analog Devices*. Сегодня она выпускает широкий спектр МС ФАПЧ и синтезаторов на основе ФАПЧ. Микросхемы ФАПЧ содержат детектор ошибки и два делителя (R и N) с программируемыми коэффициентами деления и ориентированы на применение в схемах высокостабильных перестраиваемых генераторов, устройствах синхронизации и синтезаторах при использовании внешних генераторов (опорного и ГУН) и петлевого ФНЧ. Программирование делителей осуществляется, как правило, через единый интерфейс.

В качестве примера можно рассмотреть микросхему ADF4001, структурная схема которой изображена на рисунке 2, которая относится к группе низкочастотных и относительно дешевых микросхем

ФАПЧ и предназначена для работы в схемах тактовых генераторов с ФАПЧ, работающих в диапазоне до 200 МГц, и поэтому может быть успешно использована при построении СЧ КВ-диапазона. Делители с программируемыми целочисленными коэффициентами деления ($R = 1-16383$ и $N = 1-8191$) позволяют получить широчайший спектр выходных частот на выходе внешнего ГУН.

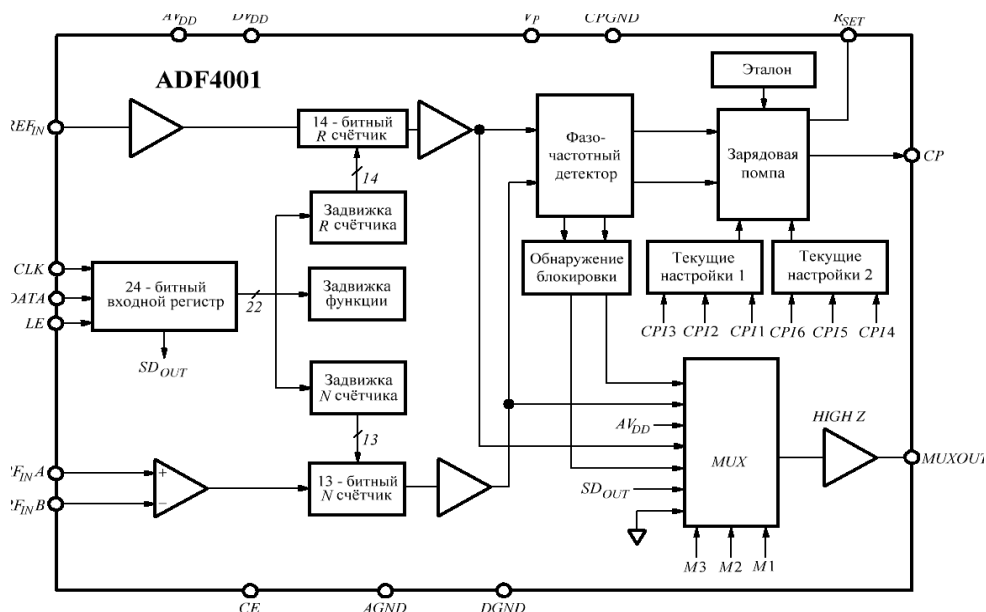


Рис. 2 – Принципиальная схема включения микросхемы ADF4001.

Принципиальная схема включения ADF4001 при использовании ее для построения синтезатора частоты приведена на рисунке 3. Кроме внешних ОГ, ФНЧ и ГУН, в схему дополнительно включается аналоговый ключ ADG702 производства той же компании *Analog Device*, обеспечивающий быстрое переключение высокостабильного напряжения питания ГУН.

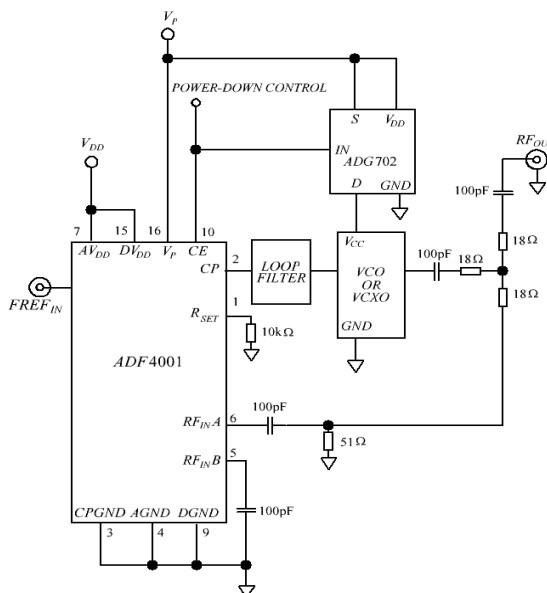


Рис. 3 – Принципиальная схема включения ADF4001 в составе синтезатора частоты.

Список использованных источников:

1. Шахгильдян В. В. и др. Радиопередающие устройства. / Под ред. В. В. Шахгильдяна - М.: Радио и связь, 1996. – 369 с.
2. Михалев П. Микросхемы ФАПЧ и синтезаторы на их основе производства компании Analog Device./ Компоненты и технология. – 2006. -№4.
3. Analog Device. 200 MHz Clock Generator PLL ADF4001. <http://www.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADF4001.pdf>.

СИСТЕМА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ. БЛОК СЪЁМА ВИБРАЦИОННОГО СИГНАЛА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Толкач Р.В.

Давыдов И.Г. – доцент, к.т.н

Развитие вибродиагностики во многом связано с совершенствованием систем получения первичной информации. Использование MEMS-акселерометров в качестве датчиков получения первичной информации является компромиссом между высокими и постоянно возрастающими требованиями к точности и качеству снимаемой информации и экономичностью изготовления устройств.

Функционально телеметрическая система включает в себя блок снятия вибрационного сигнала (БСС), блок предварительной обработки (БПО), блок связи (БС).

В состав блока съёма вибрационного сигнала (БСС) входит:

а) несущая плата;

б) элементы электромагнитной совместимости. В их функции входит обеспечение функционирования прибора в реальных условиях эксплуатации с требуемым качеством при воздействии на него непреднамеренных электромагнитных помех, а также не создавать недопустимых электромагнитных помех другим техническим средствам;

в) одноосевой MEMS-акселерометр. ADXL001 представляет собой значительный шаг вперёд по сравнению с предыдущими поколениями акселерометров, обеспечивая высокую точность измерения и широкую полосу. Данный компонент идеально подходит для промышленных, медицинских и военных применений, в которых важна широкая полоса, малые габариты, низкое энергопотребление и стабильное функционирование с высокой точностью.

Структурная схема телеметрической системы представлена на рис. 1.

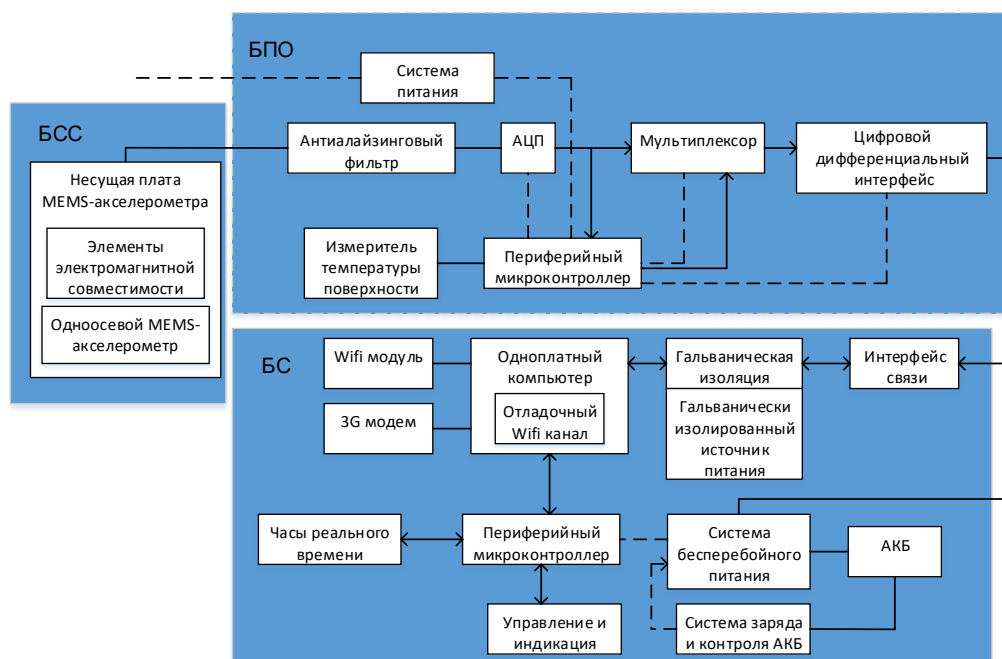


Рис. 1 – Структурная схема телеметрической системы

Таким образом, была разработана структурная схема телеметрической системы с использованием в качестве чувствительного элемента MEMS-акселерометра, являющегося залогом получения первичной информации высокого качества, стабильности и экономичности системы вибродиагностики.

Список использованных источников:

1. Готра З.Ю., Ильницкий Л.Я., Полищук Е.С. и др. Датчики: Справочник / Под ред. З.Ю. Готры и О.И. Чайковского. — Львов: Каменяр, 1995. — 312 с.
2. Осадчий Е.П. и др. Проектирование датчиков для измерения механических величин. — М.: Машиностроение, 1979. — 480 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РАСЧЕТА ПОТЕРЬ НА ТРАССАХ РАДИОРАСПРОСТРАНЕНИЯ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Трус И.И.

Половения С.И. – к.т.н., доцент

При проектировании сетей подвижной радиосвязи наиболее сложной проблемой является расчет потерь мощности при распространении радиосигнала. Данный процесс существенно замедляет и усложняет процесс проектирования сетей радиосвязи. Целью создания автоматизированной системы расчета потерь на трассах радиораспространения является упрощение и автоматизация рутинных действий инженера при проектировании сетей радиосвязи.

На потери радиосигнала при его распространении существенным образом влияют следующие факторы:

- 1) отражение;
- 2) дифракция;
- 3) рассеяние

Отражение радиоволн происходит при наличии на трассе гладкой поверхности с размерами, намного превышающими длину волны радиочастотного сигнала. В системах подвижной радиосвязи отражение радиоволн может происходить от земной поверхности, стен зданий, мебели или оборудования внутри помещений.

Дифракция радиоволн наблюдается при наличии между передатчиком и приемником объекта с размерами, превышающими длину волны, и препятствующего прямому распространению сигнала. В результате дифракции радиоволны могут достигать приемной антенны в отсутствии прямой видимости между передатчиком и приемником. В городских условиях радиоволны дифрагируют на краях зданий, автомобилях и многих других объектах.

Рассеяние встречается при наличии шероховатой поверхности или объектов, размеры которых малы по сравнению с длиной волны. В условиях города рассеяние радиоволн может происходить на фонарных столбах, дорожных знаках, деревьях и т.п. [1]

Для минимизации временных и материальных затрат при проектировании трасс радиораспространения был разработан ряд математических моделей, которые позволяют существенно упростить процесс расчета потерь при распространении радиосигнала. Речь здесь идет прежде всего о статистических моделях, оперирующих усредненными показателями значения электромагнитного поля, полученными в результате аналитической аппроксимации результатов практических измерений в конкретных условиях среды радиораспространения. Примерами статистических моделей являются модели Ксия – Бертони, Окамура – Хата, Уолфиша – Икегами и Ли. [2]

В качестве примера рассмотрим модель Окамура - как одну из самых ранних и в то же время самых простых и наиболее применимых моделей. Данная модель была получена в итоге многолетних измерений поля в Токио. На основании построенных графиков зависимости медианных потерь L от расстояния между передающей и приемной антеннами было предложено аппроксимирующее соотношение следующего вида [2]:

$$L = 69,55 + 26 \lg f - 13,82 \lg h_B + k(44,9 - 6,55 \lg h_B) \lg R - a(h_M),$$

где h_B - эффективная высота установки антенны передатчика в диапазоне от 30 до 200 м;

R - расстояние от передатчика до приемника в диапазоне от 1 до 10 км;

f - частота излучения передатчика, МГц;

k - поправочный коэффициент, учитывающий протяженность трассы;

$a(h_M)$ - поправочный коэффициент, зависящий от высоты антенны передатчика $a(h_M)$.

По той причине, что статистические модели полагаются на некие усредненные показатели, то в случае нетиповой структуры застройки, особенностей ландшафта результаты расчетов потерь по данным моделям будут иметь мало общего с реальной картиной. В таких случаях целесообразно использование детерминированных моделей, которые учитывают эти факторы.

Автоматизированная система расчета потерь на трассах радиораспространения позволяет на основании заданных исходных подобрать наиболее оптимальную модель и произвести соответствующие расчеты.

Список использованных источников:

1. Гавриленко В.Г., Яшнов В.А. Передача информации по беспроводным сетям в условиях пересеченной местности // Учебно-методические материалы по программе повышения квалификации «Новые подходы к проблемам генерации, обработки, хранения, защиты информации и их применения». – Нижний Новгород, 2007. – 112 с.

2. Утц В.А. Исследование потерь при распространении радиосигнала на основе статистических моделей // Вестник Балтийского государственного университета им. И. Канта. 2011. Вып. 5. С. 44 – 49.

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ СУПЕРГЕТЕРОДИННОГО РАДИОПРИЕМНИКА ИНФРАДИННОГО ТИПА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь E-mail: kafrts1@bsuir.by

Хитров П.М.

Курочкин А.Е. – к.т.н, доцент

Виртуальные лабораторные практикумы способствуют процессу получения и накопления новых знаний и навыков. Они не являются заменой реального лабораторного практикума. Реальный физический эксперимент по-прежнему остаётся одним из наиболее эффективных методов обучения, важнейшим средством развивающих и воспитательных воздействий на учащихся. Но особенностью современного подхода в создании учебного лабораторного практикума является интегрирование в единый комплекс реального и виртуального практикумов с возможностями их использования в режиме удаленного доступа. Компьютерные модели устройств представляют собой виртуальные лабораторные работы-тренажёры, предназначенные для самостоятельной подготовки студентов к выполнению реальных лабораторных работ, так и демонстрационные и моделирующие программы, раскрывающие суть изучаемых процессов и эффектов.

Супергетеродинный радиоприёмник (супергетеродин) — один из типов радиоприёмников, основанный на принципе преобразования принимаемого сигнала в сигнал фиксированной промежуточной частоты (ПЧ) с последующим её усилением. Основное преимущество супергетеродина перед радиоприёмником прямого усиления в том, что наиболее критичные для качества приёма части приёмного тракта (узкополосный фильтр, усилитель ПЧ и демодулятор) не должны перестраиваться под разные частоты, что позволяет выполнить их со значительно лучшими характеристиками. Супергетеродинный приёмник изобрели почти одновременно немец Вальтер Шоттки и американец Эдвин Армстронг в 1918 году, основываясь на идее француза Л. Леви.

Упрощённая структурная схема супергетеродина с однократным преобразованием частоты показана на рисунке.1.

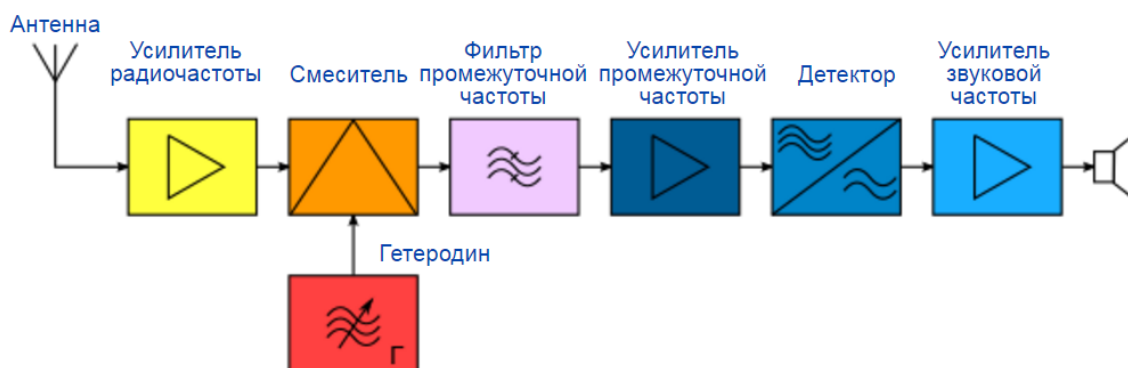


Рисунок 1 - Структурная схема супергетеродинного радиоприёмника с однократным преобразованием частоты.

Радиосигнал из антенны подаётся на вход усилителя высокой частоты (в упрощённом варианте он может и отсутствовать), а затем на вход смесителя — специального элемента с двумя входами и одним выходом, осуществляющего операцию преобразования сигнала по частоте. На второй вход смесителя подаётся сигнал с локального маломощного генератора высокой частоты — гетеродина. Колебательный контур гетеродина перестраивается одновременно с входным контуром смесителя (и контурами усилителя ВЧ) — обычно конденсатором переменной ёмкости (КПЕ), реже катушкой переменной индуктивности (вариометром, ферро-вариометром). Таким образом, на выходе смесителя образуются сигналы с частотой, равной сумме и разности частот гетеродина и принимаемой радиостанции. Разностный сигнал постоянной промежуточной частоты (ПЧ) выделяется с помощью полосового фильтра и усиливается в усилителе ПЧ, после чего поступает на демодулятор, восстанавливающий сигнал низкой (звуковой) частоты.

В современных приёмниках в качестве гетеродина используется цифровой синтезатор частот с кварцевой стабилизацией.

В обычных вещательных приёмниках длинных, средних и коротких волн промежуточная частота, как правило, равна 465 или 455 кГц, в бытовых ультракоротковолновых — 6,5 или 10,7 МГц. В телевизорах используется промежуточная частота 38 МГц.

Для создания математической модели приемника был использован язык технических вычислений MatLab, а также встроенная в него система динамического моделирования Simulink.

Таким образом, была разработана компьютерная модель супергетеродинного радиоприемника.

В приемниках инфрадинного типа повышены требования к линейности характеристик усилительных каскадов, поэтому специалистам предстоит изучить нелинейные характеристики и нелинейные эффекты, а так же способы уменьшения нелинейных искажений. С этой точки зрения данная модель будет представлять интерес для повышения квалификации и технической грамотности специалистов.

Список литературы:

1. Курочкин А.Е. Математическая модель супергетеродинного приёмника для виртуального лабораторного макета.- Современная радиоэлектроника: научные исследования и подготовка кадров: сб. материалов МНПК. Ч.1.-Мн.:МГВРК, 2008.-186 с.

2. Курочкин А.Е., Дубровский В.В. Теория цифровой радиосвязи и компьютерное моделирование цифровых устройств.- Лаб. практикум для студ. Спец. Радиотехника (1-39 01 01-02 - техника цифровой радиосвязи) дневной формы обучения. - Минск: БГУИР, 2010.- 58 с.

АЛГОРИТМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПО РИСУНКУ ВЕН ЛАДОНИ ЧЕЛОВЕКА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ходаков А. А.

Половня С. И. - кандидат технических наук, доцент

В настоящее время существуют различные способы биометрической идентификации человека, такие как идентификация по отпечатку пальца, по сетчатке глаза, по геометрии руки, лица, идентификация по голосу и другие. Одним из развивающихся направлений в данной области является распознавание человека по рисунку вен ладони. Данный способ подходит для идентификации, так как рисунок вен уникален для каждого человека. Биометрическим образом здесь является изображение, содержащее рисунок кровеносных сосудов. Подобный биометрический образ сложно подделать, так как кровеносные сосуды защищены тканями тела человека (кожными покровами, мышцами, сухожилиями и т.д.).

Рассмотрим алгоритм создания биометрического образа рисунка вен ладони человека. Для получения биометрического образа пользователю необходимо лишь поднести палец или ладонь к рабочей поверхности специального сканера, который произведет фотосъемку в диапазоне ближнего инфракрасного излучения. После получения изображения система инициирует запуск алгоритма создания биометрического шаблона [3]. Биометрический шаблон - данные, представляющие собой биометрические характеристики зарегистрированной личности. Алгоритм создания биометрического шаблона представлен на рисунке 1:

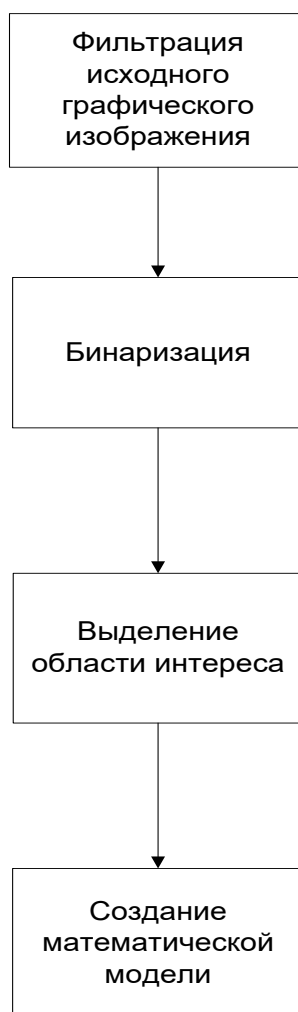


Рис. 1 – Алгоритм создания биометрического шаблона

На первом этапе алгоритм производит фильтрацию исходного изображения и выделение области интереса. Так как ладонь может быть приложена к сканеру под углом в горизонтальной плоскости, очень важно рассчитать алгоритм фильтрации с учетом этих требований. Следующим этапом производится бинаризация, которая нужна для приведения всех изображений к одному виду.

Так же важным этапом алгоритма является выделение области интереса. Алгоритм основывается на выделении «перепонки» между указательным и средним, средним и безымянными пальцами, безымянным пальцем и мизинцем. По всем точкам контура ладони рассчитывается центр масс и находится условный центр ладони. Полученные коэффициенты угла поворота ладони приводятся к одному значению. Такой метод позволяет добиться независимости качества распознавания от угла поворота в горизонтальной плоскости относительно сканера. Следующим этапом является разбиение обработанного изображения на участки дискретизации с указанием координат контрольных точек, углов поворотов линий и записывается в файл, который представляет собой математическую модель.

Процесс идентификации основан на сравнении одного шаблона с другим, хранящемся в базе данных. Для идентификации чаще всего используют алгоритм корреляции.

Преимущества системы идентификации по рисунку вен ладони:

1. Отсутствие необходимости контактировать со сканирующим устройством.
2. Высокая достоверность – статистические показатели метода сравнимы с показаниями радужной оболочки.
3. Невозможность фальсификации.

Недостатки системы:

1. Недопустима засветка сканера солнечными лучами и лучами галогеновых ламп.
2. Некоторые возрастные заболевания, например артрит – сильно ухудшают достоверность системы.

В заключение хотелось бы отметить, что разработка эффективного алгоритма биометрической идентификации по рисунку вен человека в руке или пальце является актуальной задачей. К данному методу проявляется все больший интерес. Дело в том, что, являясь довольно точным, этот метод не требует столь дорогого оборудования, как, например, методы распознавания по геометрии лица или радужной оболочке.

Список использованных источников:

1. Тихонов, И. А. Модели и алгоритмы биометрической аутентификации пользователей информационных систем по инфракрасному изображению сосудистого русла (автореферат к диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук). – М., 2013. – 20 с.
2. Naoto Miura, Akio Nagasaka, Takafumi Miyatake. Feature extraction of finger-vein patterns based on repeated line tracking and its application to personal identification. - HITACHI, Ltd., 2004. – 10 с.
3. Биометрическая технология распознавания вен ладони, или Вслед за японскими банками // Международный форум Технологии Безопасности. URL: http://www.secuteck.ru/articles2/sys_ogr_dost/biometricheskaya-tehnologiya-raspoznavaniya-ven-ladoni-ili-vsled-za-yaponskimi-bankami/

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ходьков А.С.

Титович Н.А. – к.т.н., доцент

При разработке современных радиоэлектронных систем (РЭС) одной из важнейших задач сегодня является обеспечение ее высокой помехоустойчивости. Рост числа, многообразия и сложности РЭС обусловил увеличение интенсивности непреднамеренных электромагнитных помех (ЭМП). Наиболее мощными являются стационарные помехи, создаваемые передатчиками радиорелейных и радиовещательных станций, радиолокационных и радионавигационных систем. Наиболее неблагоприятная обстановка складывается на объектах морской подвижной службы, самолетах. Так средняя плотность потока мощности электромагнитного излучения на кораблях морского флота составляет порядка $0,1 \text{ Вт/м}^2$ в непрерывном и 100 Вт/м^2 в импульсном режиме работы судовых радиолокационных станций. Интенсивность же электромагнитных полей на палубах авианосцев достигает 10 кВт/м^2 и выше в дециметровом и сантиметровом диапазоне длин волн (рис. 1). При проектировании аппаратуры специального назначения следует принимать во внимание, что уровни преднамеренных помех, создаваемых специальными тактическими системами радиоэлектронной борьбы, могут на два-три порядка превышать выше указанные. Обеспечение надежной работы систем связи и других РЭС в этом случае значительно усложняется. В последнее время значительно возросло число и мощность передатчиков подвижных наземных служб. В ряде случаев напряженность поля в салоне автомобиля может достигать 300 В/м . Достаточно много проблем при эксплуатации средств связи связано и с воздействием индустриальных ЭМП, вызванных работой электротехнических и радиотехнических устройств бытового и промышленного назначения.

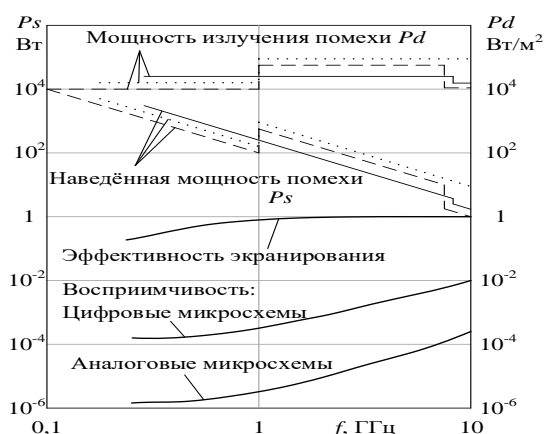


Рис. 1. Анализ электромагнитной обстановки в зоне работы РЭС.

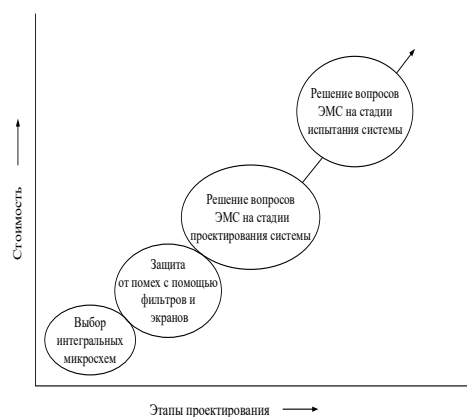


Рис.2. Увеличение стоимости затрат по обеспечению ЭМС на этапах проектирования.

В связи с возрастанием сложности РЭС и ограничениями, предъявляемыми к габаритам и весу, разработчикам часто приходится наполнять небольшой по объему объект аппаратурой различного функционального назначения. Неизбежная теснота размещения обуславливает взаимные помехи друг другу, обостряет внутрисистемную электромагнитную совместимость (ЭМС). Так в бортовых системах уровни рабочих сигналов различных устройств отличаются порой на несколько порядков.

Применяя идеальные непрерывные экраны можно достичь эффективности экранирования 100 дБ и выше. Однако на практике получить такое ослабление достаточно сложно. Наличие в стенках корпусов-экранов неоднородностей (отверстий и щелей для вентиляции и индикации, вводов, стыков, крышек и др.) создает дополнительные каналы для проникновения электромагнитных полей в экранируемую область. Степень утечки через экраны зависит от формы неоднородностей, их размеров. Так расчеты показывают, что если для сплошного экрана эффективность экранирования растет с ростом частоты, то отверстие в стенке на определенной частоте ограничивает этот рост. С увеличением размеров отверстия эта частота снижается. Такие зависимости имеют место в случае, когда отверстие электрически мало, т.е. когда длина волны электромагнитного излучения превышает размеры неоднородности. С ростом частоты отверстие становится резонансно согласованным с внешним полем (обычно на СВЧ) и поэтому проникновение через него увеличивается. В случае же когда длина волны проникающей ЭМП кратна размерам корпуса-экрана или части его объема, может наступить внутренний резонанс и все конструктивные меры становятся малоэффективными. Особенно вероятны такие явления в СВЧ диапазоне, где особенности проникновения электромагнитных волн через экраны недостаточно изучены.

Более эффективными являются экраны специальной конструкции, например, с выполнением отверстий для вводов, вентиляции и индикации в виде заградительных волноводов. Однако при этом значительно возрастает стоимость всего изделия, его габариты и вес. Таким образом, традиционный подход к защите от ЭМП, основанный главным образом на совершенствовании конструкции РЭС, сегодня не всегда эффективен.

Известные схемотехнические методы предполагают использование для снижения уровней помех фильтров, дросселей, трансформаторов, защитных разрядников, элементов оптоэлектроники. Эффективным средством повышения помехоустойчивости являются системные методы, связанные с использованием корректирующих кодов, позволяющих исправлять системные и групповые ошибки. Однако, когда помеха воздействует не только на линию связи, но и одновременно на все устройства обработки и информацию, содержащуюся в них, желаемого результата они также не дают.

В таких условиях большим резервом повышения помехоустойчивости РЭС является учет восприимчивости к воздействию ЭМП элементной базы, в частности полупроводниковых приборов (ПП) и интегральных микросхем (ИМС).

Системный подход к проектированию РЭС предполагает рассмотрение вопросов, касающихся повышения надежности ее работы, уже на самой нижней ступени иерархической лестницы, а именно при выборе элементной базы и проектировании печатных плат. Так как наведенные помеховые сигналы в конечном итоге попадают в цепи радиоэлектронных устройств и воздействуют на их элементы, то помехоустойчивость систем связи, радиоправления, обработки информации во многом определяется восприимчивость элементной базы, в особенности ПП и ИМС. Результаты исследований отечественных и зарубежных ученых показывают, что выбор менее восприимчивой к воздействию помех элементной базы позволяет в десятки раз снизить затраты по обеспечению ЭМС на стадии эксплуатации аппаратуры (рис. 2).

Внедрение такого подхода в практику проектирования РЭС требует не только изменения психологии разработчиков, но и обеспечения их определенным объемом справочных материалов, содержащих как сравнительные данные по восприимчивости элементной базы, так и рекомендации по применению различных ПП и ИМС в условиях воздействия ЭМП. Так, например, анализируя результаты экспериментальных исследований изменения среднего времени задержки распространения логических элементов И-НЕ под действием наведенного на шину питания ВЧ помехового сигнала, приведенные на рисунке, можно сделать вывод, что при разработке быстродействующих схем, критичных к изменению временных параметров сигналов, предпочтительнее выбирать ИМС серии 1533. Если же использовать элементы серий 531 или 1554, то вероятность возникновения обратимых сбоев в работе цифровых устройств под действием помех весьма велика. В то же время результаты испытаний и расчетов показали, что у микросхем серии 1533 в сравнении с другими чаще всего происходят недопустимые отклонения уровней логических нуля и единицы.

В настоящее время известно много работ зарубежных и отечественных ученых, посвященных исследованию восприимчивости ПП и ИМС к воздействию помех. Основные их результаты изложены в обзорах [1-4]. Однако использование их разработчиками пока не носит системный характер. Поэтому целью дальнейшей работы в этой области является не только расширение номенклатуры исследуемых ПП и ИМС, но и обучение разработчиков эффективным методам проектирования. Выбирая менее критичную к воздействию ЭМП элементную базу, рационально применяя традиционные конструкционные и схемные меры защиты к наиболее уязвимым цепям ПП и ИМС, можно значительно повысить надежность работы аппаратуры связи, устройств управления, обработки и хранения информации, не прибегая при этом к чрезмерному усложнению конструкции РЭС, увеличению ее габаритов и веса. Наиболее перспективными достаточно дешевым является расчетный метод анализа восприимчивости, использующий как стандартные программы, так и вновь разработанные модели.

Результаты исследований могут быть использованы и при разработке более устойчивой к воздействию помех элементной базы.

Список использованных источников:

1. Mardiguian M. A Handbook Series on Electromagnetic Interference and Compatibility. Volume 5. Electromagnetic Control in Components and Devices. – Interference Control Technologies, Virginia, 1988.
2. Бригидин А.М., Титович Н.А., Кириллов В.М. И др. Влияние электромагнитных помех на работоспособность полупроводниковых приборов и интегральных схем (обзор)// *Электронная техника*. Вып.1(148), 1992. –С. 3 - 13.
3. Титович Н.А., Ползунов В.В. Исследование восприимчивости полупроводниковых приборов к воздействию электромагнитных помех // *Журнал «Доклады БГУИР»*, 2015, №1, -С.114-118.
4. Ключник А.В., Пирогов Ю.А., Солодов А.В. Обратимые отказы интегральных микросхем в полях радиоизлучения (обзор)// *Журнал радиоэлектроники*. 2013. № 1. -С. 3-27.

Оптические транспортные сети на основе мультиплексора ввода-вывода

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Шапкин В.Д.

Лукьянец В.Г. – к.т.н, доцент

Бурное развитие современных технологий передачи данных, диктуемое ростом трафика, и необходимость роста скоростей и пропускной способности фотонных инфокоммуникационных сетей требуют модернизации последних. Тенденции создания сетей следующего поколения ведут к созданию мультисервисных транспортных платформ и сокращению уровней иерархии транспортных сетей. Вследствие чего необходимо исследование и внедрение фотонных инфокоммуникационных сетей.

В работе даны рекомендации по применению технологий передачи данных на основе оптических мультиплексоров ввода-вывода. Рассмотрен сценарий миграции к фотонным инфокоммуникационным сетям на основе мультиплексоров ввода-вывода. Разработана методика расчета основных параметров фотонной сети на основе оптических мультиплексоров ввода-вывода.

Одной из доминирующих тенденций развития телекоммуникационных сетей является процесс «фотонизации», результатом которого должен явиться переход к полностью оптическим транспортным сетям.

В основу фотонных сетей в первую очередь положен принцип динамической волновой коммутации (маршрутизации). Это означает, что в системах со спектральным (волновым) разделением, которые будут основой таких сетей, увеличится не только количество каналов, но и количество мультиплексоров/демультиплексоров в оптическом тракте вдоль всего маршрута следования информации. Поэтому в последнее время возникает повышенный интерес к таким оптическим компонентам, как мультиплексоры-демультиплексоры и влиянию их параметров на качество передачи информации.

Таким образом, в процессе эксплуатации инфокоммуникационных сетей регулярно возникает задача модернизации и преобразования структуры существующей транспортной сети. Исследования в данном направлении ведутся в рамках повышения эффективности процессов модернизации и преобразования транспортных инфокоммуникационных сетей.

Соответственно, задачу настоящей работы можно сформулировать следующим образом. Необходимо создать поэтапный план модернизации и развития транспортных инфокоммуникационных сетей, исходя из заданных начальных условий и ограничений на характеристики качества связи, характеристики надежности. При решении задачи надо принимать во внимание предполагаемый рост трафика, создание новых узлов связи, подключение новых сетей, ввод в эксплуатацию новых линий связи. Модернизация заключается в монтаже новых линий связи, установке нового, замене или перемещении коммутационного и оконечного оборудования, перераспределении существующих информационных потоков.

Также, актуальными научными задачами являются исследование принципов построения фотонных инфокоммуникационных сетей, в частности исследования принципов реализации фотонных сетей на основе оптических мультиплексоров ввода-вывода, а также оценка влияния оптической среды существующих волоконно-оптических линий связи на качество передачи информации в оптических каналах систем SDH и DWDM. Эти исследования позволят определить предельные параметры систем SDH и DWDM, при которых обеспечивается требуемое качество передачи информации с учетом особенностей передаваемого трафика.

Основной недостаток существующих решений актуальных задач в области фотонных инфокоммуникационных сетей состоит в том, что оптимизация транспортных инфокоммуникационных сетей проводится для одного периода времени, не учитывая длительности и этапности реализации проекта транспортной сети, и существование ограничений для каждого этапа. Кроме того, существующие исследования в области фотонных сетей не учитывают архитектурных особенностей современного сетевого оборудования и дискретности изменения пропускной способности каналов связи.

Объектом исследования являются фотонные инфокоммуникационные сети со спектральным разделением каналов. Основными целями являются обзор и анализ фотонных инфокоммуникационных сетей на основе оптических мультиплексоров ввода-вывода, современных транспортных технологий и принципов построения и реализации фотонных сетей, выбор оптимальной топологии фотонных сетей, разработка методики расчета линейного тракта и надежности фотонной сети.

Для достижения поставленной цели с учетом общих принципов организации инфокоммуникационных систем и оценки качества их функционирования решена задача по исследованию фотонных инфокоммуникационных сетей, а также произведен расчет основных параметров фотонной сети на основе оптических мультиплексоров ввода-вывода.

Список использованных источников:

1. Портнов, Э. Л. Принципы построения первичных сетей и оптических кабельных линий связи / Э. Л. Портнов. – М. : Горячая линия–Телеком, 2009. – 544 с.
2. Слепов, Н. Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи / Н. Н. Слепов. – М. : Радио и связь, 2010. – 468 с.
3. Фокин, В. Г. Оптические системы передачи и транспортные сети / В. Г. Фокин. – М. : Эко-Трендз, 2008. – 288 с.

ПРИЕМНЫЙ АНТЕННЫЙ МОДУЛЬ СИСТЕМЫ РАЗНЕСЕННОЙ РАДИОЛОКАЦИИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Шимановский Р. Ч.

Титович Н. А. – к.т.н., доцент

Повышение живучести систем связи во многом зависит от организации их защиты от воздействия электромагнитных помех (ЭМП), в том числе и преднамеренных. Современные технологии ведения радиоэлектронной борьбы ограничивают действие традиционных радиолокационных систем и систем связи из-за их быстрого обнаружения и устранения при излучении сигнала. Поэтому приемная антенна, в которой находится модуль, устанавливается на зенитный ракетный комплекс или командный пункт связи без передающей части для повышения незаметности и соответственно выживаемости, тогда как зондирование воздушного пространства и передача информации проводится отдельными комплексами.

Такой подход накладывает свои особенности на структуру приемной антенны и ее отдельных элементов. С учетом их был разработан приемный антенный модуль фазированной антенной решетки на микрополосковых линиях.

Более подробно устройство модуля можно рассмотреть на функциональной схеме, представленной на рис.1.

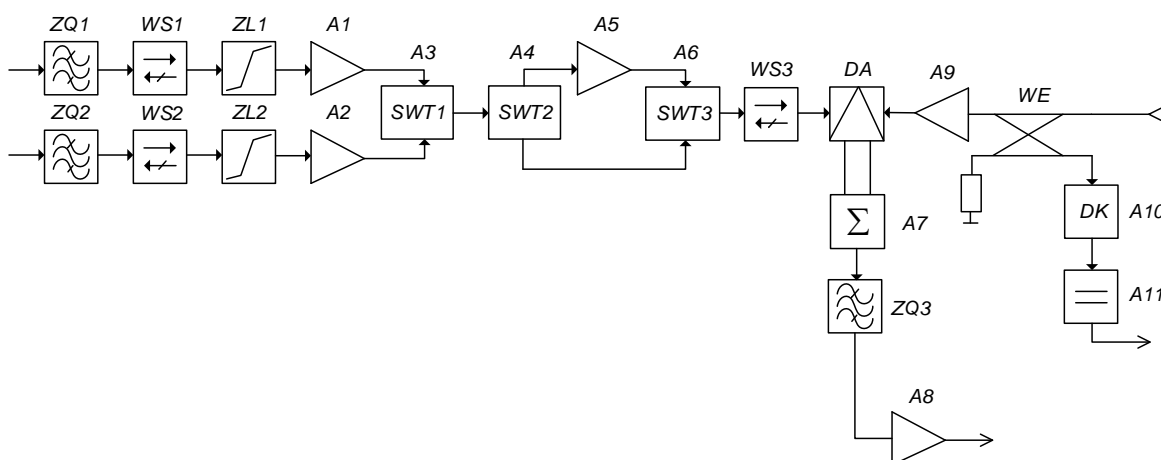


Рис. 1 – Функциональная схема приемного модуля

Входная цепь (ВЦ) состоит из полосового фильтра ZQ1 на микрополосковых линиях (МПЛ) и вентиля WS1[1]. СВЧ ВЦ на МПЛ конструктивно просты, технологичны и имеют высокую воспроизводимость характеристик. Применение диэлектриков, диэлектрическая проницаемость которых достигает 30, позволяет уменьшать геометрические размеры МПЛ в несколько раз. Для повышения широкополосности был спроектирован фильтр на МПЛ, имеющий коническую структуру.

Одной из задач, решаемых ВЦ, является обеспечение совместной работы с аппаратурой, создающей мощное мешающее радиоизлучение. В связи с тем, что при разнесенном методе обнаружения приемник и передатчик территориально разнесены, расположение других радиосредств в зоне расположения приемника также не практикуется, то просачивание помех от собственного передатчика и мощных ЭМП от соседних радиорелейных станций маловероятно. Поэтому для защиты малошумящего усилителя A1 от помех достаточно применить р-п-диоды ZL1. При малых уровнях мощности можно применить точечные р-и-п-диоды с параллельным разнополярным включением.

В качестве малошумящего усилителя радиочастоты выбран усилитель с распределенным усилением (УРУ), структура которого известна с середины прошлого века. УРУ имеет периодическую структуру, состоящую из двух линий, нагруженных на входное и выходное сопротивление активных компонентов. Широкое применение таких усилителей долгое время сдерживало развитие элементной базы — биполярные транзисторы не позволяли достичь тех результатов, которые были получены в ламповых схемах. В последние десятилетия с появлением новых типов полевых транзисторов (ПТ) исследования по разработке УРУ возобновились. Современные УРУ на ПТ в микрополосковом исполнении обеспечивают полосу пропускания 0,1...40 ГГц при коэффициенте передачи 9...15 дБ, = 4...5 дБ, КСВ < 2. В УРУ возможно снижение коэффициента шума по сравнению с коэффициентом шума одиночного транзистора с аналогичным ему исполнением. Это является следствием того, что шумы отдельных транзисторов статистически независимо суммируются в нагрузке. В то время как сигналы отдельных активных компонентов в нагрузке складываются алгебраически. Кроме того, УРУ обладают большей линейной мощностью, чем другие СВЧ усилители.

Все элементы ВЦ (ZQ2, WS2, ZL2 и A2) продублированы во втором канале, который служит для приема сигналов с другим углом поляризации. Такая схему построения преселектора в литературе часто называют схемой полуполяризованного приема.

Блок защиты тракта от перенасыщения содержит два переключателя SW2 и SW2 и два канала, один из-которых содержит усилитель A5, а второй без усилителя. Такая схема позволяет увеличить динамический

диапазон, а также обеспечивает большую площадь усиления [2].

С антенной решетки и гетеродина сигналы поступают на смеситель DA, на выходе которого стоит квадратурный мост A7 и полосовой фильтр ZQ3. Работа преобразователя частоты (ПЧ) СВЧ диапазона принципиально ничем не отличается от работы ПЧ в трактах умеренно высоких частот. Но вследствие пониженной абсолютной избирательности резонансных цепей в диапазоне СВЧ, узкополосности радиоприемных трактов, уменьшения крутизны преобразовательных элементов, трудностей получения больших мощностей гетеродина и топологических особенностей реализации смесителей СВЧ, такие смесители имеют некоторые особенности. В случае, когда трудно обеспечить частотную селекцию по зеркальному каналу в преселекторе, используются схема ПЧ с фазовым подавлением.

В канале гетеродина часть мощности идущего к смесителю DA сигнала через направленный ответвитель WE ответвляется на детекторный канал [3]. Детекторный канал контролирует уровень мощности сигнала гетеродина и состоит из детектора A10 и компаратора A11, построенного на операционном усилителе. Детектор представляет собой демодулирующий логарифмический усилитель, который преобразует СВЧ радиосигнал в постоянное напряжение, которое сравнивается в компараторе A11 с пороговым значением. Если уровень мощности сигнала гетеродина достаточен, то на выходе компаратора A11 появляется сигнал управления.

В результате был разработан приемный модуль фазированной антенной решетки по микрополосковой технологии с функциональным контролем наличия сигнала гетеродина. Дальнейшая модернизация модуля может идти как по пути применения современных материалов, в частности диэлектрика, и элементов с целью для уменьшения геометрических размеров модуля, так и совершенствования отдельных блоков схемы (рис.1) для улучшения параметров изделия в целом.

Список использованных источников:

9. Лебедев И. В. Техника и приборы СВЧ : Учеб. для студентов вузов по специальности «Электронные приборы» / И. В. Лебедев. – М. : Высш. шк., 1970. – 440 с.
10. Богданович Б. М. Радиоприемные устройства с большим динамическим диапазоном / Б. М. Богданович. – М. : Радио и связь, 1984. – 176 с.
11. 3. Сазонов Д. М. Антенны и устройства СВЧ : Учеб. для радиотехнич. спец. вузов / Д. М. Сазонов. – М. : Высш. шк., 1988. – 432 с.

ТВЁРДОТЕЛЬНЫЕ НАКОПИТЕЛИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровка, 6, Минск, 220013, Беларусь

Шпилевский С. А., Шеверов И. И.

Дворникова Т. Н. – ст. преподаватель кафедры ИРТ

На сегодняшний день информационное общество находится на стадии, характеризующей наличие огромного массива информации в цифровом виде с которой необходимо постоянно взаимодействовать. Наибольшее распространение получили две системы хранения цифровых данных HDD (Hard Disk Drive) и SSD (Solid State Drive).

HDD (Hard Disc Drive) — накопители информации основанные на магнитных пластинах и эффекте магнетизма.

SSD (Solid State Drive) — накопители информации, основанные на чипах энергонезависимой памяти, которые сохраняют данные после отключения питания. В большинстве современных твёрдотельных накопителей используется память типа NAND (Not AND). Они являются относительно новым видом носителей информации.

SSD содержит такие же интерфейсы ввода-вывода как и современные HDD. В них не используются движущиеся части и элементы как в электромеханических устройствах (жёсткие диски, дискеты), что исключает вероятность износа механическим путём.

Существуют накопители корпоративного класса, которые используют RAM (Random Access Memory) память совместно с резервными системами питания, что обеспечивает большие скорости передачи данных.

В SSD используются контроллеры, имеющие последовательный интерфейс обмена данными SATA 3.0 (Serial Advanced Technology Attachment) с пропускной способностью до 6 Гбит/с, что совместно с контроллерами, поддерживающими скорость обмена данными 600МБ/с, обеспечивают ощутимый прирост производительности в чтении/записи и полное раскрытие потенциала SSD накопителя.

В докладе представлено влияние SSD на работу персонального компьютера.

На сегодняшний день в персональных компьютерах используются HDD, недостатком которых является низкая скорость работы с данными.

В докладе представлены результаты работы диска с мелкими блоками данных. Так как при открытии браузера или во время работы с другими программными приложениями, компьютер обрабатывает огромное количество мелких блоков данных, при этом скорость чтения обычно важнее, чем скорость записи.

По результатам проведенных тестов работы, SSD обладает значительным рядом преимуществ перед HDD, а именно решается главная проблема во всех сферах, требующих высокую скорость работы с данными, таких как, создание игр, обработки видео / аудио, симуляции частиц, постобработка, работа с сотнями ГБ данных. Кроме того, увеличивается скорость загрузки системы.

SSD накопители ещё совсем новое поколение накопителей информации, они не являются сбалансированными во всех отношениях продуктами. Тем не менее, для рядовых пользователей, клиентов корпоративного класса и использования в серверных системах SSD обладают гораздо большей производительностью. Новый виток эволюции, твёрдотельные накопители получают с массовым производством чипов памяти Ferroelectric RAM (FRAM, FeRAM). Это позволит повысить уровень долговечности ячеек SSD накопителей.

Список использованных источников:

1. SSD (твёрдотельный) накопитель, что это? Из чего состоит и как работает SSD. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.xtechx.ru/c40-visokotehnologichni-spravochnik-hitech-book/solid-state-drive-ssd-works-kak/> (дата обновления 12.04.2012).

АНАЛИЗ СУММАРНЫХ ОШИБОК САМОНАСТРОЙКИ ДВУХКАНАЛЬНОГО АВТОКОМПЕНСАТОРА МЕШАЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Шумский А.П.

Давыденко И.Н. – к.т.н., доцент

Задача анализа влияния суммарных ошибок самонастройки на эффективность автокомпенсации помех является актуальной. Для случая одного источника помех анализ выполнен в [1]. Данный доклад посвящен анализу влияния суммарных ошибок самонастройки на эффективность автокомпенсации сигналов двух точечных источников шумовых помех.

Анализ влияния суммарных ошибок самонастройки весовых коэффициентов на эффективность двухканального автокомпенсатора мешающих излучений, проводится для случая вращающихся линейной синфазной антенны и двух слабонаправленных антенных элементов, которые используются для реализации компенсационных каналов. В качестве начальных условий анализа влияния суммарных ошибок самонастройки выбрано условие равенства вкладов максимальных динамических ошибок и флуктуационных ошибок в мощность остатков компенсации, при совпадении угловых координат источников мешающих излучений.

Графики зависимости мощностей остатков компенсации, обусловленных суммарными ошибками эквивалентных контуров самонастройки от углового рассогласования между помехами, при условии что мощность помех существенно большей мощности внутренних шумов каналов, приведены на рисунке 1:

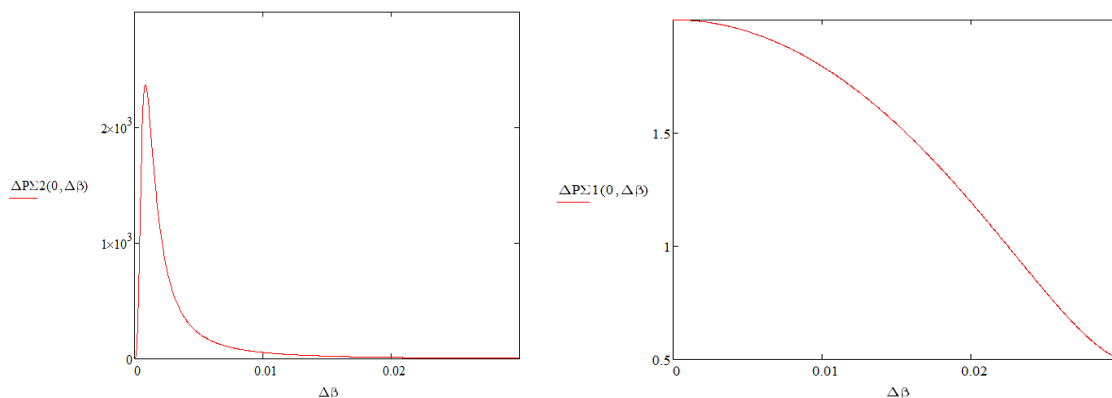


Рис. 1 – нормированная мощность остатков компенсации на выходе второго (слева) и первого (справа) эквивалентных контуров самонастройки

Из графиков видно, что автокомпенсатор с градиентным методом работы не оптимален для второго эквивалентного контура самонастройки, так как не реализована возможность снижения мощности остатков компенсации, обусловленных динамическими ошибками самонастройки. В самом деле, в области экстремальных значений динамических ошибок их вклад в мощность остатков компенсации превышает вклад флуктуационных ошибок в тысячи раз. В то же время вклад динамических и флуктуационных ошибок в мощность остатков компенсации одинаков для нулевого углового рассогласования помех. Таким образом, параметры второго контура самонастройки при оптимальной работе автокомпенсатора должны зависеть от углового рассогласования между подавляемыми помехами.

Для подтверждения полученных результатов было проведено имитационное моделирование двухканального автокомпенсатора мешающих излучений с градиентным методом работы. Для приближения к реальным условиям в качестве аппроксимации диаграммы направленности основной антенны была выбрана функция $\sin(x)/x$.

Результаты моделирования показали, что при угловом рассогласовании помех равном одной пятой от ширины диаграммы основной антенны, как и ожидалось, наблюдается существенное снижение эффективности подавления помех, обусловленное влиянием динамических ошибок самонастройки.

Список использованных источников:

1. Охрименко А.Е., Олейников О.А. Теоретические основы радиолокации, МВИЗРУ, Минск, 1976, 606 стр.
2. Шумский А.П., Давыденко И.Н. Анализ динамических ошибок самонастройки двухканального автокомпенсатора мешающих излучений. Доклады БГУИР, 2016. №_ с.
3. Давыденко И.Н., Костромицкий С.М., Дятко А.А. Методика анализа ошибок самонастройки многоканального автокомпенсатора. // Электроника инфо. Мн. 2011. №3. С. 62 - 64.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Юлов Г.А.

Пушкин А.Л. – инженер-программист,
ООО «Промвад Софт»

Проблема измерения и контроля параметров окружающей среды является актуальной задачей во многих сферах деятельности человека, поэтому на сегодняшний день существует широкое многообразие способов и средств измерения этих параметров. Одной из основных задач является создание эффективной системы мониторинга параметров окружающей среды в определенных местах, помещениях и, при необходимости, производить какие-либо действия в ответ на изменения соответствующих параметров.

В настоящее время широкое распространение получают комплексы измерения параметров окружающей среды, в которых используются беспроводные датчики. Беспроводные технологии облегчают установку и эксплуатацию комплексов. В предлагаемом измерительном комплексе используется технология Bluetooth Low Energy (BLE). Одним из главных достоинств данной технологии является сравнительно довольно низкое потребление мощности с сохранением дальности связи, как в классическом Bluetooth.

На рисунке 1 приведена структурная схема комплекса измерения параметров окружающей среды с беспроводными датчиками на основе BLE:

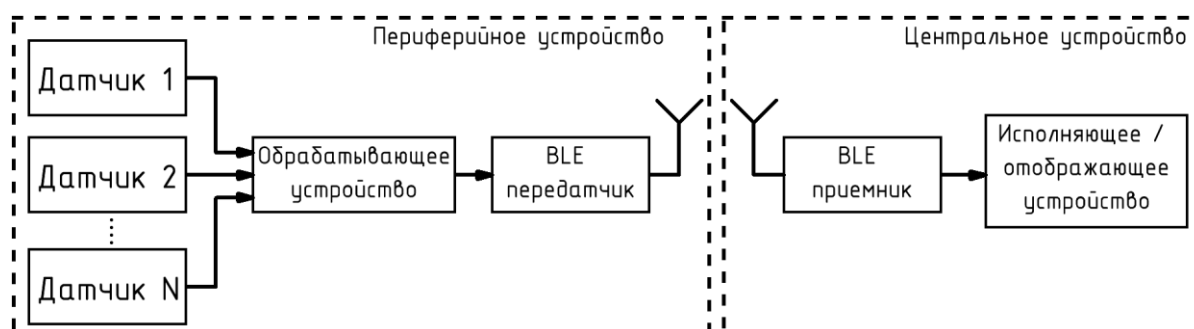


Рисунок 1 – Структурная схема комплекса для измерения параметров окружающей среды

Представленных периферийных устройств может быть несколько, каждое из которых расположено в отдельном месте или помещении. Точность измерения параметров среды зависит от выбираемых датчиков. Возможное количество подключаемых датчиков, в свою очередь, зависит от возможностей обрабатывающего устройства. В качестве обрабатывающего устройства может применяться процессор или микроконтроллер.

Обработывающее устройство считывает показания измерений с датчиков параметров окружающей среды и передает их значения BLE передатчику. BLE передатчик начинает вещание принятых значений. Центральное устройство обнаруживает вещания периферийных устройств и с каждого периферийного устройства получает измеренные значения параметров окружающей среды. Анализируя принятые параметры, центральное устройство может выполнять необходимые действия, например, включение кондиционирования и т.п. В качестве центрального устройства выбран одноплатный компьютер Raspberry Pi, который обладает большим функционалом, возможностью непосредственного подключения к сторонним устройствам и возможностью коммутации устройств.

За счет использования технологии BLE периферийные устройства могут работать более одного года от аккумулятора типа «монетки» без подзарядки.

Таким образом, был разработан программно-аппаратный комплекс для измерения климатических параметров окружающей среды с беспроводными датчиками на основе технологии BLE. Это обеспечивает функционирование системы достаточно длительное время без замены элементов питания, позволяет создавать персональные беспроводные сети, покрывать ими определенные площади, а также своевременно реагировать на изменения измеряемых параметров.

Список использованных источников:

1. Bluetooth [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.bluetooth.com>.
2. Nordic Semiconductor [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.nordicsemi.com>.

ФОРМИРОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ СИНХРОННОГО ФАЗОНЕЧУВСТВИТЕЛЬНОГО АКТИВНОГО ФИЛЬТРА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Якубович А.В.

Свирид В.Л. – к.т.н., доцент

Одним из важнейших вопросов в области контроля частотных параметров радиоэлектронных средств является вопрос повышения точности с сохранением либо увеличением быстродействия. Для решения данной проблемы следует построить механизм формирования измерительной информации, удовлетворяющий всем современным требованиям по точности и быстродействию.

Рассмотрим способ формирования измерительной информации на основе синхронного фазонечувствительного активного фильтра. Использование данных фильтров позволяет избавиться от зависимости выходного напряжения синхронных демодуляторов от сдвига фаз между опорным и детектируемым сигналами. В этом случае мы можем отказаться от схем ФАПЧ, применение которых вызывает необходимость использования в канале опорного сигнала или детектируемого напряжения управляемого фазовращателя, который оказывается достаточно сложным и, к тому же, вносит дополнительную погрешность в результат обработки.

Принцип действия фазонечувствительного синхронного демодулятора заключается в том, что на управляющие входы двух фазочувствительных синхронных демодуляторов от генератора импульсов подаются сигналы одной и той же частоты, но сдвинутые между собой по фазе на четверть периода. Малая инерционность данной системы позволяет в процессе работы измерительного устройства с высокой степенью точности следить за изменением во времени полезной компоненты, которая, подвергаясь операции выпрямления в преобразователе переменного напряжения в постоянное, теряет фазовую составляющую и превращается в постоянное напряжение, пропорциональное модулю второй гармонической составляющей.

На основе данного синхронного фазонечувствительного фильтра формируются характеристики высших производных от амплитудно-частотной характеристики радиоэлектронных средств. А критерием высокоточного определения частотных параметров радиоэлектронных средств является вторая производная от амплитудно-частотной характеристики радиоэлектронных систем.

Таким образом, используя значение второй производной, как критерия высокоточного определения частотных параметров радиоэлектронных средств, на основе синхронного фазонечувствительного фильтра реализуется система, позволяющая формировать измерительную информацию, и с высокой степенью точности и хорошим быстродействием осуществлять контроль за частотными параметрами радиоэлектронных средств.

Список использованных источников:

1. Свирид В. Л. Микросхемотехника аналоговых электронных устройств. – Мн.: Дизайн ПРО, 1998. – 256 с.: ил.
2. База патентов [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://patents.su/>.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BLUETOOTH-ПРОФИЛЕЙ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ АУДИОСИГНАЛА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь
Ястребинский П.Д.

Давыденко И.Н. — к.т.н., доцент

Технологии беспроводной передачи данных активно используются для связи нескольких мобильных устройств между собой. Основной производственной спецификацией для беспроводных персональных сетей является Bluetooth, позволяющий обмениваться информацией между несколькими устройствами на расстоянии до 10 метров на бесплатной и повсеместно доступной частоте для ближней связи. В настоящей работе рассмотрены Bluetooth-профили для передачи аудиосигнала с мобильного телефона на различные типы аудиоустройств.

Для передачи аудио необходимо обеспечить одновременную поддержку протокола передачи данных на обоих устройствах. В Bluetooth-спецификации используется понятие «профили»

Профили Bluetooth представляют собой ограниченный набор функций для определённого устройства Bluetooth. В зависимости от специфики использования, аудио профили Bluetooth следует разделить на две группы:

1. Передача двухканального стерео аудиопотока (A2DP, HSP)
2. Передача моно аудиопотока (HFP)

HFP (Hands-free profile) используется для соединения автомобильных устройств hands-free с мобильным телефоном. Чаще всего используется для потоковой передачи монофонического звука с максимальным битрейтом в 64 кб/с с использованием дельта-модуляции с плавно изменяемым наклоном, или импульсно кодовой модуляцией и квантованием по а-закону и мю-закону.

HSP (Headset profile) используется для соединения беспроводной гарнитуры с телефоном. Данный профиль поддерживает набор AT-команд спецификации GSM 07.07 и позволяет отвечать, совершать и завершать звонки, а также настраивать громкость. С помощью данного профиля, при наличии на обоих устройствах Bluetooth 1.2 и выше, можно выводить весь звук, издаваемый мобильным устройством в процессе работы. Например, прослушать композиции, звуковой ряд видеоролика. Основным преимуществом данного профиля является возможность передачи стереозвуча, чего не могут обеспечить устройства, поддерживающие только профиль HFP.

A2DP (Advanced audio distribution profile) используется для связи мобильного устройства с наушниками, или колонками. Для передачи аудиосигнала приемлемого качества, в данном профиле применяются кодеки, которые сжимают цифровой поток до размеров Bluetooth-канала. Стандартом определён один кодек – SBC (Low Complexity Subband Coding). В основе SBC лежит идея минимизации вычислений на стороне процессора приемника, поэтому для упрощения обработки у сигнала занижается частотный диапазон до 14 кГц.

На рисунке 1 представлено сравнение спектрограмм сигналов после использования SBC и aptX кодеков.

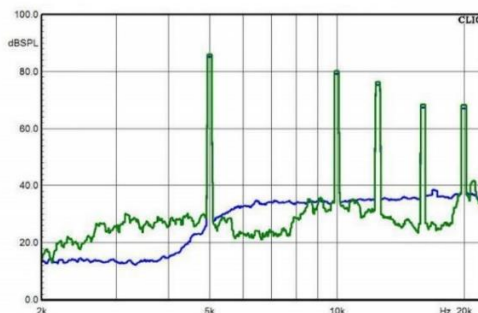


Рис. 1 — Шумы при подаче тона 5, 10, 12.5, 20 кГц. Синяя линия – aptX, зелёная - SBC

Наиболее распространённым кодеком является MP3, ввиду более высокого качества передаваемого звука при использовании стандартных параметров сжатия.

Таким образом для передачи аудиосигнала следует использовать один из вышеперечисленных аудио профилей, в зависимости от требований к качеству сигнала на конечном устройстве. Для автомобильных hands-free систем и телефонных Bluetooth-гарнитур, предназначенных для передачи голоса звонящего, наиболее предпочтительным будет использование HSP или HFP профиля. Профиль, использующийся для передачи стереозвуча в высоком качестве и предназначенный для прослушивания музыки (A2DP) будет являться избыточным.

Список использованных источников:

1. Карпушкин, Э. М. Радиосистемы передачи информации / Э. М. Карпушкин // Уч. метод. пособие для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования по специальности "Радиоэлектронные системы". – Минск, 2008. – 62 с.
2. Журнал «Stereo&Video» [Электронный ресурс] — 2015 — Режим доступа: <http://stereo.ru>
3. «Хабрахабр» [Электронный ресурс] — 2013 — Режим доступа: <http://habrahabr.ru>

ПРАВИЛО УПРАВЛЕНИЯ ПО УСКОРЕНИЮ ГРУППОЙ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ С ГОЛОНОМНОЙ МОДЕЛЬЮ СВЯЗИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ятченя А.В.

Половения С.И. – к.т.н. доцент

С развитием сетей подвижной электросвязи и повсеместном внедрении конвергентных услуг остаются не решенными вопросы временного покрытия незаселенных территорий, покрытия при чрезвычайных ситуациях и значительного повышения качества услуги по запросу [1]. Поэтому разрабатывается альтернативная сеть связи на основе БПЛА для решения этих задач и существует проблема взаимодействия узлов такой сети. Описать работу узлов помогает теория голономных систем.

Голономные системы являются универсальным инструментом моделирования движения аппаратов, не имеющих ограничений при смене направления движения.

Допустим, что беспилотный летательный аппарат (БПЛА) движется с постоянной скоростью. При подаче управляющего сигнала на установку новой величины скорости контроллер БПЛА обеспечивает плавное изменение скорости до заданной, однако часто переходный период длится сравнительно мало по сравнению с периодом движения БПЛА с постоянной скоростью и с быстродействием его систем. При реализации управления по скорости предполагается, что переходный период плавного изменения скорости после поступления управляющего сигнала о смене скоростного режима длится не более Δt – периода, необходимого на выработку нового управляющего сигнала. Для управления по ускорению должно учитываться ограничение на максимальное ускорение, которое обозначим a_{\max} .

С увеличением числа элементов системы, т.е. увеличением числа БПЛА в группе, требуется больше времени для обработки сигнала, поэтому правило управления по скорости неприменимо и необходимо использовать правило управления по ускорению.

Рассмотрим задачу в ограниченном, открытом, связном множестве W , которое является подмножеством трехмерного вещественного пространства. С учетом движения БПЛА в трехмерном пространстве \mathbf{R}^m , ($W \in \mathbf{R}^m, m=3$). Множество W моделирует зону выполнения задачи БПЛА. Пусть в W введена неподвижная прямоугольная система координат OXY и OZX с центром координат в точке O и осями OX , OY и OZ .

Пусть также в W существует упорядоченный конечный набор целевых точек T^1, T^2, \dots, T^l , которые БПЛА должны посетить в порядке увеличения номеров индексов целевых точек, либо в порядке, задающем некоторую траекторию. Положение и количество всех целевых точек известно БПЛА в каждый момент времени и может меняться во времени. Ещё не посещённая целевая точка с наименьшим номером называется текущей целевой точкой.

Группа БПЛА, выполняющих задачу, моделируется группой голономных агентов A_1, \dots, A_n которые имеют в W координаты $p_1(t), \dots, p_n(t)$, т.е. агенты являются материальными точками, двигающимися в пространстве. Начальные позиции n агентов – $p_1(t_0), \dots, p_n(t_0)$ задаются произвольно и заранее неизвестны.

Предлагаемые принципы управления по ускорению могут быть адаптированы для голономных систем, в которых динамика агентов может быть описана следующим образом:

$$\begin{cases} \ddot{p}_i(t) = u_i(t), \\ \dot{p}_i(t_0) = V_{i0}, \\ p_i(t_0) = p_{i0}. \end{cases}$$

В данной системе $u_i(t)$ – управления i -го агента, процесс управления начинается с $t = t_0$.

Ограничения допустимых состояний системы, основанные на физических ограничениях моделируемых роботов, выражаются в том, что ограничено максимальное ускорение и максимальная скорость агента: $\|\ddot{p}\| \leq a_{max}$, $\|\dot{p}\| \leq V_{max}$ ($a_{max}, V_{max} \in \mathbb{R}^+$). Из этого следует необходимость ограничения на управление: $\|u_i(t)\| \leq a_{max}$. Ограничение на максимальную скорость может быть учтено либо в самом правиле управления, либо непосредственно при реализации как аппаратное низкоуровневое ограничение.

Преобразуем правило управления. С учетом выработанных принципов управления: динамический расчёт положения виртуальных лидеров самими агентами и правила расчёта приоритетов следования за тем или иным виртуальным лидером. В правиле управления по ускорению воздействие будет оказываться на ускорение, а не на скорость, если пренебречь ограничениями на максимальное ускорение и скорость:

$$\begin{cases} \ddot{p}_i = u_i = \sum_{j=1}^k c_{ij} (L_{k,i}^j - p_i), \\ L_{k,i}^j = R_\beta (F_k^j + D_u) + \frac{\sum_{A_l \in N_p} p_l}{k}. \end{cases}$$

где c_{ij} - весовые коэффициенты линейной комбинации, отражающие приоритет каждого из направлений; $L_{k,i}^j$ - виртуальный лидер; k - количество лидеров; R_β - это матрица поворота на угол β ; F_k^j - набор изомерфофен, по которым составляется строй целевой структуры; D_u - вектор сдвига.

Таким образом, если ранее [2] направление скорости в соответствии с положением виртуальных лидеров менялось мгновенно с периодичностью не чаще, чем через временной промежуток Δt , то теперь будет иметь место инерция скорости. Мгновенная реакция на изменение положения виртуальных лидеров теперь будет наблюдаться только для ускорения.

Когда виртуальный лидер находится на расстоянии менее $V_{max} \Delta t$ от агента A_i , данный агент может двигаться с максимальным ускорением. Когда же виртуальный лидер оказался в прямом преследовании агентом A_i , и расстояние между ними $d = \|L^j - p_i\| \leq V_{max} \Delta t$, то скорость должна быть снижена до нуля в момент достижения положения лидера. При отсутствии лидера, находящегося в прямом преследовании, правило управления выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} \dot{p}_i = \frac{\min\{V_{max}, \|V_i\|\}}{\|V_i\|} V_i, \\ \dot{V}_i = \frac{\min\{a_{max}, \|\theta_i\|\}}{\|\theta_i\|} \theta_i, \\ \theta_i = \sum_{j=1}^k c_{ij} (L_{k,i}^j - p_i), \\ L_{k,i}^j = R_\beta (F_k^j + D_u) + \frac{\sum_{A_l \in N_p} p_l}{k}, \\ p_i(t_0) = p_{i0}, \\ \dot{p}_i(t_0) = (0, 0)^T. \end{cases}$$

Вывод

На основе теории мультиагентных систем получены правило расчёта координат виртуальных лидеров и правило управления группой агентов.

Полученные общие уравнения правила управления по ускорению, позволяют повысить стабильность работы БПЛА.

Список использованных источников:

1. Половения, С. И. Автономная адаптируемая система связи / С.И. Половения // Проблемы инфокоммуникаций. – Минск, 2015. – № 2.– С.11-17.
2. Морозова, Н.Т. Управления строем автономных агентов в случае управления по ускорению/ Н.Т. Морозова // Управления движением строя в мультиагентных системах. – Москва, 2015. – С. 86-109.

КОРРЕКЦИЯ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ФУНКЦИЙ СЛЕДЯЩИХ СИСТЕМ Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Шибанов А.И.

Ганкевич С.А. – к.т.н, доцент

Цель коррекции состоит в том, чтобы определить передаточные функции таких корректирующих устройств, которые при минимальной сложности их реализации обеспечивают системе требуемые показатели качества. Задачу решают в два этапа. На первом этапе осуществляют синтез желаемой передаточной функции разомкнутой системы, а на втором – выбирают наиболее предпочтительный способ коррекции и определяют передаточные функции корректирующих звеньев.

Под улучшением качества процесса регулирования, помимо повышения точности в типовых режимах, понимается изменение динамических свойств системы регулирования с целью получения необходимого запаса устойчивости и быстродействия. В этой проблеме основное значение имеет обеспечение запаса устойчивости. Это объясняется тем, что стремление снизить ошибки системы регулирования приводит, как правило, к необходимости использовать такие значения общего коэффициента усиления, при которых без принятия специальных мер система вообще оказывается неустойчивой.

При решении задачи повышения запаса устойчивости проектируемой системы регулирования прежде всего необходимо попытаться рациональным образом изменить ее параметры (коэффициенты передачи отдельных звеньев, постоянные времени и т. п.) так, чтобы удовлетворить требованиям качества регулирования, которые определяются критериями качества. При невозможности решить эту задачу в рамках имеющейся системы приходится идти на изменение ее структуры. Для этой цели обычно используется введение в систему регулирования так называемых корректирующих средств, которые должны изменить динамику всей системы в нужном направлении. К корректирующим средствам относятся, в частности, корректирующие звенья, представляющие собой динамические звенья с определенными передаточными функциями.

Заметим также, что проблема получения в системе регулирования требуемых качественных показателей — точности в типовых режимах, запаса устойчивости и быстродействия — является единой и ни один из входящих в нее вопросов не может решаться в отрыве от других. Это делает всю проблему весьма сложной, что заставляет в некоторых случаях получать требуемое решение посредством последовательного приближения и рассмотрения многих вариантов.

Корректирующие звенья могут вводиться в систему регулирования различными способами.

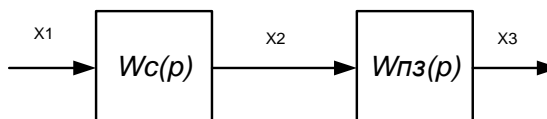


Рисунок 1 - Схема введения последовательного корректирующего звена

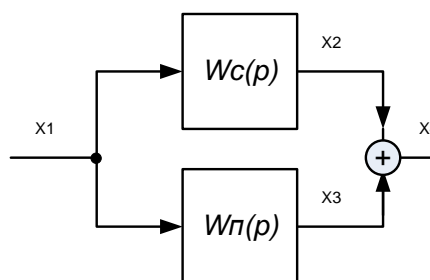


Рисунок 2 - Схема введения параллельного корректирующего звена

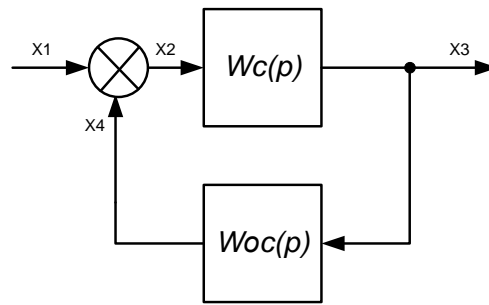


Рисунок 3 - Схема корректирующего звена в виде местной обратной связи

Таким образом, был разработан удобный интерфейс пользователя в сфере MatLab, позволяющий производить выбор корректируемых звеньев, изменять параметры корректирующих и корректируемых звеньев, и исследовать результирующие характеристики.

БОРТОВОЕ УСТРОЙСТВО СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ С GSM МОДУЛЕМ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Гарелик Д.Г.

Дежкунов Н.В. – к.т.н., доцент

В последние годы с увеличением пассажиропотока значительно возросла потребность в отслеживании и контроле наземного транспорта. Бортное устройство позволяет отслеживать местоположение транспорта, так же снимать показатели уровня топлива, пробега и времени простоя, что позволит оптимизировать работу общественного транспорта.

Бортное устройство спутниковой навигации с GSM модулем спроектировано на базе микроконтроллера *ATMEL AT91SAM9261*, работающего от бортовой сети электросети транспортного средства. Устройство состоит из TFT матрицы с сенсорным дисплеем, GSM/GPRS модуля, GPS модуля, модуля ОЗУ и ПЗУ и аудиокодека для вывода на динамик слуховой информации.

Интерфейс *RS232* позволяет подключаться в бортовой электронике транспортного средства для получения данных телеметрии. Количество контролируемых параметров можно опционально регулировать. Так же наличие обратной связи через модуль передачи данных позволяет подать тревожный сигнал в чрезвычайных ситуациях, так же как и дистанционно обездвижить транспортное средство, либо ограничить максимальную скорость передвижения.

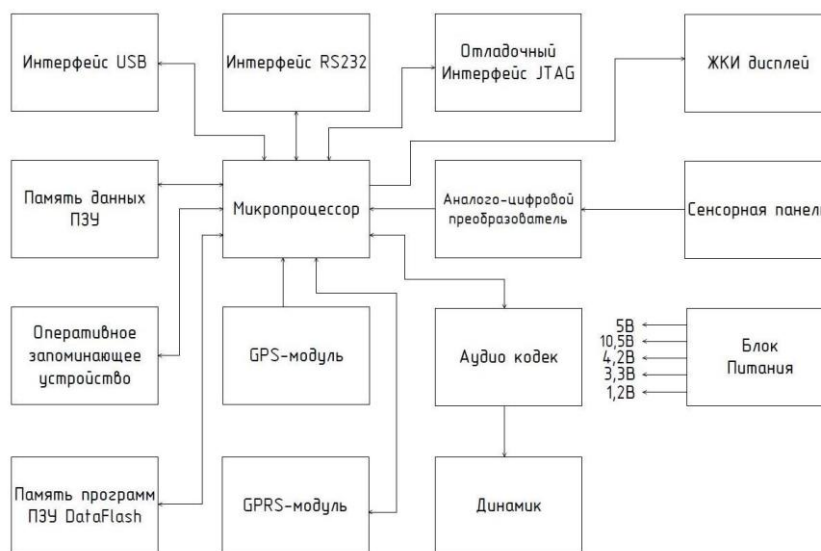


Рис.1 – Структурная схема бортового устройства спутниковой навигации с GSM модулем

Основной особенностью данного устройства является низкая стоимость и доступность компонентной базы. Программными надстройками можно реализовать ряд дополнительных функций. Так же устройство легко встроить в саму конструкцию транспортного средства, в качестве основного модуля позиционирования. В процессе разработки данного устройства были использованы различные источники информации. На текущий момент данное устройство обладает максимальным соотношением цена/качество из представленных на рынке. Помимо своей основной функции навигации и телеметрии данное устройство обладает огромным потенциалом расширения выполняемых функций.

Список использованных источников:

- 1 - Е. Угрюмов. / Цифровая схемотехника. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 528с.
- 2 - В. Першин. / Основы современной радиоэлектроники. – М.: Феникс, 2009. – 544с.
- 3 - В.В. Корнеев, А.В. Киселев. / Современные микропроцессоры. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 440с.

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ РЛС

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Каурхан Ш.

Мурашкина З.Н. – ассистент кафедры ИРТ

В настоящее время значительно возрос интерес разработчиков радиолокационных станций к радиолокационным комплексам на основе активных фазированных антенных решеток, обладающих существенными преимуществами по сравнению с пассивными решетками. Электропитание таких модулей может быть осуществлено различными способами, имеющими для конкретных систем питания различную значимость, условиями которых в общем случае могут являться такие требования как минимальная масса системы электропитания, максимальная надежность системы, максимальный КПД.

Для питания радиолокационных комплексов на основе активных фазированных антенных решеток все чаще применяются матричные системы электропитания (МСРЭП). МСРЭП - это совокупность идентичных источников вторичного электропитания (модулей ИВЭП), распределенных на плоскости условной матрицы и находящихся в точках пересечения строк и столбцов матрицы, связанных (как правило) между собой по шинам управления и обмена информацией о состоянии ИВЭП.

В качестве первичного источника электропитания используют генератор трехфазного напряжения, например $3 \times 115 \text{ В} \dots 3 \times 380 \text{ В}$, 400 Гц или 50 Гц. Для формирования из трехфазного напряжения первичного источника промежуточной шины 27В или 300 В используют преобразователь класса AC/DC мощностью от нескольких кВт до десятков кВт. Эта часть системы электропитания АФАР является строго централизованной и бороться ей за свою надежность приходится уже в одиночестве, используя практически один имеющийся способ – резервирование типа N+M.

Теперь уже вся система электропитания АФАР, начиная от выхода трехфазного генератора и до СВЧ-части приемно-передающих модулей (ППМ), является смешанного типа – обычно это называют частично централизованной системой электропитания, представленной на рисунке 1. Для получения высоких значений надежности AC/DC преобразователя необходимо использовать параллельное включение достаточно большого количества таких устройств, работающих с коэффициентом нагрузки не более 0,7. Несмотря на недостатки такой частично децентрализованной системы электропитания АФАР, как например снижение надежности АФАР, данное системное и конструктивное решение может широко использоваться, если действительно необходимо иметь промежуточную шину на 27В или на какое-то напряжение, входящее в типовой аккумуляторный ряд напряжений, например 48 В и т.д. Если в системе радара не используется аккумуляторная поддержка или отсутствуют дублирующие генераторы, то необходимость вышеописанного централизованного AC/DC преобразователя сомнительна.

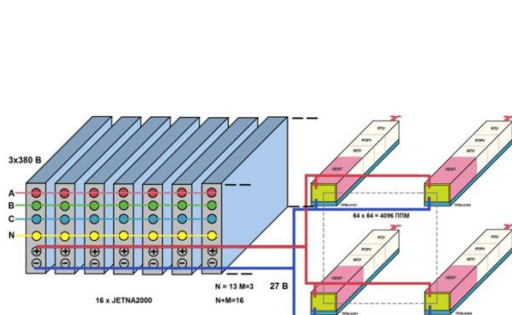


Рисунок 1 – Частично-децентрализованная СЭП

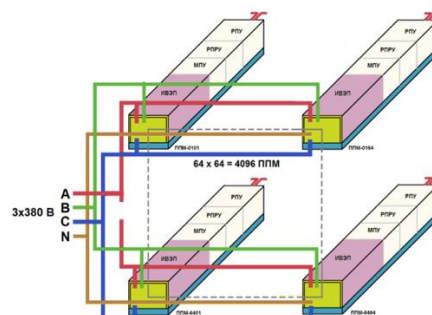


Рисунок 2 – Полностью децентрализованная СЭП

Новое перспективное развитие МСРЭП АФАР, когда один выпрямитель можно разбить на множество малых и ввести их в состав приемно-передающих модулей – чистая децентрализованная СЭП АФАР. Недостаток данной системы - геометрические размеры элементарного модуля ИВЭП АФАР в идеальном случае должны иметь величины не более половины длины волны АФАР вдоль полотна решетки антенны АФАР. Для диапазонов S, C и X это с учетом системы охлаждения составляет не более 33 мм, 15 мм и 9 мм, соответственно, тем самым усложняя разработку ИВЭП.

Список использованных источников:

1. Н.А.Кушнерев, М.А.Шумов. Система электропитания активных фазированных антенных решеток. 2012 г.
2. А.Ю.Гончаров. Матричные системы электропитания – новый этап развития АФАР. Современная электроника, №6, 2015

АЛГОРИТМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КЛАСТЕРИЗАЦИИ НАБОРОВ ИНФОРМАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Каляда В.В.

Давыдов И.Г. – к.т.н., доцент

Не так давно получил распространение термин «большие данные», обозначивший новую прикладную область — поиск способов автоматического быстрого анализа огромных объёмов разнородной информации. Самым перспективным подходом к анализу больших данных считается применение машинного обучения — набора методов, благодаря которым компьютер может находить в массивах изначально неизвестные взаимосвязи и закономерности. Машинное обучение (Machine Learning) — обширный подраздел искусственного интеллекта, изучающий методы построения алгоритмов, способных обучаться, который находится на стыке математической статистики, методов оптимизации и классических математических дисциплин, но имеет также и собственную специфику, связанную с проблемами вычислительной эффективности и переобучения.

Кластерный анализ заключается в том, чтобы сгруппировать объекты в кластеры, используя данные о попарном сходстве объектов т.е. — это задача разбиения множества объектов на группы, называемые кластерами. Внутри каждой группы должны оказаться «похожие» объекты, а объекты разных группы должны быть как можно более отличны. Отличие кластеризации от классификации в том, что кластеризация разбивает множество объектов на группы, которые определяются только ее результатом. Классификация относит каждый объект к одной из заранее определенных групп. [5]

Кластеризация данных включает в себя этапы:

- 1) Выделение характеристик
- 2) Определение метрики
- 3) Разбиение объектов на группы
- 4) Представление результатов

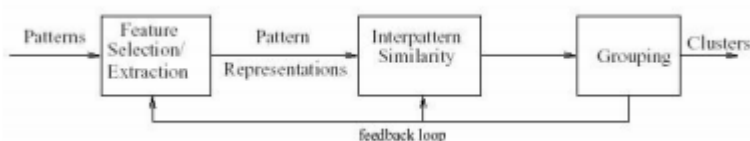


Рис.1 – Общая схема кластеризации

Постановка задачи кластеризации:

Дано:

X - пространство объектов;

$X^l = \{x_i\}_{i=1}^l$ - обучающая выборка;

$\rho : X \times x \rightarrow [0, \infty]$ - функция расстояния между объектами.

Найти:

Y - множество кластеров и

$\alpha : X \rightarrow Y$ -алгоритм кластеризации, такие что:

- каждый кластер состоит из близких объектов;
- объекты разных кластеров существенно различны.

В моей работе для обнаружения информационных признаков зарождающихся дефектов промышленного оборудования по виброакустическим сигналам применяется вейвлет-анализ и специальные базисные функции.

Далее используются алгоритмы кластеризации для автоматической оценки технического состояния промышленного оборудования.

Алгоритм кластеризации k-means

Общая идея алгоритма: заданное фиксированное число k кластеров наблюдения сопоставляются кластерам так, что средние в кластере (для всех переменных) максимально возможно отличаются друг от друга.

Алгоритм стремится минимизировать суммарное квадратичное отклонение точек кластеров от центров этих кластеров:

$$V = \sum_{i=1}^k \sum_{x_j \in S_i} (x_j - \mu_i)^2, \text{ где } k - \text{ число кластеров, } S_j - \text{ полученные кластеры, } i = 1, 2, \dots, k \text{ и } \mu_i - \text{ цен-}$$

тры масс векторов $x_j \in S_i$.

EM-алгоритм (англ. expectation-maximization) – алгоритм максимизации ожидания, используемый в математической статистике для нахождения оценок максимального правдоподобия параметров вероятностных моделей, в случае, когда модель зависит от некоторых скрытых переменных. Каждая итерация алгоритма состоит из двух шагов.

На E-шаге вычисляется ожидаемое значение функции правдоподобия, при этом скрытые переменные рассматриваются как наблюдаемые.

На M-шаге вычисляется оценка максимального правдоподобия, таким образом увеличивается ожидаемое правдоподобие, вычисляемое на E-шаге. Затем это значение используется для E-шага на следующей итерации. Алгоритм выполняется до сходимости.

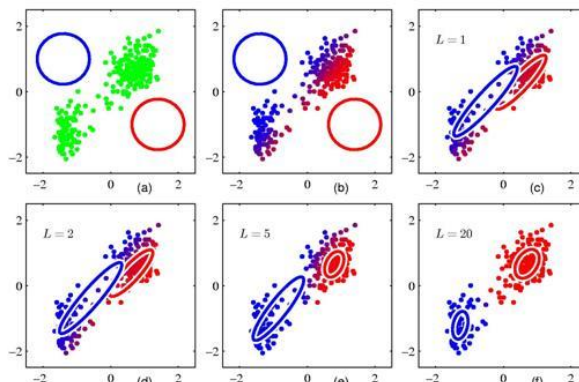


Рис.1 – EM-алгоритм

Самоорганизующаяся карта Кохонена (англ. Self-organizing map — SOM) — нейронная сеть с обучением без учителя, выполняющая задачу визуализации и кластеризации. Идея сети предложена финским учёным Т. Кохоненом.

Принцип работы:

- Инициализация карты, то есть первоначальное задание векторов веса для узлов.

Цикл:

- Выбор следующего наблюдения (вектора из множества входных данных).

- Нахождение для него лучшей единицы соответствия (best matching unit, BMU, или Winner) — узла на карте, вектор веса которого меньше всего отличается от наблюдения (в метрике, задаваемой аналитиком, чаще всего, евклидовой).

- Определение количества соседей BMU и обучение — изменение векторов веса BMU и его соседей с целью их приближения к наблюдению.

- Определение ошибки карты.

На входе:

X^l - обучающая выборка; η - темп обучения;

На выходе:

$w_{mh} \in R^n$ — векторы весов, $m = 1 \dots M$, $h = 1 \dots H$;

Два типа графиков — цветных карт $M \times H$:

- Цвет узла (m, h) — локальная плотность в точке (m, h) — среднее расстояние до k ближайших точек выборки;

- По одной карте на каждый признак: цвет узла (m, h) — значение j -й компоненты вектора w_{mh} .

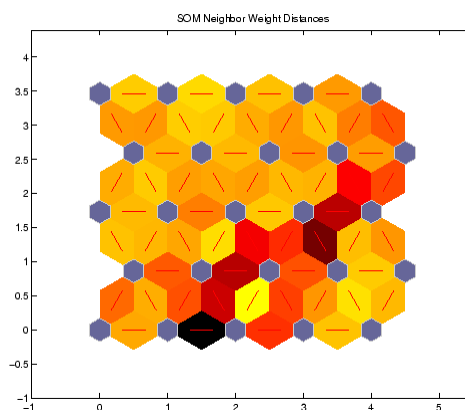


Рис.2 – Самоорганизующаяся карта Кохонена

Таким образом очевидно, что для достижения наибольшей эффективности предложенных алгоритмов для решения задачи состояния промышленного оборудования и обнаружения зарождающихся дефектов, необходимо экспериментировать с выбором мер расстояний и проводить многократное обучение алгоритмов на различных типах и видах оборудования. Никакого единого универсального решения данной задачи со 100% результатом не существует

Список использованных источников:

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Cluster_analysis
2. Jain A., Murty M., Flynn P. Data Clustering: A Review. // ACM Computing Surveys. 1999. Vol. 31, no. 3.
3. http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Самоорганизующаяся_карта_Кохонена
4. <http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=EM-алгоритм>
5. Котов А., Красильников Н. Кластеризация данных. 2006. – 23с.

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВА ИНФОРМАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ СОСТОЯНИЙ ОБЪЕКТА НАБЛЮДЕНИЯ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Мельничук Н.Г., Цурко А.В.

Давыдов И.Г. – к.т.н., доцент

В работе рассматривается проблема формирование пространства информативных признаков, необходимых для работы системы выполняющей детальную оценку и прогнозирование технического состояния промышленного оборудования путем автоматической обработки и анализа вибрационных сигналов и данных телеметрии. Для работы системы используются технологии хранения и обработки данных, технологии машинного обучения на основе нейронных сетей, вейвлетный анализ, создание собственных базисных функций, алгоритмы нечеткой логики и другие алгоритмы цифровой обработки сигналов (ЦОС).

Вибродиагностика - способ диагностики механического оборудования который использует параметры описывающие состояние оборудования такие как вибрация. Как правило для выявления неисправностей и скрытых дефектов, выделяют значительные изменения параметров вибрации. Это является главных компонентом своевременного обслуживания оборудования. Своевременное обнаружение проблем позволяет не допустить серьезных поломок оборудования вследствие выходу какого либо узла оборудования. Вибродиагностика может применяться практически к любому классу механического оборудования в том числе к шариковым подшипникам, насосам, электронным двигателям, двигателям внутреннего сгорания, прессам и другим видам оборудования.

При классическом подходе к вибродиагностике механического оборудования вибрационный сигнал оценивается интегрально одной метрикой - среднеквадратичным уровнем, или, пик-фактором. Но данный подход не позволяет проводить детальных и точных исследований состояния оборудования в силу обобщения информации при использовании данных методов. Для более детального анализа состояния оборудования необходимо большее количество типовых метрик и информативных признаков какого либо дефекта оборудования.

Расширенный базис метрик и информативных признаков позволяет применять классификатор на основе нейронных сетей и нечеткой логики для выявления неисправностей, без участия человека. При наличии кинематической схемы оборудования и информации о элементах конструкции объекта диагностики возможно формирование пространства информативных признаков технического состояния оборудования. Пример кинематической схемы приводится на рисунке 1.

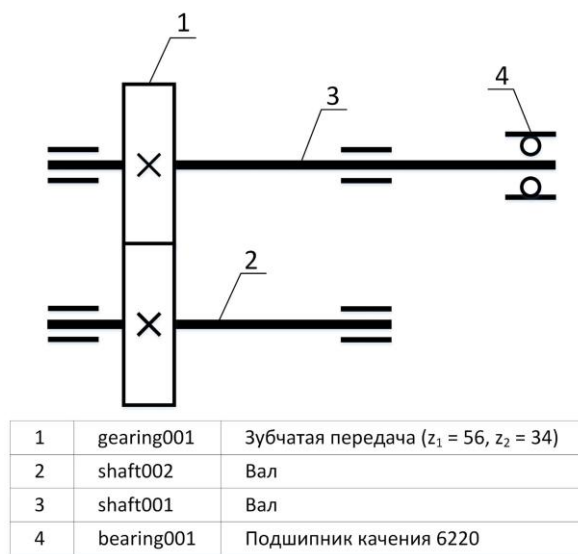


Рисунок 1 - Кинематическая схема токарно-винторезного станка 1К62.

При осуществлении диагностики необходимо знать компоненты механического оборудования которые принимают участие в передачи крутящего момента от двигателя к рабочим органам агрегата. Данные компоненты (зубчатые колеса, ходовые винты, валы, шкивы, подшипники и др.) испытывают на себе основные динамические нагрузки, повреждаются, изнашиваются и выходят из строя. Вследствие выше изложенной информации очень важно иметь в распоряжении информацию о компонентах оборудования, их взаимодействии и скоростях вращения. Данная информация позволяет системе диагностики работать устойчиво.

В системе существует отдельный программный блок который способен анализировать кинематическую схему оборудования и на основе ее формировать наборы информативных признаков дефектов узлов оборудования. Далее сформированные информативные признаки используются для обучения классификаторов (нейронных сетей) и поиска соответствующих дефектов в вибрационном сигнале. Для непосредственного формирования информативных признаков используется анализ спектральных компонент (анализ прямого спектра и спектра огибающей вибрационного сигнала). Анализ строится на базе прямого (1) и обратного (2) преобразования Фурье:

$$f(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t)e^{-i\omega t} dt \quad 1)$$

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} f(\omega)e^{i\omega t} d\omega \quad 2)$$

Также для формирования пространства информативных признаков используется вейвлетный анализ представляющий из себя особый тип линейного преобразования сигналов, предназначенный для их временной обработки и хорошо приспособлены к кратковременным высокочастотным флуктуациям сигнала. Вейвлетно-окно обеспечивает адекватную оценку таких флуктуаций за счет увеличения амплитуды окна при уменьшении его ширины. Разрешающая способность анализ во временной области возрастает с ростом частоты.

В ходе анализа существующих методов вибродиагностики можно заметить, что большой объем работы по анализу информации совершается человеком. В целях оптимизации затрат, улучшения точности и достоверности возможно использовать предложенную систему диагностики, которая исключает человеческий фактор. Данная система масштабируемая и позволяет расширять спектр диагностируемого оборудования.

Таким образом, пространство информативных признаков формируется из множества всевозможных числовых характеристик, которые указывают на техническое состояние оборудования и его узлов с некоторой вероятностью. В качестве таковых характеристик предлагается использовать общие интегральные метрики (СКЗ, пик-фактор, и др.), признаки в частотной и во временной областях. Частотная область включает распределение энергии по областям спектра, а также соответствие между отдельными спектральными компонентами и рассчитанными из кинематической схемы оборудования. Признаки во временной области представлены, в частности, результатами анализа сигнала при помощи различных базисов вейвлет-функций. Объединение различных признаков в единое пространство достигается за счет применения технологий машинного обучения, например искусственных нейронных сетей, в таком случае пространство формируется внутри ИНС на множестве её внутренних связей.

Список использованных источников:

1. Вибродиагностика для предотвращения поломок роторного оборудования [Электронный ресурс] / ООО Сител. - Минск, 2017. - Режим доступа : <https://www.vibrobox.ru/technology>. - Дата доступа : 21.03.2017.
2. Большая энциклопедия нефти и газа [Электронный ресурс] - Режим доступа : <http://www.ngpedia.ru/id512211p1.html>. - Дата доступа : 21.03.2017.
3. Spike energy measurement and case histories [Electronic resource] / Ming Xu, Ph.D. Rockwell Automation, Integrated Condition Monitoring, Westerville, Ohio. - Mode of access: http://www.maintenance.org/fileSendAction/fcType/0/fcOid/399590942962664303/filePointer/399590942964788372/fooid/399590942964788370/MingXu_gSE_Paper.pdf. - Date of access : 21.03.2017.

МОДЕЛИ И ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТОВ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Шпак А.К., Русаков Д.В.

Лукьянец В.Г. – к.т.н., доцент

В работе рассматривается состояние проблемы управления и моделирования маршрутных перевозок с дальнейшим проектированием и разработкой программно-алгоритмического обеспечения системы.

Современный городской пассажирский транспорт является важнейшей системой, обеспечивающей экономическое развитие городов, социальное благополучие населения. Несмотря на стремительное увеличение количества личного автотранспорта, по оценкам многих специалистов, городской транспорт обеспечивает около 80% трудовых и бытовых поездок граждан. В этих условиях от состояния и качества работы городского пассажирского транспорта в значительной степени зависит уровень комфортных условий проживания людей в населенных пунктах всей страны.

В прежние годы были разработаны достаточно хорошие методы оптимизации работы городского пассажирского транспорта. При этом вопросы автоматизации расчетов, проводимых в процессе оптимизации, рассматривались недостаточно. В связи с этим актуальной является задача разработки моделей и программно-алгоритмического обеспечения процесса оптимизации маршрутов городской транспортной системы.

Планируется использование принципов системного подхода, аналитических методов, методов компьютерной обработки данных и компьютерного моделирования. Разработка математической модели и программно-алгоритмического обеспечения системы оптимизации маршрутов городского транспорта будет реализована на базе следующих технологий: MySQL, PHP, HTML, JavaScript;

В приложении будет реализована трехуровневая архитектура клиент-сервер; серверная часть выполнена в виде веб-приложения на языке PHP, хранение данных – СУБД MySQL; клиентская часть в виде браузерного приложения.

Решение двух задач оптимизации маршрутов городского автотранспорта:

- задача определения оптимального числа автобусов подвижного состава;
- задача оптимальной расстановки имеющегося подвижного состава на маршрутах.

Задача определения потребности автобусов подвижного состава рассчитывается исходя из минимизации эксплуатационных затрат. Блок-схема алгоритма решения задачи потребности приведена на рисунке 1.

Задача оптимальной расстановки имеющегося подвижного состава на маршрутах рассчитывается исходя из минимизации вероятности отказа пассажиру в поездке. Блок-схема алгоритма решения задачи расстановки приведена на рисунке 2.

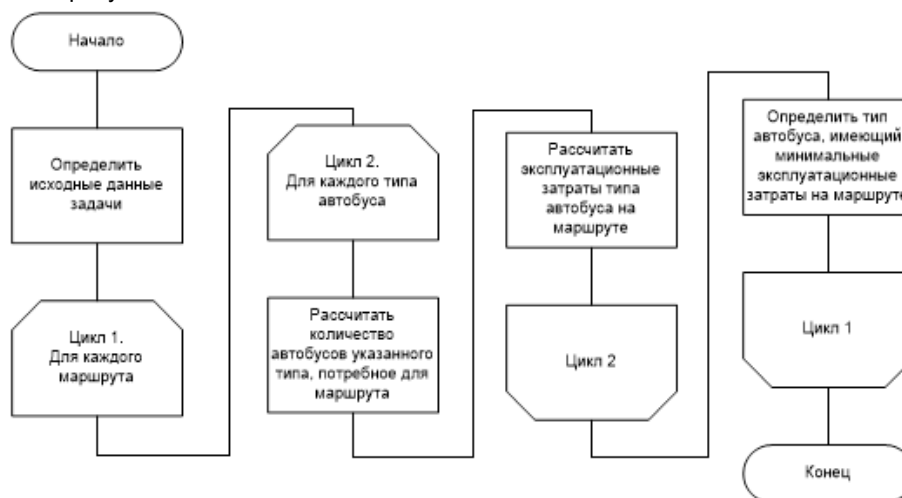


Рисунок 1 – Блок-схема решения задачи потребности

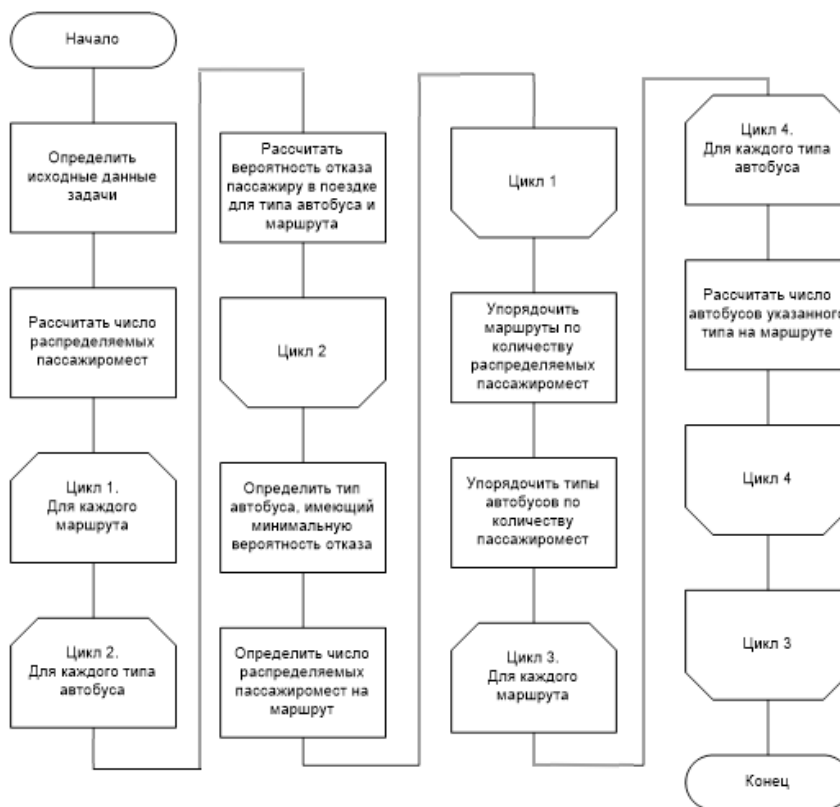


Рисунок 2 – Блок-схема решения задачи распределения

Алгоритм решения задачи потребности включает следующие шаги. Определяются исходные данные задачи:

- список маршрутов;
- параметры каждого маршрута;
- список типов автобусов;
- параметры каждого типа автобуса;
- коэффициент использования пассажироместности.

Дальнейшие действия выполняются для каждого маршрута.

Для выбранного маршрута для каждого типа автобуса рассчитываются следующие показатели:

- количество автобусов указанного типа, нужно для маршрута;
- сумма эксплуатационных среднечасовых затрат для указанного типа автобусов на маршруте.

По результатам расчета определяется тип автобуса, имеющий минимальные эксплуатационные затраты на маршруте. Автобус этого типа и рассчитанное ранее количество являются результатом решения задачи по выбранному маршруту.

Алгоритм решения задачи расстановки включает следующие шаги. Сначала определяются исходные данные задачи:

- список маршрутов;
- параметры каждого маршрута;
- список типов автобусов с указанием количества;
- параметры каждого типа автобуса;
- допустимое отклонение интервала движения.

Далее рассчитывается общее число распределяемых пассажиромест.

Дальнейшие действия выполняются для каждого маршрута:

- для выбранного маршрута для каждого типа автобуса рассчитывается вероятность отказа пассажиру в поездке;

- определяется тип автобуса, имеющий минимальную вероятность отказа;

- исходя из выбранного типа автобуса определяется число распределяемых пассажиромест на маршрут.

Далее маршруты упорядочиваются по количеству распределяемых пассажиромест, а типы автобусов – по пассажироместности. Далее для каждого маршрута и типа автобуса рассчитывается число автобусов на

маршруте, которое и является результатом решения задачи.

Разработанная программная система позволит решать задачу оптимизации маршрутов городского транспорта за счет анализа показателей маршрутных перевозок при планируемом изменении входных параметров.

Список использованных источников:

1. Автоматизация управления транспортными системами / А.П. Артынов [и др.]. – М.: Наука, 2014. – 272 с.
2. Артынов, А.П. Автоматизация процессов планирования и управления транспортными системами / А.П. Артынов, И.И. Скалецкий. – М.: Наука, 2015. – 280 с.
3. Беленький, А.С. Исследование операций в транспортных системах: идеи и схемы методов оптимизации планирования / А.С. Беленький. – М.: Мир, 2012. – 582 с.
4. Борисов, В.В. Порядок оптимизации городской маршрутной сети / В.В. Борисов, М.В. Великанова // NovalInfo.Ru. – 2016. – №48. С. 1-6.
5. Горев, А.Э. Основы теории транспортных систем / А.Э. Горев. – СПб.: ГАСУ, 2016. – 214 с.
6. Гудков, Л.Б. Технология, организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками / Л.Б. Гудков. – М.: Транспорт, 2015. – 254 с.
7. Ларин, О.Н. Особенности управления пассажирскими перевозками в муниципальных образованиях / О.Н. Ларин, В.Н. Смолин // Транспорт Урала. – 2015. – №2. – С. 9-10.
8. Косолапов, А.В. Технология, организация и управления автомобильными перевозками / А.В. Косолапов, Е.А. Григорьева, Л.М. Кириллова. – Кемерово: КузГТУ, 2016. – 37 с.

АЛГОРИТМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА В СЕТЯХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Вольфовский Р.Б.

Листопад Н.И. – д.т.н., профессор

В работе рассматриваются основные факторы, которые необходимо учитывать при создании отказоустойчивой сети телекоммуникаций. Рассматриваются алгоритмы обеспечения требований, различных факторов для поддержки работы сети, используемых для передачи данных.

Вся жизнь человека проходит в непрерывном общении и взаимодействии с другими людьми — этот процесс является основополагающим для развития личности и накопления опыта. Можно с уверенностью сказать, что все результаты деятельности и человечества как такового, напрямую связаны с уровнем и качеством взаимодействия между индивидуумами. Не смотря на то, что сама по себе эта истина стара как мир, способы такого взаимодействия постоянно совершенствуются. Развитие речевых навыков и выработка понятного всем членам коллектива языка для общения — несомненно важный этап, который положил начало накоплению коллективного опыта. Данный подход переходит и в сети коммуникаций. Любое конечное устройство может выступать в роли клиента или сервера. Сервер предоставляет некоторые сервисы или ресурсы клиенту. Клиент, соответственно обращается к серверу, получает некоторые ресурсы и пользуется ими. Для того чтобы система выполняла поставленные задачи и удовлетворяла требованиям клиентов необходимо предоставить критерии качества этой сети.

Для передачи данных используется мультисервисная сеть. Задача которой состоит в предоставлении универсальной транспортной среды для передачи данных различных типов на одной инфраструктуре. Такая сеть использует единый канал для передачи данных разных типов, позволяет уменьшить разнообразие типов оборудования, применять единые стандарты, технологии и централизованно управлять коммуникационной средой. Соответственно обеспечение качества сети такого типа упрощает мониторинг и принятие решений по устранению сбоев выработав единый алгоритм. Базовыми понятиями мультисервисных сетей являются QoS (Quality Of Service) – качество обслуживания; SLA (Service Level Agreement) - соглашение об уровне качества предоставления услуг в сети. Переход к новым технологиям изменяет саму концепцию предоставления услуг, когда качество гарантируется не только на уровне договорных соглашений с поставщиком услуг и требований соблюдения стандартов, но и на уровне технологий, операторских сетей и предупреждению сбойных ситуаций.

Можно полагать, что одним из основных факторов оптимизации функционирования сетей является разработка алгоритмов и программ поиска оптимального пути по одному или нескольким критериям в случае сбойных ситуаций. В настоящее время особенно актуальной является проблема поиска оптимального пути по нескольким показателям – метрикам. Которые позволяют за минимальные сроки предоставить сервис клиенту не нарушая концепцию SLA - соглашения об уровне качества предоставления услуг в сети.

Таким образом, концепция QoS-маршрутизации требует определения такого пути (пути), между заданной парой узлов-адресатов, вдоль которого будут выполняться требования одновременно по нескольким QoS-метрикам. Предоставление таких данных является необходимым для создания информационного минимума, позволяющего строить резервирование каналов передачи данных.

Учет нескольких QoS-параметров и различных требований приложений к значению этих параметров существенно усложняет задачу маршрутизации. Для ее более эффективного решения представляется подход, базирующийся на сервис-ориентированной архитектуре (SOA). В нашем случае такой подход может быть представлен в виде двух уровней:

1. Уровень резервирования необходимых телекоммуникационных ресурсов для обеспечения заданного качества обслуживания.
2. Уровень предоставления соответствующих телекоммуникационных услуг для обеспечения требуемого качества обслуживания.

Задача резервирования ресурсов может быть сформулирована следующим образом: телекоммуникационные ресурсы необходимо зарезервировать таким образом, чтобы пропускные способности каналов связи обеспечивали маршрутизацию необходимого объема трафика при соблюдении требований заданного качества обслуживания (QoS) в безаварийных и во всех аварийных ситуациях. Другими словами, необходимо выбрать такой путь (пути), чтобы было обеспечено выполнение основных QoS-требований.

В качестве метрики QoS выбраны следующие: полоса пропускания $Y_{s,j}$, задержка распространения сигнала $D_{s,j}$, вариации задержки $J_{s,j}$, вероятность потери пакетов $X_{s,j}$, где s,j – отправитель и получатель информации соответственно. Соответственно, для поиска оптимального пути могут быть использованы различные известные и модифицированные алгоритмы, например, модифицированный алгоритм Беллмана-Форда.

На примере протокола маршрутизации внутренних шлюзов (IGRP) можно показать эффективность алгоритма в вопросе предоставления информации о качестве сети и ее динамической стабилизации.

Периодически каждый шлюз передает всю свою таблицу маршрутизации (с некоторыми ограничениями из-за правила определенного горизонта) ко всем соседним шлюзам. Когда шлюз получает эту трансляцию с

другого шлюза, он сравнивает таблицу с существующей таблицей. Любые новые адресаты и пути добавляются в таблицу маршрутизации шлюза. Пути в трансляции сравниваются с существующими путями. Если новый путь лучше, он может заменить существующий. Информация в трансляции также используется для обновления загрузки канала и другой информации о существующих путях. Эта общая процедура аналогична той, которая используется всеми протоколами векторных расстояний. Он упоминается в математической литературе как алгоритм Беллмана-Форда. Существует два преимущества использования вектора метрической информации. Во-первых, он обеспечивает возможность поддержки нескольких типов услуг из одного и того же набора данных. Второе преимущество - повышение точности. Когда используется одна метрика, ее обычно обрабатывают так, как если бы это была задержка. Каждая ссылка в пути добавляется к общей метрике. Если есть связь с низкой пропускной способностью, она обычно представлена большой задержкой. Однако ограничения пропускной способности на самом деле не накапливают способ задержки. Обрабатывая полосу пропускания как отдельный компонент, ее можно обрабатывать правильно. Аналогичным образом, нагрузку можно обрабатывать с помощью отдельного номера заполнения канала.

IGRP предоставляет систему для соединения компьютерных сетей, которая может стабильно обрабатывать общую топологию графа, включая петли. Система поддерживает полную метрическую информацию о пути, то есть знает параметры пути ко всем другим сетям, к которым подключен любой шлюз. Трафик может быть распределен по параллельным путям, а несколько параметров маршрута могут быть одновременно вычислены по всей сети.

Список использованных источников:

1. У. Одом Официальное руководство Cisco по подготовке к сертификационным экзаменам CCNA ICND2 200-101. Маршрутизация и коммутация М.:Вильямс , 2015. — С. 736.
2. Левитин А. В. Алгоритмы: введение в разработку и анализ = Introduction to The Design and Analysis of Algorithms. — М.:Вильямс , 2006. — С. 189—195, С. 349 — 353.
3. Томас Х. Кормен и др. Алгоритмы: построение и анализ. — 1-е изд. — М.: МЦНМО, 2004. — С. 523.
4. Н.И.Листопад, А. Матрук Аль Даллаен, А. Г. Копачев Модели; обеспечения живучести компьютерных сетей при оптимальной маршрутизации информационных потоков — Информатика. — 2006. — Вып.4. с.39-48.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТА В ВИДЕОПОТОКЕ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск,
Республика Беларусь

Курец А.Л.

Ролит О. Ч. – к.т.н., доцент

Видеонаблюдение зарождалось как охранный замкнутая система, предназначенная только для решения вопросов безопасности. Ограничения аналогового видеонаблюдения не позволяли использовать оборудование как-то иначе. Интеграция видеонаблюдения с цифровыми системами открыла возможность автоматизированно получать различные данные, анализируя последовательность изображений. Появились сложные алгоритмы анализа видео: подсчет посетителей, подсчет конверсии, статистика кассовых операций и многое другое. В этой системе исчезает оператор наблюдения, компьютеру предоставляется возможность «смотреть» и делать выводы. Самой простой пример умного видеонаблюдения – детекция движения. Один детектор способен заменить сразу несколько операторов видеонаблюдения, следовательно такая возможность и будет рассмотрена в данной диссертации.

Одной из важных задач анализа видеопотока является поиск объекта, а также слежение за объектом, сопоставление изображения с базой данных, поиск дубликатов изображений.

Использование электронно-вычислительных средств цифровой обработки изображений способствует расширению функциональных возможностей бытовых устройств. Стабилизация, автоматическая настройка экспозиции, отслеживание лиц и многие другие подобные задачи решаются этими устройствами в реальном времени. Увеличение вычислительных мощностей процессоров позволяет разработчику реализовывать все более сложные алгоритмы и оснащать создаваемые устройства новыми функциями, практически граничащими с ожидаемыми возможностями искусственного интеллекта.

На сегодняшний день существует достаточно большое количество работ в области детектирования объекта в видеопотоке.

Анализ научных работ по данному направлению исследований показал, что задача поиска объекта изучается многими исследователями, но, несмотря на это, на сегодняшний день задача не является полностью решённой. Процесс поиска объекта осложняется аффинными, проективными искажениями анализируемого изображения, перекрытием объекта другими объектами, оптическими аберрациями, и шумом приёмника (датчика). Для реальных практических приложений задача должна обрабатывать видеопоследовательность в нормальной скорости получения потока данных.

Одним из недостатков в представленной литературе является неполная информация по компьютерному моделированию в области детектирования объекта в видеопотоке, а также ряд осложнений, вызванных искажениями анализируемого объекта. Предложенное исследование направлено на устранение данного недостатка.

Для получения теоретических результатов исследования применялись различные модели и алгоритмы поиска объекта в видеопотоке. В результате чего были выделены слабые и сильные стороны различных методов и алгоритмов, что позволило прийти к наиболее приемлемому, для целей диссертации, алгоритму.

Таким образом, методика поиска объекта в видеопотоке представлена в виде двух этапов:

1. Быстрый поиск областей претендентов с изображением объекта с помощью ключевых точек.
2. Идентификация объекта на изображении на основе глобального признака – цветовой гистограммы.

Ключевая точка состоит из координат центра и радиуса окружности. Ключевые точки сопоставляются при помощи дескриптора. Дескриптор – это нормализованный вектор признаков, описывающих ключевую точку. На рисунке 1 представлена диаграмма А0, на которой выявлены следующие основные функции:

- функция вычисления вектора дескрипторов по многомерной матрице проективно искажённых изображений объекта;
- функция вычисления гистограммы изображения объекта;
- функция извлечения кадра из видеопотока;
- функция вычисления вектора ключевых точек кадра;
- функция нахождения областей претендентов объекта;
- функция идентификации объекта в найденных областях претендентов на основании вычисления цветных гистограмм.

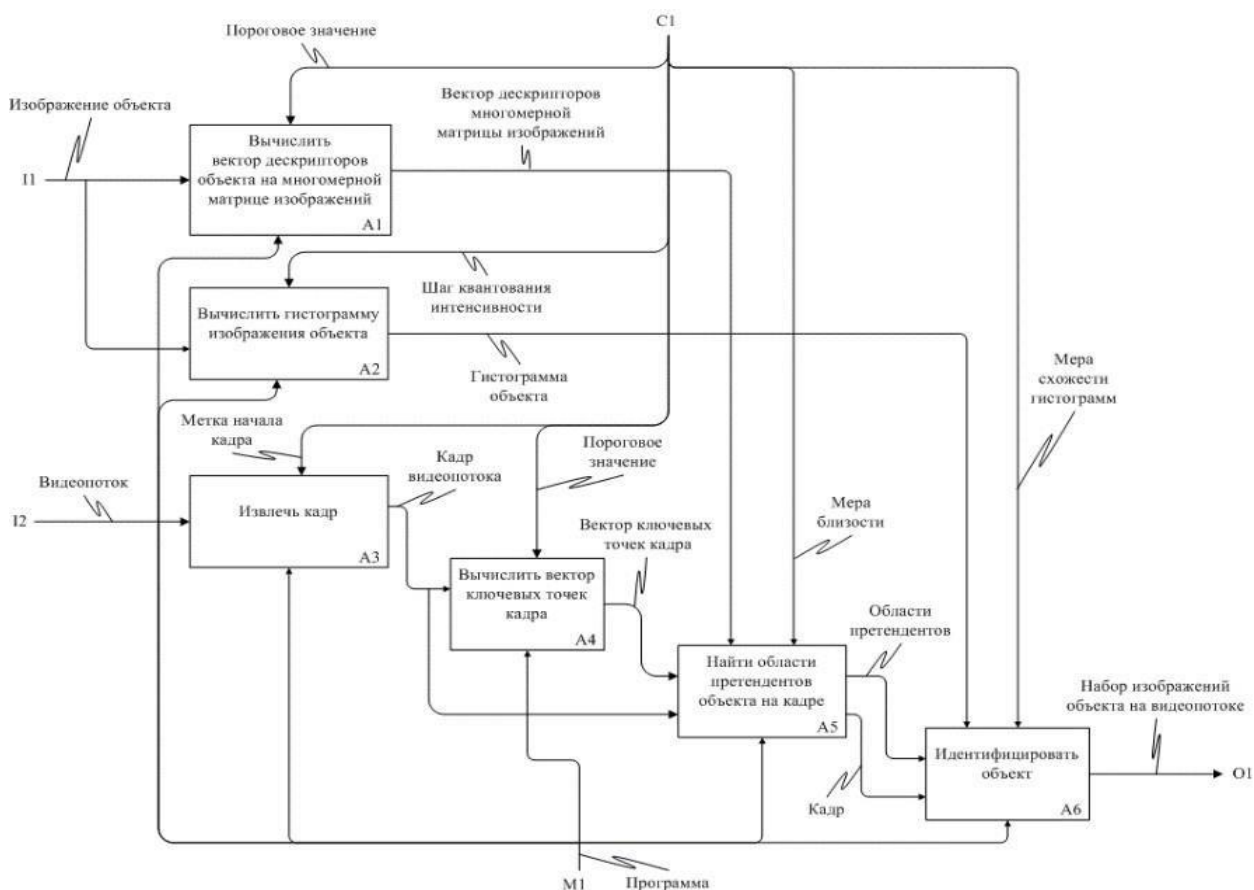


Рисунок 1 – Функциональная диаграмма A0

Если в функции A5 области претендентов объекта на кадре не найдены, то процесс поиска переходит к обработке следующего кадра. В функции идентификации по выделенным областям кадра находится область с ближайшим соответствием гистограммы изображения искомого объекта.

Проведенные исследования показали, что алгоритм поиска ключевых точек ASIFT является наиболее устойчивым к рассмотренным критериям, но обладает высокой вычислительной сложностью.

Построенная функциональная модель позволяет уменьшить вычислительную сложность метода благодаря удалению из метода шагов осуществления деформаций кадра и изображения объекта и поиска на них ключевых точек.

Список использованных источников:

1. Guoshen, Yu. ASIFT: An Algorithm for Fully Affine Invariant Comparison, Image Processing On Line [Электронный ресурс] / Yu. Guoshen, M. Jean-Michel // Image Processing On Line. - 2011 - №1. – Электрон текст. дан. - Режим доступа: <http://www.ipol.im/pub/art/2011/my-asift/article.pdf>
2. Viola, P. Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features / P. Viola // Accepted Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2001). - 2001.
3. Соколов, С. М. Система технического зрения для информационного обеспечения автоматической посадки и движения по ВПП летательных аппаратов [Текст] / С. М. Соколов, А. А. Богуславский, Н. Г. Фёдоров, П. В. Виноградов // Известия ЮФУ. Технические науки. - 2015. - № 1(162).