ISSN 2221-7975

ТРУДЫ

СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО ФИЛИАЛА МОСКОВСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА СВЯЗИ И ИНФОРМАТИКИ

ЧАСТЬ I

РОСТОВ-НА-ДОНУ
2014

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
МОСКОВСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
СВЯЗИ И ИНФОРМАТИКИ
СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФИЛИАЛ

ТРУДЫ

СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО ФИЛИАЛА

МОСКОВСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

СВЯЗИ И ИНФОРМАТИКИ

ЧАСТЬ I

Подготовлены по результатам международной
молодежной научно-практической конференции СКФ МТУСИ
«ИНФОКОМ-2014»
22 – 25 апреля 2014 года

Ростов-на-Дону
2014

УДК 621.396.1
ББК 32
Т 71

Т 71 Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики, часть I. - Ростов-на-Дону.: ПЦ «Университет» СКФ МТУСИ, 2014, 522с.

Сборник зарегистрирован в международном центре ISSN (**ISSN 2221-7975)** и включен в перечень журналов РИНЦ

Сборник размещен в открытом бесплатном доступе на сайте www.skf-mtusi.ru

В настоящий сборник включены статьи, подготовленные по результатам VII-ой Международной молодежной научно-практической конференции Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики «ИНФОКОМ-2014», которая проходила 22-25 апреля 2014 г. в СКФ МТУСИ. Сборник объединяет статьи по актуальным научным направлениям совершенствования и перспективного развития современных инфотелекоммуникационных технологий.

Первая часть сборника содержит статьи по следующим направлениям:

- состояние и перспективы развития инфотелекоммуникаций;
- информационная безопасность.

Материалы статей, вошедших в сборник, даны в авторской редакции.

Представленный сборник рассчитан на научных сотрудников, аспирантов, студентов и специалистов, работающих в области современных технологий связи.

Составление и редакционная верстка сборника: Прушинский В.В., Головенко М.В.

© СКФ МТУСИ, 2014

Подписано в печать 07.04.2014
Формат 60х84/8. Печать офсетная. Тираж 500 экз.
Полиграфический центр «Университет» СКФ МТУСИ,
Ростов-на-Дону, 344002, ул. Серафимовича, 62

В конференции приняли участие представители различных регионов России и ближнего зарубежья, научно-исследовательских предприятий, работающих в области разработки современных телекоммуникационных технических средств, высших учебных заведений, занимающихся подготовкой специалистов для отрасли связи, в том числе: Государственный университет телекоммуникаций (г. Киев, Украина), Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова (Украина), Одесский региональный институт государственного управления национальной академии государственного управления при Президенте Украины (г. Одесса, Украина), Харьковский национальный университет радиоэлектроники (г. Харьков, Украина), Харьковский университет воздушных сил им. Ивана Кожедуба (г. Харьков, Украина), Донецкий национальный технический университет (г. Донецк, Украина), Полтавский университет экономики и торговли (г. Полтава, Украина), Белорусский государственный университет информатики (г. Минск, Белоруссия), Бранденбургский технический университет (г. Котбус, Германия), Западно - Казахстанский инженерно-гуманитарный университет (г. Уральск, Казахстан), Кокшетауский государственный университет им.Ш. Уалиханова (г. Кокшетау, Казахстан), Западно-Казахстанский инженерно-технологический колледж (г. Уральск, Казахстан). Казахско-Турецкий университет (г. Туркестан, Казахстан), Ташкентский университет информационных технологий (г. Ташкент, Узбекистан), Ташкентский государственный педагогический университет им. Низами (г. Ташкент, Узбекистан), Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта (г. Ташкент, Узбекистан), Самаркандский государственный университет (г. Самарканд, Узбекистан), Наманганский государственный университет (г.Наманган, Узбекистан), Филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова (г.Ташкент, Узбекистан), Московский технический университет связи и информатики (г.Москва), Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. Бонч-Бруевича, Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (г. Самара), Уральский технический университет связи и информатики (филиал Сиб. ГУТИ) (г. Екатеринбург), Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина), Санкт-Петербургский университет МВД России, ОАО «НИИ «Рубин» (г. Санкт-Петербург), ОАО «Интелтех» (г.Санкт-Петербург), Академия ФСО России (г. Орел), Северо-Кавказский федеральный университет (г. Ставрополь), Национальный исследовательский университет «МИЭТ» (г. Москва), Научно-исследовательский институт радио (г.Москва), Московский государственный технический университет МИРЭА (г.Москва), Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (г. Томск), Юргинский технологический институт национального исследовательского Томского политехнического университета (г. Юрга) , Уральский юридический институт МВД России (г. Екатеринбург), Краснодарский государственный университет культуры и искусств (г. Краснодар), Российский государственный социальный университет (филиал) (г. Ставрополь), Набережночелнинский институт КФУ (г. Набережные Челны), Омский государственный технический университет (г. Омск), Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону), Южный Федеральный университет (г. Ростов-на-Дону), Ростовский филиал Московского государственного технического университета гражданской авиации (г. Ростов-на-Дону), Ростовский филиал Российской академии Правосудия (г. Ростов-на-Дону), Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики (г.Ростов-на-Дону).

СОДЕРЖАНИЕ

ЧАСТЬ I

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНФОТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Аджемов А.С., Облачные технологии в инфокоммуникациях..... 27
Гасс Я.М., Плосский А.Ю., Оценка инфраструктурной готовности субъектов Российской федерации к переходу от аналогового к цифровому телевидению..... 29
Головской В.А., Крутов В.А., Недостатки и перспективы развития транкинговых систем радиосвязи..... 37
Гапанович Я.В., Орлов В.Н., Государственное регулирование связи и информатизации в Украине..... 41
Чернышев Н.Н., Гарматенко И.А., Использование беспроводных технологий при построении современных информационно-управляющих систем..... 45
Новицкая С.С., Современное состояние и тенденции развития рынка услуг связи Украины. 49
Переверзев Е.В., Енгибарян И.А., Реализация облачных технологий в структуре инфокоммуникационого обеспечения машиностроительного холдинга..... 51
Смирнов Б.П., Зверев А.Б., Легков К.Е., К вопросу о создании информационного пространства автоматизированных систем специального назначения..... 53
Исохужаева М.Я., Состояние рынка услуг связи и информатизации для дальнейшего развития электронной коммерции Республики Узбекистан..... 57
Корниенко С.А., Корниенко Р.С., Организация каналов связи для управления постами радиоконтроля. Требования предъявляемые к каналу связи..... 60
Легков К.Е., К вопросу о самоорганизации, самовосстановлении и самодиагностики распределенных сетей специального назначения..... 62
Ледянкин И.А., Легков К.Е., Метод оценки надежности программного обеспечения автоматизированных систем управления специального назначения..... 65
Невструев А.С., Легков К.Е., Состояние и перспективы развития поиска информации в локальных вычислительных сетях..... 69
Носов В.С., Легков К.Е., К вопросу о повышении пропускной способности локальной вычислительной сети автоматизированной системы управления сил специального назначения..... 72
Жуковская Д.А., Анализ гибридных телекоммуникационных сетей..... 74
Звездина М.Ю., Пархоменко П.А., Петрашевич Е.С., Состояние и перспективы развития LTE в России..... 78
Хуторцева А.В., Герасимов И.Н., Инновационные решения для мобильных сетей радиосвязи, разворачиваемых в зонах чрезвычайных ситуаций..... 82
Безуглов Д.А., Швидченко С.А., Информационная технология Вейвлет-дифференцирования результатов измерений..... 84
Лемешко А.В., Арус Кинан, Особенности математического описания процессов многоадресной маршрутизации потоковыми моделями..... 94
Батенков К.А., Проблема синтеза дискретных отображений непрерывных каналов связи в форме обобщенных преобразований..... 98
Буренин А.Н., Легков К.Е., К вопросу управление современными инфокоммуникационными сетями, функционирующими в условиях интенсивных воздействий..... 101
Врублевский А.Р., Штельмах И.В., Лесовой И.П., Модель принятия решения в системе управления потоками нагрузки на базе нечеткой логики..... 103
Будагян И.Ф., Костин М.С., Состояние и перспективы развития виброметрологической диагностики параметров механических колебаний методами сверхкороткоимпульсной радиолокации..... 107
Старцев Д.В., Легков К.Е., Анализ современных компьютерных сетей и среды передачи данных..... 111

Мазур А.Д., Уменьшение влияния нелинейных помех в ВОСП – СРК, использующих оптические волокна с малой величиной дисперсии..... 114
Бузюков Л.Б., Окунева Д.В., Проблемы разработки оптимального алгоритма выбора головного узла сенсорной сети..... 118
Фуад Вехбе, Агеев Д.В., Параметрический синтез информационно-телекоммуникационных систем с мультисервисными трафиком и несколькими пиками нагрузки..... 120
Сулейманов А.А., Воспринимаемое качество при использовании тонкого клиента на базе облачных платформ..... 124
Евсеева О.Ю., Аль-Аззави Эсса Мохаммед, Модель маршрутизации В IEEE 802.16 MESH-сетях с гарантированным качеством обслуживания..... 127
Амирсаидов У.Б. Модели и методы расчета сетевых характеристик с учетом фрактальности трафика..... 131
Абатурова М.В., Бабошин В.А., Гузарев А.С., Гузарева А.С., Параметрический метод проектирования сенсорных устройств для спецподразделений МВД РФ..... 134
Баев В.К., Лобзенко П.В., Delphi - Оболочка для СУБД Access на основе технологии доступа к данным ADO..... 138
Баев В.К., Соколов С.В., Лукасевич В.И., Апостериорная оценка параметров ориентации подвижного антенного комплекса по спутниковым измерениям..... 140
Белоусова Е.С., Лыньков Л.М., Ослабление мощности электромагнитного излучения экранами на основе порошка шунгита в эпоксидном связующем..... 151
Бойков П.Н., Бочков М.В., Способ автоматического рубрицирования неструктурированной информации сети Интернет..... 154
Бойправ О.В., Борботько Т.В., Влияние отрицательной температуры на характеристики отражения и ослабления электромагнитного излучения многослойными перлитосодержащими экранами..... 158
Болдырихин Н.В., Сосновский И.А., Рыбалко И.П., Использование гауссовской аппроксимации в задачах управления мониторингом движения маршрутного транспорта.... 161
Шулева Н.О., Болдырыхин Н.В., Сравнительный анализ технологий стандарта IEEE 802.11x..... 165
Козин Д.В., Соприкин Р.Ю., Руденко Н.В., Трофименко В.Н., Исследование электропреобразовательных устройств телекоммуникационных систем с помощью информационных технологий..... 166
Веерпалу Д.В., Формирование информационно-аналитического инструментария мониторинга реализации ФЦП «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009 – 2015 годы» 171
Венжега В.В., Анализ частотно-территориального покрытия сотовой сети LTE – Advanced.. 174
Волгарев Е.А., Ильиных Н.И., Химический состав и способы применения многомодового волокна..... 178
Кобак В.Г., Плешаков Д.В., Галенко Т.С., Анализ эффективности генетического алгоритма на базе модели Голденберга при применении различных видов кроссовера..... 182
Гаркуша С.В., Результаты разработки модели планирования частотного ресурса в нисходящем канале связи технологии WiMAX..... 185
Геливер А.О., Ковалева А.В., Поттосина С.А., О некоторых мобильных решениях в сфере мультимедиа и инфокоммуникаций..... 188
Манин А.А., Сосновский И.А., Герасименко В.Е., Автоматизированный расчет сети Ethernet..... 191
Греков С.Ю., Система мониторинга технических средств Новочеркасской ГРЭС..... 193
Гринь Д.В., Бодырихин Н.В., Сравнение протоколов передачи данных Ipv4 и Ipv6..... 197
Данилов А.В., Амплитудные характеристики нелинейных преобразователей для подавления негауссовских узкополосных помех..... 199
Данилов В.А., Данилова Л.В., Аппроксимация законов распределения негауссовских случайных процессов узкополосного типа..... 203

Дебихина Т.С., Поттосина С.А., Программная поддержка технического обслуживания систем теплоснабжения с использованием облачных технологий..... 207
Джамбеков А.М., Моделирование переходных процессов в нечеткой системе регулирования расхода стабильного катализата установки каталитического риформинга..... 210
Елисеев А.В., Елисеев А.А., Божко Н.М., Алгоритм линейной фильтрации в условиях неравноточных измерений..... 214
Морозов В.А., Морозова Т.А., Енгибарян И.А., Подход к построению ячеистой мультисервисной транспортной сети Юго-Западного региона Ростовской области..... 219
Енютин А.О., Лобзенко П.В., Особенности технологии ADO в Delphi-приложении с использованием СУБД Access..... 222
Данилов В.А., Жабинский Ю.В., Вероятностные характеристики негауссовской Радиопомехи с Максвелловским распределением огибающей..... 224
Елисеев А.В., Жуковский А.Г., Кузин А.П., Швидченко С.А., Применение оперативно советующей системы для решения задачи адаптации алгоритма обработки измерений..... 227
Кобак В.Г., Мерзленко А.С., Кузин А.П., Жуковский А.Г., Сравнительный анализ алгоритмов раскраски обыкновенного взвешенного графа..... 235
Зеленин С.А., Орлов В.Г., Идентификационные параметры цифровых камер..... 240
Кабакчей В.И., Антиколлизионные алгоритмы двоичного поиска для систем позиционирования с использованием RFID-меток..... 244
Карнаух К.В., Лобзенко П.В., Особенности VPN – технологий в виртуальных сетях при низком качестве связи..... 248
Ким А.С., Борисов Б.П., Контроль и управление локальной беспроводной сети построенной на базе технологии Wi-Fi..... 250
Клёсова Ю.В., Анализ алгоритмов гибридного кодирования речевого сигнала для реализации на базе авиационного стандарта связи..... 253
Кобак В.Г., Кавтарадзе И.Ш., Бормотов В.В., Швидченко С.А., Решение задачи Коммивояжера модифицированной моделью Голденберга с помощью различного вида мутаций..... 258
Кудрявцев Д.Ю., Легков К.Е., Состав и способы защиты сетей на основе технологии Long Term Evolution..... 261
Локтев А.А., Исследование корреляционных свойств многофазных шумоподобных сигналов..... 264
Лысиков А.А., Определение границы задержки передачи пакетов для VPN с невложенной последовательностью узлов..... 267
Мальцева А.В., Шерстнева О.Г., Современные тенденции развития VPN..... 270
Портнов Э.Л., Мариносян Э.Х., Влияние чирпирования на уширение импульса..... 274
Мехова Г.А., Руденко Н.В., Трофименко В.Н., Трофименко Е.Н., Интерполяция экспериментальных данных при определении характеристик и параметров нелинейных электронных компонентов..... 278
Евсеева О.Ю., Кадер М.Б., Трехуровневый иерархический метод управления ресурсами в гибридных сетях доставки контента..... 280
Ндоло А.О., Семенов А.Б., Обзор моделированной pam-435гбит/С передачи по Ом4 С 850нм Vcsel..... 285
Невзорова Е.С., Ахмед К. Хасан, Бильчук В.А., Анализ метода двухуровневой маршрутизации на основе принципа целевой координации..... 289
Охват В.Ю., Механизмы обеспечения QOS в NGN..... 293
Панченко Б.А., Денисов Д.В., Мохова В.В., Математическое моделирование антенны на базе линзы Люнеберга при круговой поляризации поля..... 296
Перепадя В.И., Заболотный В.И., Герасименко Е.В., Исследования изменения формы сигнала в канале побочных электромагнитных излучений монитора..... 299
Ощепков М.Ю., Поповская Е.О., Разработка математических моделей одноранговых сетей с передачей IPTV потоков..... 304
Пронина Е.Д., Модернизация радиовещательных станций ДВ диапазона с учетом стандарта DRM..... 307

Пушкарев А.В., Орлов В.Г., Эволюция телевидения высокой четкости..... 311
Решетникова И.В., Манин И.А., Обработка сигналов в датчиках фазового фронта..... 316
Кобак В.Г., Троцюк Н.И., Рожковский Б.А., Сравнительные характеристики модификации модели Холланда при поколенческой стратегии..... 319
Семеняка М.В., Исследование метода двухуровневого обслуживания очередей на узлах телекоммуникационной сети..... 322
Звездина М.Ю., Шокова Ю.А., Шоков А.В., Сердюк Н.А., Применение метаматериалов смешанного типа для управления характеристиками антенн радиосвязи..... 325
Москалец Н.В., Скибин В.П., Анализ состояния ТКС по результатам самодиагностирования..... 329
Скуба А.А., Щеголев А.Ю., Руденко Н.В., Трофименко В.Н., Моделирование стационарного электромагнитного поля заземлителя радиоэлектронных средств с помощью информационных технологий..... 333
Сопчак Р.Ю., Лобзенко П.В., Кроссплатформенное приложение на основе СУБД MYSQL.. 336
Шостко И.С., Соседка Ю.Э., Синхронизация в беспроводных сенсорных сетях..... 338
Сукиязов А.Г., Чурилов П.А., Функциональная диагностика элементов блоков электроснабжения инфокоммуникационных систем..... 340
Руденко Н.В., Табелек О.И., Трофименко В.Н., Трофименко Е.Н., Расчет однополупериодного выпрямителя на основе сплайн-интерполяции вольт-амперной характеристики диода..... 344
Титов В.Ю., Хорольский Е.М., Входное сопротивление излучающих элементов фазированной антенной решетки..... 346
Банкет В.Л., Тотмина Ю.Н., Сравнение методов передачи информации..... 351
Усманова Н.Б., Многомерные динамические объекты в распределенном пространстве: аспекты моделирования..... 355
Фадеев А.Н., Анализ применимости существующих протоколов маршрутизации беспроводных самоорганизующихся сетей, для передачи голосового трафика при помощи имитационного моделирования..... 359
Федоров А.Е., Легков К.Е., Моделирование упреждающего и реагирующего протоколов маршрутизации в беспроводной мобильной адаптивной сети..... 362
Халбаева М.З., Туйчиев Б.О., Возможности внедрения открытых оптических систем передачи в Кашкадарьинском регионе..... 365
Хорольский Е.М., Титов В.Ю., Методы управления канальным ресурсом спутника-ретранслятора..... 368
Хуторов В.С., Беленькая М.Н., Обзор параметров, влияющих на производительность СУБД Oracle, и средств мониторинга работы системы..... 372
Цыпленков А.С., Реализация различных технических решений с целью увеличения пропускной способности мобильного трафика..... 376
Николаев Е.И., Чернова Ю.Ю., Применение параллельных алгоритмов для построения сетки треугольных конечных элементов..... 378
Перин Н.К., Родионов А.С., Чикалов А.Н., Использование логики предикатов для построения моделей цифровых устройств..... 381
Перин Н.К., Чикалов А.Н., Разработка моделей триггеров на языке исчесления высказываний..... 384
Шаакбарова Б.Р., Экспертные системы как прогрессивное направление информационных технологий..... 388
Зверев А.П., Шевчук П.С., Перспективы использования транкинговой системы стандарта TETRA для МЧС России в период ликвидации ЧС..... 390
Шестаков И.И., Пространственное мультиплексирование WDM потоков как способ повышения пропускной способности оптоволокна в транспортных сетях 392
Шрамко Н.А., Анализ недостатков комплексов передачи данных в инфокоммуникационных сетях специального назначения..... 395
Шурпа А.В., Использование Ик-услуг для людей с ограниченными возможностями..... 399

Щербань И.В., Быкадоров Р.В., Измерительный комплекс для анализа статистических характеристик датчиков MEMS..... 401
Щербань И.В., Знаменский Д.А., Пантелеева Т.В., Схемотехнические модели помехоустойчивого кодирования-декодирования Хэмминга в среде MULTISIM..... 403
Щербань И.В., Конев Д.С., Антонов Д.Е., Схема тесной интеграции инерциально-спутниковой навигационной системы автомобиля при деградации спутниковых наблюдений..... 408
Щербань О.Г., Львов К.В., Обоснование реконструкции первичной сети на основе внедрения атмосферных оптических систем передачи..... 411
Безуглов Д.А., Юхнов В.И., Беличенко М.А., Лащенов С.Н., Доброходский В.В., Определения параметров движения точечного источника оптического излучения с использованием методов адаптивной оптики..... 415
Юшкевич Ю.А., Исследование и выбор типа ретранслятора для сети LTE/E – Utran..... 418
Попов М.А., Разработка эффективного алгоритма определения геометрических параметров роста кристалла на основе косвенных данных..... 420

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Борзенко А.В., Бикбулатова Н.Г., Открытые стандарты электронных документов..... 423
Звягинцева О.Ю., Мухорьянова О.А., Актуальные проблемы информационной безопасности бизнеса..... 425
Ильницкая К.И., Заварыкина Ю.В., Криптографическая защита информации: история и современность..... 427
Один А.С., Средство обеспечения безопасности радиосвязи: имитатор радиосетей специального назначения..... 430
Замула А.А., Островерхова Е.А., Корниенко М.А., Анализ методов оценки эффективности инвестиций в построение систем защиты информации..... 434
Плясунова А.В., Мухорьянова О.А., Информационная безопасность электронных платежей..... 437
Жигалкина С.А., Кормильченко В.В., Социальная сеть как элемент информационной безопасности..... 440
Одияненко Е.В., Розоринов Г.Н., Платоненко А.В., Синтез оптимальной структуры системы защиты информации..... 443
Никифоров О.Г., Смирнов К.А., О моделировании системы многоуровневой многопозиционной защиты..... 446
Триполка А.В., Горбенко И.Д., Исследование и анализ атак на протоколы SSL/TLS..... 448
Кураленко А.И., Бацула А.П., Использование категорирования в обеспечении безопасности распределенных удостоверяющих центров..... 451
Барановский М.А., Теренова А.А., Типы файловых систем и их потенциальные возможности для скрытого встраивания данных..... 453
Голышев И.А., Мухачев С.В., Некоторые особенности правового регулирования сети интернет..... 457
Гушан Ю.Ю., Франгу Ф.Н., Некоторые аспекты информационной безопасности при внедрении ИК-услуг..... 460
Алекси Е.В., Халимов Г.З., Универсальное хеширование по кривой Эрмита..... 462
Иргашева Д.Я., Гаипназаров Р.Т., Давронова Л.У., Организация VPN сетей в канальном и транспортном уровнях..... 465
Иргашева Д.Я., Отаханов А.У., Атаки на криптографические алгоритмы..... 469
Иргашева Д.Я., Гаипназаров Р.Т., К вопросу обеспечения информационной безопасности с помощью аутентификации на основе одноразового пароля..... 472
Лисицкий К.Е., Перспективы использования в шифрах случайных подстановок..... 474
Лузин А.И., Основные аспекты и подходы к обеспечению инфокоммуникационной безопасности предприятия..... 478

Мирончик В.В., Зельманский О.Б., Скрытая передача информации в аудиофайлах с помощью музыкальных фрагментов..... 482
Родионов А.С., Палюх А.А., Разработка программного обеспечения для имитозащиты и контроля целостности информации с использованием криптографической ХЕШ-функции... 485
Родинко М.Ю., Построение атаки дифференциального криптоанализа, основанной на XOR-разностях, на SPN шифр с операцией введения цикловых подключей, отличающейся от XOR..... 487
Руднева А.В., Мухорьянова О.А., Организационные аспекты защиты персональных данных современного предприятия..... 490
Сергийчук Ю.А., Балагура Е.С., Многофакторная аутентификация и ее применение в современных информационных системах..... 493
Ташев К.А., Системный подход при обеспечении информационной безопасности в информационно-библиотечных сетях..... 496
Чапайкина Н.Е., Влияние параметров кодирования речи на основные параметры биометрической идентификации личности..... 500

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ..... 503
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ..... 519

ЧАСТЬ II

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ СФЕРАХ

Титов Е.В., Перспективы развития Северо-Кавказского филиала МТУСИ во взаимодействии с организациями связи Южного региона..... 25
Кравченко К.В., Бояркин Г.Н., Обзор особенностей развития электронного обучения в России..... 27
Гнедаш Е.В., Чернышева Т.Ю., Тенденции потребительского рынка информационных технологий..... 29
Боровков Н.В., Гизатуллин М.Г., Моделирование инфокоммуникационных систем и сетей связи..... 31
Кузовкова Т.А., Зоря Н.Е., Гаврилкина М.Г., Совершенствование системы показателей инфокоммуникационного развития на современном этапе формирования информационного общества..... 34
Зоря Н.Е., Кузовкова Т.А., Терехова Ю.С., Тюренков М.В., Результаты комплексного долгосрочного прогнозирования развития инфокоммуникаций..... 38
Кузовкова Т.А., Каменева Е.Я., Формирование инструментов управления жизненным циклом инфокоммуникационных услуг в условиях конвергенции..... 42
Кузовкова Т.А., Зоря Н.Е., Обоснование необходимости новой модели бизнеса в сфере инфокоммуникаций..... 46
Кузовкова Т.А., Котлер М.О, Значение развития цифрового телерадиовещания в повышении качества обслуживания пользователей его услугами..... 49
Кузовкова Т.А., Шаравова О.И., Рыночная среда инфокоммуникаций и отраслевая структура рынка..... 53
Кузовкова Т.А., Устинова Ю.В., Кузовков А.Д., Трендовые модели прогнозирования развития инфокоммуникаций с учетом экономической конъюнктуры..... 57
Устинова Ю.В., Малов А.В., Проблемы формирования критериев эффективности государственного контроля и надзора в сфере связи и инфокоммуникаций..... 61
Бесчетная С.В., Мормулева С.А., Отраслевые особенности бухгалтерского учета услуг присоединения в инфокоммуникациях..... 65
Небога Т.В., Информационно–телекоммуникационные технологии как ключевая составляющая экономического развития современных стран..... 68
Беленький П.П., Ефименко В.Н., Сущенко М.И., Современные технологии организации самостоятельной работы студентов ВУЗа..... 72
Суходольская Т.А., Применение сравнительного подхода для определения цен на аукционах по распределению РЧС в Российской Федерации..... 75
Носов М.В., Басов О.О., Критерий эффективности управления человеческими ресурсами.. 80
Голубев А.К., Бричук О.Г., Модель процесса рыночной ориентации предприятия инфокоммуникаций..... 84
Каптур О.А., Поттосина С.А., Экспертная система подбора персонала в IT-компании..... 87
Бондаренко О.В., Потапова-Синько Н.Е., Показатели эффективности реализации бизнес-плана инновационного проекта в практическую деятельность предприятия..... 91
Ахатова Р.Ю., Преимущества применения облачных технологий в образовании..... 95
Рысюкова Ю.В., Образовательный сайт как инструмент обучения современного преподавателя ВУЗа..... 97
Беленький П.П., Ефименко В.Н., Сущенко М.И., Оценка качества обучения в вузе при компетентностном подходе..... 100
Алексеева Л.Н., Повышение информационной открытости органов государственной власти на основе использования технологий электронного администрирования..... 102
Алимова Ф.М., Комолов Ж.Ж., Формирование маркетингой деятельности при возростании конкурентоспособности товаров..... 105

Альбекова З.М., Инновационный подход к обучению с внедрением программы сетевой академии CISCO в вузе..... 108
Костелянец Д.Е., Анопченко Т.Ю., Задачи и перспективные направления инфокоммуникаций в регионе..... 111
Кугушева Т.В., Анопченко Р.Ю., Информатизация системы восстановительной медицины региона (бизнес-модель) 113
Якубов М.С., Нишанбаев Ж.С., Приоритетные факторы и основные принципы развития интернет логистики..... 117
Магарина И.Ю., Информационный потенциал как составляющая ресурсного потенциала и его оценка..... 120
Муравьева Н.Н., Анопченко Т.Ю., Современных информационных технологии как инструмент повышения эффективности здравоохранения (на примере портала государственных услуг) 124
Аноров О.У., Презентации как средство повышения эффективности обучения геометрии... 129
Баигубенова С.К., Жахиена А.Г., Новые технологии в обучении..... 132
Байгубенова Ж.М., Камиева А.А., Применение информационных технологии в потребительском кредите..... 135
Березкин М.И., Шарыпова Т.Н., Роль систем OSS в автоматизации деятельности телекоммуникационной компании МТС - ЗАО «Русская Телефонная Компания»..... 138
Бологов Д.В., Лобзенко П.В., Итерактивный тренажер разработанный в ADOBE FLASH.... 142
Шарыпова Т.Н., Бровина А.Д., LTE технология и перспективы ее развития в России..... 144
Варламов Е.А., Букрина Е.В., Экосистема телекоммуникационного оператора как средство повышения конкурентоспособности..... 147
Гнедаш Е.В., Чернышева Т.Ю., Технология «Виртуальная реальность» и её перспективы использования в образовательном процессе..... 151
Головина И.В., Дубровщенко Л.Н., Пшеничникова Е.В., Жизненный цикл образовательного учреждения в свете модели Л. Грейнера (на примере СКФ МТУСИ)..... 153
Григорьева Д.Р., Интерактивные методы обучения в образовательном процессе..... 157
Григорян К.Л., Лобзенко П.В., DELPHI - приложение для СУБД ACCESS..... 159
Гриценко Л.В., Костецкая Г.С., Докучаев С.А., Роль самостоятельной работы в образовательном процессе..... 161
Рихсибаева Х.М., Давлатова А.Х., Применение современных компьютерных графических программ в процессе образования в профессиональных колледжах..... 162
Данилова Н.В., Галицына Е.Н., Расчёт справедливой цены на полном рынке с динамически изменяющимися параметрами, использующий несамофинансируемые стратегии..... 164
Родионов А.С., Евдакимова И.А., Разработка сайта «Молодежное самоуправление вуза».. 166
Жахиена А.Г., Темирбаева А.Б., Применение виртуально-информационных лабораторий в обучении студентов высшего учебного заведения..... 168
Зорина Т.Ю., Чернышева Т.Ю., Риски проектов внедрения информационных технологий. 170
Казиева Н.М., Бажин А.Н., Исследование проектного метода обучения, на примере разработки текстового редактора «PENLINER» – для ОС «LINEOS»..... 173
Конкин Б.Б., Сафронов В.П., Рейтинговая система оценки знаний в технических вузах и обучающие среды..... 175
Новикова О.А., Кормильченко В.В., Поколение Хай-Тек..... 179
Коршун А.М., Коршун М.С., Организация самостоятельной работы бакалавров при изучении естественно-научных дисциплин..... 181
Косых Ю.В., Родионов А.С., Лобзенко П.В., Разработка модулей лабораторного практикума и тестирования электронного пособия в инструментальной среде JAVA..... 184
Орлова О.В., Кузнецова О.В., Инфокоммуникации как важнейшая составляющая социально-экономического развития сельских районов Украины..... 187
Зоря Н.Е., Необходимость модернизации системы показателей инфокоммуникационного развития..... 190

Кузовкова Т.А., Гахов К.Ю., Методические подходы к нормированию использования оборудования связи..... 194
Кузовкова Т.А., Иванов И.Н., Методические подходы к оценке эффективности применения инфокоммуникационных технологий..... 197
Кузовкова Т.А., Трансформация модели производства и потребления инфокоммуникационных услуг..... 202
Салютина Т.Ю., Методические аспекты оценки эффективности и качества корпоративного управления – ключевого параметра инвестиционной привлекательности телекоммуникационных компаний..... 206
Косачева С.В., Курносова Ю.В., Отраслевые особенности учёта присоединения и пропуска трафика операторами связи..... 210
Лазарева О.В., Метафоризация и ее роль в процессе «Когнитивного конструирования» реальности: новые подходы в современном образовании..... 214
Лейга Д.В., Состояние и перспективы развития роуминга сетей LTE в России и мире..... 221
Ломоносова А.Н., Литвинова И.Н., Инструменты повышения конкурентоспособности сотовой компании в современных условиях..... 224
Лутцев А.В., Смоляков В.Н., Разработка интерактивного компьютерного лабораторного практикума по дисциплине «Инженерная и компьютерная графика»..... 227
Полевщиков С.К., Смоляков В.Н., Использование тестирующей оболочки IMDOGO при разработке лабораторного практикума по дисциплине «ЭВМ и периферийные устройства».. 228
Махкамов К.О., Глобальный мир и историческое сознание..... 230
Мирзахмедов Х.А., Толерантность и социальная безопасность..... 233
Новокшенова Р.Г., О содержании курса иностранного языка программы подготовки магистра направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»..... 236
Отливанская Г.А., Бабашов Р.А., Информационная база принятия решений в сфере управления финансами компании..... 239
Охрущак Е.А., Процессный подход как инструмент управления затратами предприятий сферы телекоммуникаций..... 242
Перков В.А., Родионов А.С., Лобзенко П.В., Интерактивное электронное пособие на основе технологии JAVA..... 246
Плотникова А.В., Шарыпова Т.Н., Тенденции развития фиксированной спутниковой службы..... 248
Потапова-Синько Н.Е., Рогова М.И., Ипотека и финансовый лизинг как источники социального развития предприятия..... 251
Потапова-Синько Н.Е., О подходе к оценке эффективности и целесообразности проведения научно-исследовательской работы..... 255
Мамараджабов М.Э., Раджабова Ф.К., О вопросах создания личного и профессионального информационного пространства педагога..... 259
Раздоркина Н.М., Токарев А.О., Политэкономические аспекты возможного акционирования ФГУП «Почта России» 261
Раздоркина Н.М., Токарев А.О., Проблемы активизации человеческого фактора в почтовой связи..... 264
Саттарова Ё.Ю., Использование электронных учебников при повышении квалификации кадров..... 268
Овчаров М.С., Сидорина Т.В., Учетно-аналитическое обеспечение управления платежеспособностью предприятий связи..... 270
Степанова К.М., Захарова А.А., Разработка структуры системы поддержки принятия решений о стратегии развития отрасли пассажирских перевозок муниципалитета..... 273
Абрамов Я.Б., Плотникова А.В., Сущенко М.И., Переносимость мобильного номера – внедрение в России..... 277
Терешкин С.Я., Разработка системы поддержки принятия решения о создании новой образовательной программы..... 284
Тимошин А.В., Кормильченко В.В., «СВОБОДА» и «ГЛАСНОСТЬ» в электронных СМИ. 287
Толкачева Г.В., Жизненный цикл современных услуг предприятий связи..... 290

Туракулов И.Н., Хамраев Н.С., Виртуальные лаборатории в обучении физике..... 294
Туракулова А.И., Интерактивные плакаты как инновационные образовательные средства.. 296
Умарова У.Б., Применение технологий адаптивной гипермедиа в обучении..... 298
Кулешов Р.А., Устименко Д.Л., Философия информации в постнеклассическом дискурсе современной науки..... 299
Утешева Г.Ш., Электронный учебник как эффективное средство для повышения качества образования..... 302
Филиппов А.П., Крашенинников И.А., Гниломёдов Е.И., Визуализация электромагнитного поля в оптических волокнах на примере получения спекл-картины и изучение влияния на неё внешних факторов..... 305
Ходаковский Д.С., Лобзенко П.В., XML - среда для создания электронных пособий..... 309
Чередниченко В.Ю., Родионов А.С., Лобзенко П.В., Разработка электронного интерактивного пособия по объектно-ориентированному программированию на платформе C++..... 311
Колчина С.С., Шаманина М.Е., Попова А.С., Организационное планирование в сфере производственного сектора в рамках технологического партнерства..... 313
Шаповалова Ю.Б., Чернышева Т.Ю., Возможности программных средств электронного документооборота в учреждениях дополнительного образования..... 315
Шарыпова Т.Н., Шулева Н.О., Проблемы финансовой устойчивости в странах с развивающейся экономикой..... 318
Шевчук П.С., Егоров А.М., Методика выбора оптимальной стратегии эшелонирования запасов технических и материальных средств, используемых при ликвидации чрезвычайных ситуаций..... 320
Косачева С.В., Щербак М.А., Инфокоммуникации как фактор экономического развития республики Калмыкия..... 326
Боева К.Ю., Бунеева Т.В., Электронное здравоохранение..... 328
Юношев В.С., Саркисьянц В.Р., Применение информационных технологий в гражданском судопроизводстве..... 331
Хавронова А.Р., Раздоркина Н.М., Маркетинговая программа как инструмент реализации маркетинговой деятельности телекоммуникационных компаний в сфере розничных продаж 333
Головенко М.В., Раздоркина Н.М., Внедрение технологии LTE как способ повышения экономической эффективности телекоммуникационной компании..... 336
Рыбалко И.П., Данильченко Э.Г., Болдырихин Н.В., Карнаухов С.Н., Система документальной связи гражданской авиации..... 339
Манин А.А., Скловец Д.В., Сосновский И.А., Использование оборудования SIEMENS HIPATH 3800 для подготовки специалистов связи в СКФ МТУСИ..... 342

STATE AND PROSPECTS OF INFOTELECOMMUNICATIONS DEVELOPMENT

Khutortseva A.V., Meleshin A.S., Svetlichnaya N.O., Study of accuracy characteristics using complex filtering and differential impulse code modulation of voice messages under interferences. 345
Borisov B.P., Bobrova O.A., Koldynskaya L.M., Technologies of data transmission on fiber-optical communication networks..... 349
Arutyunov L.G., Borodin A.V., Svetlichnaya N.O., Routing protocols used in CISCO Equipment..... 353
Gopanchuk D.E., Golovina I.V., Svetlichnaya N.O., Cryptocurrencies and their prospects..... 356
Rozhkovskiy B.A., Meleshin A.S., Svetlichnaya N.O., The impact of TLS on SIP server performance..... 358
Khasoyan G.S., Golovina I.V., Svetlichnaya N.O., Shale revolution and world market of natural gas..... 359
Sunakbaev Sh.K., Factors of social development..... 361
Orlova A.V., Konstantinova Ya.B., Svetlichnaya N.O., Equipment for pixel image presentation. 363
Vazhenina K.I., Svetlichnaya N.O., Management impact on performance of enterprises..... 364

Rodyakin P.A., Reshetnicova I.V., Svetlichnaya N.O., Realization of "single number" service on the basis of contact centers..... 366

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ..... 369
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ..... 385

CONTENTS

PART 1

STATE AND PROSPECTS OF INFOTELECOMMUNICATION DEVELOPMENT

Adzhemov A.S., Cloud technology ict..... 27
Gass Ya.M., Plossky A.Yu., Estimation of infrastructure readiness to transition from analogue to digital Tv in Russian regions..... 29
Golovskoy V.A., Krutov V.A., Disadvantages and prospects development of trunking radio systems..... 37
Gapanovich Y.V., Orlov V.N., State regulation of communications and informatization in Ukraine..... 41
Chernishev N.N., Garmatenko I.A., Wireless technology in constructing modern information and control systems..... 45
Novitskaya S.S., Current status and trends of communication services market in Ukraine..... 49
Hereverzev E.V., Engibaryan I.A., Cloud technology implementation in the structure of infocommunication software engineering holding..... 51
Smirnov B.P., Zverev A.B., Legkov K.E., Towards the creation information space automated systems special purpose..... 53
Isohuzhaeva M.Ja., Market situation of communication and information for further development of e-commerce in Uzbekistan..... 57
Kornienko S.A., Kornienko R.S., Communication channels for radio monitoring post management. requirements to the communication channels..... 60
Legkov K.E., The question of self-organization, self-healing and diagnosis of distributed network special appointments..... 62
Ledyankin I.A., Legkov K.E., Method of assessment software reliability automated control systems special purpose..... 65
Nevstruev A.S., Legkov K.E., Status and prospects search for information in a local area network. 69
Nosov V.S., Legkov K.E., On the problem of increasing capacity local area network automated control system special forces..... 72
Zhukovskaya D.A., Analysis of hybrid telecommunication networks..... 74
Zvezdina M.Yu., Parkhomenko P.A., Petraschevich E.S., Status and prospects in Russia LTE.. 78
Kutortseva A.V., Gerasimov I.N., Innovative solutions for mobile radio networks deployed in emergency zones 82
Bezuglov D.A., Shvidchenko S.A., Information technology of wavelet differentiation of results of measurements..... 84
Lemeshko A.V., Arous Kinan, Features a mathematical description of multicast routing flow-based models..... 94
Batenkov K.A., Synthesis problem of continuous channel discrete mapping in generalized transformation form..... 98
Burenin A.N., Legkov K.E., To the management of modern information and communication networks that operate under the intensity of exposure..... 101
Vrublevsky A.R., Shtelmah I.V., Lesovoy I.P., Decision-making model a traffic control based on the fuzzy logic..... 103
Budagyan I.F., Kostin M.S., Condition and prospects vibration diagnostics of parameters mechanical vibrations by methods of ultrashort pulse radiolocation..... 107
Startcev D.V., Legkov K.E., analysis of modern computer networks and communication media.. 111
Mazyr A.D., Reduction of influence of nonlinear distortions in WDM optical systems on the base of optical fibers with small dispersion..... 114
Buziukov L.B., Okuneva D.V., Problems of optimal algorithm creation for head node selection in sensor network..... 118
Fouad Wehbe, Ageyev D.V., Design of information and telecommunication systems with multiservice and multi-hour traffic..... 120
Suleymanov A.A., Perceived quality using thin client based on cloud platforms..... 124

Yevsyeyeva O.Yu., Al-Azzawi Essa Mohammed, Model on QOS-based cross-layered routing for IEEE 802.16 mesh-networks..... 127
Amirsaidov U.B., Models and methods for calculating the network characteristics taking into account the fractal nature of traffic..... 131
Abaturova M.V., Babochin V.A., Guzarev A.S., Guzareva A.S., Parametric design method of sensor devices for special units of the interior ministry the Russian federation..... 134
Baev V.K., Lobzenko P.V., Delphi shell for access d DBMS based on ado data access technology. 138
Baev V.K., Sokolov S.V., Lukasiewicz V.I., Posteriori estimation of orientation parameters of the movable antenna complex from satellite measurements..... 140
Belousova E.S., Lynkou L.M., Capacity easing of electromagnetic radiations of shungite-containing screens based on epoxy glue..... 151
Boykov P.N., Bochkov M.V., Way of automatic classification of not structured information of a network the internet..... 154
Boiprav O.V., Borbotko T.V., Negative temperature effect on electromagnetic radiation reflection and attenuation characteristics of perlitecontaining shields..... 158
Boldyrikhin N.V., Sosnovskiy I.A., Rybalko I.P., Use gaussian approximation in problems of control of monitoring traffic shuttle transport..... 161
Shuleva N.O., Boldyrikhin N.V., Comparative analysis technologies standart IEEE 802.11x..... 165
Kozin D.V., Soprikin R.U., Rudenko N.V., Trofimenko V.N., Research of the electroconverting devices of telecommunication systems by means of information technologies..... 166
Veerpalu D.V., Formation of information-analytical instruments for mopnitoring implementation of the ftp "Development of broadcasting in the Russian federation 2009-2015 years"..... 171
Venzhega V.V., The analysis of frequency-territorial coveragecellular network LTE-advanced..... 174
Volgarev E.A., Ilinykh N.I., The chemical composition and methods of application of the multimode fiber..... 178
Kobak V.G., Pleshakov D.V., Galenko T.S., The analysis of efficiency of genetic algorithm on the basis of the goldenberg model at application of different types of the crossover..... 182
Garkusha S.V., Results of development planning models frequency resources in a downlink WiMAX..... 185
Heliver A.O., Kovaliova A.V., Pottosina S.A., Mobile solutions in multimedia and communication technologies..... 188
Manin A.A., Sosnowski I.A., Gerasimenko V.E., Authomated calculation of Ethernet..... 191
Grekov S.Y., The monitoring system of technical means of the branch of OJSC «OGK-2» Novocherkasskaya GRES..... 193
Bodyrikhin N.V., Grin D.V., Comparison of protocols data IPv4 and IPv6..... 197
Danilov A.V., Amplitude characteristics of nonlinear function generators for nongaussian narrow-band interferences suppression..... 199
Danilov V.A., Danilova L.V., Approximation of laws of a random non-gaussian narrow-band process..... 203
Dziabikhina T.S., Pottosina S.A., Cloud-based software support maintaince of heating systems.. 207
Dzhambekov A.M., Simulation of transient processes in fuzzy flow control system stable catalyst catalytic reforming unit..... 210
Eliseev A.V., Eliseev A.A., Bozhko N.M., Linear filtering algorithm when the measurements contain various errors..... 214
Morothov V.A., Morothova T.A., Engibaryan I.A., Approach to the construction multi-service cellular transport network in southwestern part of the Rostov region..... 219
Enyutin A.O., Lobzenko P.V., Features of ado в DELPHI- application technologies if used with access DBMS..... 222
Danilov V.A., Jabinskiy Y.V., Probability characteristics non-gaussian radio noise with maxwell distribution bending around..... 224
Eliseev A.V., Zhukovskiy A.G., Kuzin A.P., Shvidchenko S.A., Application promptly advising system for solving the problem adaptation algorithm of processing of measurements..... 227
Kobak V.G., Merzlenko A.S., Kuzin A.P., Zhukovskiy A.G., The comparative analysis of algorithms of the colouring of the ordinary weighed count..... 235
Zelenin S.A., Orlov V.G., Parameters identification of digital cameras..... 240

Kabakchey V.I., Anti-collision binary search algorithms for positioning systems using RFID-tags. 244
Karnaukh K.V., Lobzenko P.V., Features of VPN technologies in virtual low-quality networks.. 248
Kim A.S., Borisov B.P., Control and management wireless LAN built on the Wi-Fi technology... 250
Klesova J.V., Comparative analysis of speech signal parametric coding algorithms..... 253
Kobak V.G., Kavtaradze I.Sh., Bormotov V.V., Shvidchenko S.A., The solution of the task of the direct-sales representative the modified goldenberg model by means of various type of mutations..... 258
Kudryavtcev D.Y., Legkov K.E., Composition and methods of protection network based on the long term evolution of technology..... 261
Loktev A.A., The research of correlation properties of multiphase pseudonoise signals..... 264
Lysikov A.A., Computing end-to-end packet delay bound for VPN with non-nested tandem..... 267
Maltseva A.V., Sherstneva O.G., Modern trends of VPN..... 270
Portnov E.L., Marinosyan E.Kh., Influence chirp on pulse broadening..... 274
Mehova G.A., Trofimenko V.N., Trofimenko E.N., Rudenko N.V., Interpolation of experimental data when determining characteristics and parameters nonlinear electronic components..... 278
Yevsyeyeva O.Yu., Khader M.B., Three-level hierarchical resources management method for hybrid content delivery networks..... 280
Ndolo A.O. , Semenov A.B., Overview of pam-4 35gbit/s transmission model over om4 using 850nm vcsel..... 285
Nevzorova E.S., Ahmed K. Hasan, Bilchuk V.A., Alysis of the two-level routing method with coordination principle..... 289
Okhvat V.Y., NGN QOS mechanisms..... 293
Panchenko B.A., Denisov D.V., Mokhova V.V., Antenna characteristics Luneberg lens in the circular polarization field..... 296
Perepadya V.I., Zabolotnyi V.I., Gerasimenko E.V., Study of changes in the waveform in the channel side electromagnetic radiation monitor..... 299
Oshchepkov M.U., Popovskaya E.O., Development of mathematical models of peer-to-peer networks with IPTV flows transmission..... 304
Pronina E.D., Upgrading radio stations et range given standard DRM..... 307
Pushkarev A.V., Orlov V.G., The evolution of high-definition TV..... 311
Reshetnikova I.V., Manin I.A., Signal processing in phase front sensors..... 316
Kobak V.G., Trotsuk N.I., Rozhkovskiy A.B., Comparative data modification models in holland generation`s strategy..... 319
Semenyaka M.V., Research of two-level queue management method on telecommunication network nodes..... 322
Zvezdina M.Yu., Shokova Yu.A., Shokov A.V., Serdyuk N.A., Mixed type metamaterials for radiocommunication antenna characteristics control..... 325
Moskalets N.V., Skibin V.P., State analysis of the TCS accordind to the result of the self-diagnosis..... 329
Skuba A.A., Schegolev A.U., Rudenko N.V., Trofimenko V.N., Modelling of the stationary electromagnetic field of the grounding conductor of radio-electronic means with the help of information technologies..... 333
Sopchak R.Yu., Lobzenko P.V., Cross-platform application, based on MYSQL DBMS..... 336
Shostko I.S., Sosedka J.E., Synchronization in wireless sensor networks..... 338
Sukiasov A.G., Churilov P.A., Functional diagnostics elements of units of power supply of telecommunications systems..... 340
Tabelek O.I., Trofimenko V.N., Trofimenko E.N., Rudenko N.V., Calculation of the one-half-period rectifier on the basis of splayn-interpolyatsii of the volt-ampere characteristic of the diode.. 344
Titov V.Yu., Horolsky E.M., Input impedance radiating element phased array antenna..... 346
Banket V.L., Totmina Ju.N., The comparison of information transmission methods..... 351
Usmanova N.B., Multidimensional dynamic objects in distributed space: modeling aspects..... 355
Fadeev A.N., Analysis of applicability of existing routing protocols in wireless self-organizing networks transmiting voice traffic with simulations..... 359

Fedorov A.E., Legkov K.E., Modeling proactive and reactive routing protocols in a wireless mobile adaptive network..... 362
Halbaeva M.Z., Tuychiev B.O., Possibility of implementation of open optical transmission systems in kashkadarya region..... 365
Horolsky E.M., Titov V.Yu., Methods of control over the channel resource of the relay satellite.. 368
V.S. Khutorov, M.N. Belenkaya, Overview of DBMS Oracle kernal parametrs and monitoring tools..... 372
Tsyplenkov A.S., Implementation of various technical solutions to increase capacity of mobile traffic..... 376
Nikolaev E.I., Chernova U.U., Application of parallel algorithms for generating the grid of triangular finite elements..... 378
Perin N.K., Rodionov A.S., Chikalov A.N., Use of logic of predicates for constructing the models of the digital units..... 381
Perin N.K., Chikalov A.N., Development models of triggers on a propositional language..... 384
Shaakbarova B.R., Expert systems as a progressive directive of information technologies..... 388
Zverev A.P., Shevchuk P.S., Prospects of use of the trunking system standard TETRA for emercom of Russia in the period of elimination of emergency situations..... 390
Shestakov P.S., Spatial multiplexing WDM streams as a way to increase the capacity of the fiber transport networks..... 392
Shramko N.A., Analysis of the shortcomings existing complex data using a wireless network connection in infocommunication special purpose..... 395
Shurpa A.V., Using IR services for people with disabilities..... 399
Shcherban I.V., Bykadorov R.V., The hardware and software set for the analysis of the statistical characteristics of mems motion sensors..... 401
Shcherban I.V., Znamensky D.A., Panteleeva T.V., Schematic models of error-correcting hamming coding-decoding in the MULTISIM program..... 403
Shcherban I.V., Konev D.S., Antonov D.E., Tight integration of inertial-satellite vehicle navigation system with satellite constellation degradation..... 408
Shcherban O.G., Lvov K.M., The solving of a problem of reconstruction of the direct-access telecommunications system on the base of free space optics systems..... 411
Bezuglov D.A., Yukhnov V.I., Belichenko M.A., Lashchenov S.N., Dobrohodsky V.V., Determination of motion parameters point source of optical radiation using the methods adaptive optics..... 415
Yushkevych Y.A., LTE/E-Utran relay node research and selection..... 418
Popov M.A., Development of an effective algorithm for determining the geometrical parameters of crystal growth based on inderect data..... 420

INFORMATION SECURITY

Borzenko A.V., Bikbulatova N.G., Open standards for electronic documents..... 423
Zvyagintseva O.Yu., Mukhoryanova O.A., Actual problems of information security of business. 425
Ilnitskaya K.I., Zavarykina Y.V., Cryptographic protection of information: history and modernity..... 427
Odin A.S., Technology of safety radio: special radio networks simulator..... 430
Zamula A.A., Ostroverkhova E.A., Kornienko M.A., Methods analysis of evaluation of the investment efficiency in information security systems building..... 434
Plyasunova A.V., Mukhoryanova O.A., Information security of electronic payments..... 437
Zhigalkina S.A., Kormilchenko V.V., Social network as an element of information security..... 440
Odiyanenko E.V., Rozorinov G.N., Platonenko A.V., Synthesis of the optimal structure of information security systems..... 443
Nikiforov O.G., Smirnov K.A., Multilevel and multiposition protection system's modeling..... 446
Tripolka A.V., Gorbenko I.D., Research and analysis of attacks on SSL / TLS protocol..... 448
Kuralenko A.I., Batsula A.P., In categorizing use security distributed certification authority..... 451
Baranovskyi M.O., Terenova A.A., File system types and their potential for data embedding..... 453

Golyshev I.A., Muhatchev S.V., Some peculiarities of legal regulation of the internet..... 457
Gushan Y.Y., Frangu F.N., Some aspects of information security where IC-services are Inculcationed Pridnestrovian state university, Tiraspol..... 460
Alekci E.V., Khalimov G.Z., Condition and prospects of development of system on management of distribution of resources in emergency..... 462
Irgasheva D.Y., Gaipnazarov R.T., Davronova L.U., The VPN organization of networks in channel and transport levels..... 465
Irgasheva D.Y., Gaipnazarov R.T., Attacks to cryptographic algorithms..... 469
Irgasheva D.Y., Gaipnazarov R.T., On the question of ensuring information security by means of authentication on the basis of the one-time password..... 472
Lisitskiy K.E., Prospects for a encrypts the random permutations..... 474
Luzin A.I., Key aspects and approaches to infocomm security company..... 478
Mironchik V.V., Zelmanski O.B., Hidden transmission of information in audio files using music pieces..... 482
Rodionov A.S., Palukh A.A., Software development for simulation protection and integrity of information using a cryptographic hash-function..... 485
Rodinko M.Yu., Building the differential attack based on XOR-differences to the SPN cipher with the operation of introducing cycles UB keys that is different from XOR..... 487
Rudneva A.V., Mukhoryanova O.A., Organizational aspects of protection of personal information of the modern enterprise..... 490
Sergiichuk I.A., Balagura E.S., Multifactor authentication and its application in modern information systems..... 493
Tashev K.A., System approach when ensuring information security in information and library networks..... 496
Chapaykina N.E., The influence of speech coding parameters into parameters for biometrical identification..... 500

BRIEF INFORMATION ABOUT THE AUTHORS..... 503
AUTHOR INDEX..... 519

PART II

INFOCOMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE SOCIO-ECONOMIC AND PEDAGOGICAL SPHERE

Titov E.V., Development prospects North Caucasian branch MTUCI in collaboration with the organization of communication South region..... 25
Kravchenko K.V., Bojarkin G.N., Overview of features of e-learning in Russia..... 27
Gnedash E.V., Chernysheva T.Yu., Consumer market trends of information technology..... 29
Borovkov N.V., Gizatullin M.G., Modeling of infocommunication systems and communication networks..... 31
Kuzovkova T.A., Zorya N.E., Gavrilkina M.G., Improvement of indicators infocommunication development at this stage shaping information society..... 34
Zorya N.E., Kuzovkova N.E., Tyurenkov M.V., Results of complex long-term forecasting development infocommunication..... 38
Kuzovkova T.A., Kameneva E.Ya., Forming of infocommunication services' lifecycle management instruments by the influence of convergence..... 42
Kuzovkova T.A., Zorya N.E., Rationale for a new business model in ict..... 46
Kuzovkova T.A., Kotler M.O., Importance of digital broadcasting in improving the quality of servoces for its users..... 49
Kuzovkova T.A., Sharovova O.I., Infocommunication market environment and industrial market structure..... 53
Kuzovkova T.A., Ustinova U.V., Kuzovkov A.D., Trend models of infocommunication development forecasting within economic conjuncture..... 57
Ustinova Y.V., Malov A.V., Problems of formation of efficiency of the state control and supervision in the sphere of communication and ict's criteria..... 61
Beschetnaya S.V., Mormyleva S.A., Industrial specifics of accounting interconnect services in the telecommunications..... 65
Neboga T.V., Information - communication technologies as a key component of the economic development of modern countries..... 68
Belenkiy P.P., Efimenko V.N., Suchenko M.I., Modern technology of the independent work students..... 72
Sukhodolskaya T.A., Using benchmarking approach for defining the reserve prices at spectrum auctions in Russian federation..... 75
Nosov M.V., Basov O.O., Criterion of efficiency of human resources management..... 80
Golubev A.K., Brychuk O.B., The process model of market orientation of the enterprise of infocommunications..... 84
Kaptur O.A., Pottosina S.A., Expert system for recruitment in it-company..... 87
Bondarenko O.V., Potapova-Sinko N.E., Implementing performance indicators of the business plan innovation project in practical activities of the enterprise..... 91
Akhatova R.Yu., Advantages of cloud technologies in education..... 95
Rysyukova Y.V., Educational website as a teaching tool of modern teacher..... 97
Belenkiy P.P., Efimenko V.N., Suchenko M.I., Quality assessment university in competence approach..... 100
Alexeeva L.N., Increase transparency of state authorities on the basis of electronic technology administration..... 102
Alimova F.M., Komolov J.J., Formation of marketingy activity at increase of competitiveness of products..... 105
Albekova Z.M., Innovative approach to training with introduction of the program of CISCO networking academy in higher education institution..... 108
Kostelanetz D.E., Anopchenko T.U., Tasks and future directions infocommunications in the region..... 111
Kugusheva T.V., Anopchenko R.U., Informatization of the system of rehabilitation medicine in the region (business model)..... 113
Yakubov M.S., Nishanbayev J.S., Priority factors and basic principles of internet logistics..... 117

Magarina I.Yu., Information potential as a structural part of resource potential and its estimation.. 120
Muravyeva N.N., Anopchenko T.Y., Influence of informatization on characteristic features of medical services (on the example of the portal of the state services)..... 124
Anorov O.U., Presentations as a means of increasing the effectiveness of teaching geometry..... 129
Baigubenova S.K., Zhahiena A.G., New technologies in education..... 132
Baigubenova Zh.M., Kamieva A.A., Information technology in the consumer credit..... 135
Berezkin M.I., Sharypova T.N., Role of OSS systems in operation automation of the telecommunication company MTC-ZAO "Russkaya Telefonnaya Companiya"..... 138
Bologov D.V., Lobzenko P.V., Interactive simulator, developed in AdobeFlash..... 142
Sharipova T.N., Brovina A.D., LTE technology and its development prospects in Russia..... 144
Varlamov E.A., Bukrina E.V., The telecommunication operators' ecosystem development for the rise of competitiveness..... 147
Gnedash E.V., Chernysheva T.Yu., Technology «Virtual reality» and its prospects in the educational process..... 151
Golovina I.V., Dubrovchshenko L.N., Pshenichnikova E.V., Life cycle of an educational organization in conformity with the L. Greiner's model..... 153
Grigoreva D.R., Interactive training methods in the educational process..... 157
Grigoryan K.L., Lobzenko P.V., DELPHI application for access DBMS..... 159
Gritsenko L.V., Kostetskaya G.S., Dokuchaev S.A., The role of independent work in the educational process..... 161
Rihsibaev T., Rihsibaeva H.M., Davlatova A.H., Application of modern computer technology in the learning process drawing in professional..... 162
Danilova N.V., Galicina E.N., The fair price calculating with dynamic parameters and special strategies..... 164
Rodionov A.S., Evdakimova I.A., Development site «Youth government high school»..... 166
Zhahiena A.G., Temirbaeva A.B., Application of virtual information laboratories in teaching of students of higher educational establishment..... 168
Zorina T.Yu., Chernysheva T.Yu., Risk of the project implementation of information technology 170
Kazieva N.M., Bazhin A.N., Research design and method of training, for example, to develop a text editor «Penliner - OS «Lineos»..... 173
Konkin B.B., Safronov V.P., Rating system of the assessment of knowledge in technical colleges and training environments..... 175
Novikova O.A., Kormilchenko V.V., Hi-tech generation..... 179
Korshun A.M., Korshun M.S., Organization of individual work of bachelors at studying natural science..... 181
Kosykh Y.V., Rodionov A.S., Lobzenko P.V., Development of modules for laboratory works and testing of the electronic manual in the java environment..... 184
Orlova O.V., Kuznetsova O.V., Infocommunications as an important component of socio-economic development of rural areas in Ukraine..... 187
Zorya N.E., Need for modernization of development indicators infocommunication..... 190
Kuzovkova T.A., Gakhov K.Yu., Methodical approaches to rationing of use of the equipment of communication..... 194
Kuzovkova T.A., Ivanov I.N., Methodical approaches to the assessment of efficiency of application of infocommunication technologies..... 197
Kuzovkova T.A., Transformation of the model for production and consumption of infocommunication services..... 202
Salutina T.Y., Methodical aspects of the corporate management quality and effectivemenn evaluation – the key investment attaractiveness parameter of the telecommunication companies.... 206
Kosacheva S.V., Kurnosova Yu.V., Industrial features of the joining and admission calculation of traffic by telecom operators..... 210
Lazareva O.V., Metaphorization and its role in the process of «cognitive design» reality: a new approaches in education..... 214
Leyga D.V., Status and prospects roaming of LTE network in Russia and in the world..... 221

Lomonosova A.N., Litvinova I.N., Tools improve competitiveness of cellular companies in modern conditions..... 224
Luttsev A.V., Smoljakov V.N., Development interactive computer-based laboratory workshop on discipline "Engineering and computer graphics"..... 227
Polevshchikov S.K., Smolyakov V.N., The use of test shell IMDOGO in the development of a laboratory practical work on discipline «Computer and peripheral devices»..... 228
Mahkamov K.O., The global world and historical consciousness..... 230
Mirzahmedov H.A., Tolerance and social safety..... 233
Novokshenova R.G., On the contents of the foreign language course for "Information technologies and communication systems" masters in compliance with the 3rd generation federal standards for higher education..... 236
Otlivanska G.A., Babashov R.A., The information base of making decisions in the company's financial management..... 239
Ohruschak E.A., Process approach as a cost management instrument of telecommunication's enterprises..... 242
Perkov V.A., Rodionov A.S., Lobzenko P.V., Interactive electronic manual, based on JAVA technology..... 246
Plotnikova A.V., Sharypova T.N., Trends in the development of fixed-satellite service..... 248
Potapova-Sinko N.T., Rogova M.I., Mortgages and financial leasing as sources of social of enterprise development..... 251
Potapova-Sinko N.E., On the approach to assessing the effectiveness and appropriateness of research..... 255
Mamaradjabov M.E., Radjabova F.K., Problems of creating private and professional information space of pedagogues..... 259
Razdorkina N.M., Tokarev A.O., The political economy of the possible incorporation FSUE «Mail of Russia»..... 261
Razdorkina N.M., Tokarev A.O., Problems of intensification of the human factor in the postal communication..... 264
Sattarova Yo.Yu., Applying of the electronic tutorial at the professional development of personnel's qualification..... 268
Ovcharov M.S., Sidorina T.V., Accounting and analytical maintenance of management solvency of the enterprises of the connection..... 270
Stepanova K.M., Zakharova A.A., Development of structure of decision support system of strategy of municipality passenger traffic..... 273
Abramov Y.B., Plotnikova Y.B., Suschenko M.I., Mobile number portability – introduction in Russia..... 277
Tereshkin S.Y., Developing of decision support system about creation a new educational program 284
Timoshin A.V., Kormilchenko V.V., "Freedom" and "Free speech" in electronic mass media..... 287
Tolkacheva G.V., The life cycle of modern services of communication enterprises..... 290
Turakulov I.N., Xamrayev N.S., Virtual laboratories in physics training..... 294
Turakulova A.I., The interactive posters as an innovative educational instrument..... 296
Umarova U.B., Applying of adaptive hypermidia technologies at the education..... 298
Kuleshov R.A., Ustimenko D.L., The philosophy of information in the discourse of modern postnonclassical science..... 299
Utesheva G.Sh., Electronic textbook as efficient facility for increasing quality formation..... 302
Filippov A.P., Krasheninnikov I.A., Gnilomedov Y.I., Electromagnetic field imaging optical fibers to the preparation of the speckle pattern and examining the effect on external factors..... 305
Khodakovskiy D.S., Lobzenko P.V., XML environment for electronic manuals..... 309
Cherednichenko V.Y., Rodionov A.S., Lobzenko P.V., Development of interactive electronic benefits of object-oriented programming platform C++..... 311
Kolchina S.S., Shamanina M.E., Popova A.S., Institutional planning in industrial sector in the technology partnership..... 313
Shapovalova Y.B., Chernysheva T.Y., Possibilities of programmatic tools of electronic circulation of documents are in establishments of additional education..... 315

Sharipova T.H., Shuleva N.O., Sustainability problems in countries with developing economies.. 318
Shevchuk P.S., Egorov A.M., The methods of selecting the optimal strategy separation minimum stocks of technical and material means, used when liquidation of emergency situations..... 320
Kosacheva S.V., Shcherbak M.A., Infocommunications as an economic development factor of the Kalmykia Republic..... 326
Boeva K.U., Buneeva T.V., E-health..... 328
Yunoshev V.S., Sarkisyants V.R., Application of informational technologies in the civil legal proceedings..... 331
Khavronova A.R., Razdorkina N.M., Marketing program as a tool for implementation of marketing activity of telecommunication companies in retail sales..... 333
Golovenko M.V., Razdorkina N.M., Implementation of technology LTE as a way improving economic efficiency of telecommunication companies..... 336
Rybalko I.P., Danilchenko E.G., Boldyrihin N.V., Karnaukhov S.N., The documentary system civil aviation..... 339
Manin A.A., Sclovets D.V., Sosnowski I.A., Availability SIEMENS Hipath 3800 training for communication SCB MTUCI..... 342

STATE AND PROSPECTS OF INFOTELECOMMUNICATIONSDEVELOPMENT

Khutortseva A.V., Meleshin A.S., Svetlichnaya N.O., Study of accuracy characteristics using complex filtering and differential impulse code modulation of voice messages under interferences 345
Borisov B.P., Bobrova O.A., Koldynskaya L.M., Technologies of data transmission on fiber-optical communication networks..... 349
Arutyunov L.G., Borodin A.V., Svetlichnaya N.O., Routing protocols used in CISCO equipment..... 353
Gopanchuk D.E., Golovina I.V., Svetlichnaya N.O., Cryptocurrencies and their prospects..... 356
Rozhkovskiy B.A., Meleshin A.S., Svetlichnaya N.O., The impact of TLS on SIP server performance..... 358
Khasoyan G.S., Golovina I.V., Svetlichnaya N.O., Shale revolution and world market of natural gas..... 359
Sunakbaev Sh.K., Factors of social development..... 361
Orlova A.V., Konstantinova Ya.B., Svetlichnaya N.O., Equipment for pixel image presentation 363
Vazhenina K.I., Svetlichnaya N.O., Management impact on performance of enterprises..... 364
Rodyakin P.A., Reshetnicova I.V., Svetlichnaya N.O., Realization of "Single number" service on the basis of contact centers..... 366

BRIEF INFORMATION ABOUT THE AUTHORS..... 369
AUTHOR INDEX..... 385

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНФОТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

А.С. Аджемов

ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНФОКОММУНИКАЦИЯХ

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский технический университет связи и информатики, Москва, Россия

Ключевые слова: облачные технологии, сетевые структуры, бизнес-процессы, инфокоммуникационные ресурсы.

Описана область применения облачных технологий при решении научных, технологических, бизнес процессов, в том числе в инфокоммуникациях.

A.S. Adzhemov

CLOUD TECHNOLOGY ICT

Federal government state-financed institution of higher professional education Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow, Russia

Keywords: cloud technology, network structure, business processes, information and communication resources.

Described the area of cloud technologies in solving scientific, technological, business processes, including ICT.

Как известно, в настоящее время информационные и телекоммуникационные технологии образовали тесный творческий союз, результатом которого стало появление не только новых технических и технологических решений, но и возникновение новых отношений в обществе, новых базовых понятий и новых перспектив в сотрудничестве между человеком и машиной.

Одним из наиболее значимых результатов такого союза является появление «облачных» технологий (cloudcomputing). Термин cloudcomputing, появившийся в печати в 2008 году, и используемый вначале специалистами в области инфокоммуникационных технологий, позднее стал приобретать различное толкование в самых разных областях.

Сама метафора «облачные», по-видимому, стала использоваться как описание рисунков, которые традиционно применяют специалисты для изображения сложных и многообразных систем, таких, например, как сети связи. По существу же это имеет две разных области как разработок, так и применения.

Первая область – это научные, технические и технологические вопросы, связанные с организацией вычислений и предоставления различных услуг через сетевые структуры, с помощью множества вычислительных устройств, с использованием сложных интеллектуальных алгоритмов и, в частности, параллельных вычислений.

Вторая область – это бизнес, основанный на использовании тех решений, которые будут получены в первой, вышеназванной области.

В области инфокоммуникаций «облачная» тематика стала приобретать особую актуальность, когда совокупные инфокоммуникационные ресурсы стали с одной стороны достаточно большими, а с другой стороны – весьма дорогими. Это привело к тому, что покупка дорогостоящих систем стала не всем по карману, кроме того, столь мощные ресурсы нужны далеко не для всех задач. Учитывая, что развитие техники «облачных» вычислений происходит достаточно быстро, вложения отдельных организаций в приобретение дорогостоящего оборудования могут оказаться бесполезными, поскольку предлагаемые конкурентные решения от владельцев «облаков» будут более интересными и менее затратными. Последнее обеспечивается тем, что ресурсы «облаков» предоставляются многим, и, следовательно, имеют меньшую стоимость при их «плотной» загрузке. Таким образом, можно сделать вывод о том, что с точки зрения бизнеса

«облачные» решения имеют значительные конкурентные преимущества по сравнению с ситуацией, когда потребители инфокоммуникационных услуг должны быть обеспечены собственной инфраструктурой.

При «облачной» технологии требования к ресурсам пользователей становятся минимальными. Нужно обеспечить лишь взаимодействие с «облаком» через интерфейс, и получить необходимые ресурсы (память, программные продукты, почтовые ресурсы и проч.). Для хозяйствующих субъектов это означает перераспределение затрат от капитальных к эксплуатационным.

На данный момент большинство облачных инфраструктур развернуто на серверах датацентров, использующих технологии виртуализации, что фактически позволяет любому приложению использовать вычислительные мощности, не задумываясь о технологических аспектах. В этом случае можно говорить об «облаке» как о единомдоступе к вычислениям со стороны пользователя.

С понятием облачных вычислений часто связывают такие технологии, как:

— «Инфраструктуракаксервис» ("Infrastructure as a Service" или "IaaS");
— «Платформакаксервис» ("Platform as a Service", "PaaS")
— «Программное обеспечение как сервис» ("Softwareas a Service" или "SaaS").

IaaS - это предоставление компьютерной инфраструктуры как услуги на основе концепции облачных вычислений.

IaaS состоит из трех основных компонентов:

1. Аппаратные средства (серверы, системы хранения данных, клиентские системы, сетевое оборудование);
2. Операционные системы и системное ПО (средства виртуализации, автоматизации, основные средства управления ресурсами);
3. Связующее ПО (например, для управления системами).

IaaS основана на технологии виртуализации, позволяющей пользователю оборудования делить его на части, которые соответствуют текущим потребностям бизнеса, тем самым увеличивая эффективность использования имеющихся вычислительных мощностей. Пользователь должен оплачивать только реально необходимые ему для работы ресурсы(серверное время, дисковое пространство и проч.). Кроме того, IaaS предоставляет в распоряжение клиента весь набор функций управления в рамках одной интегрированной платформы.

IaaS избавляет предприятия от необходимости поддержки сложных инфраструктур центров обработки данных, клиентских и сетевых инфраструктур, а также позволяет уменьшить связанные с этим капитальные затраты и текущие расходы.

Первопроходцем в IaaS считается компания Amazon, которая на сегодняшний день предлагают два основных IaaS-продукта: EC2 (ElasticComputeCloud) и S3 (SimpleStorageService).

PaaS – это предоставление интегрированной платформы для разработки, тестирования, развертывания и поддержки веб-приложений как услуги.

Для разворачивания веб-приложений разработчику не нужно приобретать оборудование и программное обеспечение, нет необходимости организовывать их поддержку. Доступ для клиента может быть организован на условиях аренды.

Самым известным примером такой платформы является AppEngine от Google, которая предлагает хостинг для веб-приложений с возможностью покупать дополнительные вычислительные ресурсы (например, для тестирования высоких нагрузок). Для запуска приложений GoogleAppEngine на виртуальных кластерных системах была разработана платформа AppScale.

SaaS – модель развертывания приложения, которая подразумевает предоставление приложения конечному пользователю как услуги по требованию (ondemand). Доступ к такому приложению осуществляется посредством сети, чаще всего посредством Интернет-браузера. Основное преимущество модели SaaS для клиента состоит в отсутствии затрат, связанных с установкой, обновлением и поддержкой работоспособности оборудования и программного обеспечения, работающего на нём.

Развитием SaaS является концепция WaaS (Workplaceas a Service - рабочее место как услуга). То есть клиент получает в свое распоряжение полностью оснащенное всем необходимым для работы программным обеспечением виртуальное рабочее место.

Еще одним интересным представителем вида SaaS является продукт iCloud, представляющий собой операционную систему, работать с которой можно непосредственно через

браузер. Интерфейс операционной системы выполнен в стиле WindowsVista/XP. На сегодняшний день проект находится в стадии тестирования и в самой ОС реализован минимум приложений.

Конкуренция в «облачной» сфере привела к появлению бесплатных сервисов. Именно по такому пути пошли два конкурента — Microsoft и Google. Обе компании выпустили наборы сервисов, позволяющих работать с документами. У Google это GoogleDocs, у Microsoft — OfficeWebApps.

При этом оба сервиса тесно взаимосвязаны с почтой (Gmail в первом случае и Hotmail во втором) и файловыми хранилищами. Таким образом, пользователя как бы переводят из привычной ему оффлайн-среды в онлайн. Важно, что и Google, и Microsoft интегрируют поддержку своих онлайн-сервисов во все программные среды — как настольные, так и мобильные (например, Googleиспользует для этого ОС Android, а Microsoft — WindowsPhone).

Аналогичную концепциюпредлагает и главный конкурент обеих компаний — Apple. Речь идет о сервисе под названием MobileMe. Сервис включает в себя почтовый клиент, календарь, адресную книгу, файловое хранилище, альбом фотографий и инструмент для обнаружения утерянного iPhone. За возможность пользоваться всем этим Apple берет примерно 65 евро (или 100 долларов) в год. При этом Apple обеспечивает такой уровень взаимодействия своего набора интернет-сервисов и приложений на компьютере (под управлением Mac OS X), телефоне, плеере и iPad, что необходимость в использовании браузера пропадает. Пользователь использует привычные программы на своем Mac, iPhone и iPad, однако все данные хранятся не на них, а в «облаке», что позволяет забыть о необходимости синхронизации, а также о проблеме доступности.

Существенным недостатком «облачных» технологий является зависимость пользователя от функционирования самого «облака». Очевидно, что в этой связи особую актуальность приобретают задачи обеспечения все большей надежности, а также вопросы информационной безопасности. Понимание этих проблем у разработчиков «облаков» имеется, о чем свидетельствует наличие различных предложений от них.

Использование «облачных» технологий предполагает наличие развитой инфраструктуры широкополосного доступа. В настоящее время наблюдается быстрое нарастание широкополосного доступа в различных странах, что свидетельствует о создании весьма благоприятных условий для масштабного практического использования «облачных» технологий.

Я.М. Гасс, А.Ю. Плосский

ОЦЕНКА ИНФРАСТРУКТУРНОЙ ГОТОВНОСТИ СУБЪЕКТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ К ПЕРЕХОДУ ОТ АНАЛОГОВОГО К ЦИФРОВОМУ ТЕЛЕВИДЕНИЮ

ФГУП НИИ Радио, г. Москва, Россия

Ключевые слова: цифровое телевидение, аналоговое телевещание, стадии создания объекта связи, жизненный цикл создания объекта, высвобождаемый радиочастотный ресурс.

В настоящей статье приводится краткий обзор текущего этапа строительства наземного эфирного цифрового телевидения в России (в рамках федеральной целевой программы «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009 – 2015 годы»). Данные о текущем строительстве свидетельствуют о факте существенного инфраструктурного неравенства между субъектами РФ с точки зрения готовности к переходу на цифровой формат вещания. Предлагается разработанный авторами региональный подход к оценке готовности сетей к переходу на цифровое вещание, как дополнительный элемент существующей концепции отключения аналогового телевизионного вещания в РФ.

Ya.M. Gass, A.Yu. Plossky

ESTIMATION OF INFRASTRUCTURE READINESS TO TRANSITION FROM ANALOGUE TO DIGITAL TV IN RUSSIAN REGIONS

FSUE NIIR, Moscow, Russia

Keywords: digital TV, analogue TV, creation stages of telecommunication facility, life-cycle of creation of telecommunication facility, releasing radiofrequency resource.

A short review of a current period of building digital TV network in Russian Federation (within the scope of Federal target program "Development of the TV and radio broadcasting in the Russian Federation for the period 2009 - 2015") is given in that article. Data on a current status of construction indicates massive infrastructure inequality between Russian regions with relation to the readiness to transition from analogue to digital TV. Regional approach to estimation of infrastructure readiness to transition from analogue to digital TV in Russian regions as supplementary element of the present Conception of analog TV broadcasting switchover in Russia have been introduced.

Для оценки возможности соблюдения сроков строительства сетей НЦТВ, установленных Программой, необходимо учитывать множество факторов, которые влияют на темпы строительства. Среди них можно выделить климатические и географические особенности регионов, изменения в политике регулирования ценообразования, уровень конкуренции и другие. В наибольшей степени к факторам, влияющим на темпы строительства, следует отнести производственную мощность конкретного субъекта Российской Федерации. Чем выше производственная мощность субъекта Российской Федерации, тем интенсивнее темпы строительства.

Выполнение мероприятий, осуществляемых в рамках Программы, определяется не только количеством построенных станций, но и показателями, характеризующими ход строительства всех элементов инфраструктуры сети НЦТВ (рис.1) Для определения инфраструктурной готовности субъекта РФ к переходу на НЦТВ был разработан показатель «Инфраструктурная готовность субъектов Российской Федерации к переходу на НЦТВ» (далее - Показатель), который отражает состояние охвата населения наземным цифровым телевидением с учетом состояния готовности и режима эксплуатации всех элементов распределительно-вещательной сети (федеральный центр формирования мультиплексов, региональные центры формирования мультиплексов, объекты сети цифрового вещания, наземные и спутниковые распределительные сети) по субъектам РФ. Данный Показатель отражает в комплексе инфраструктурную готовность отдельных элементов сети НЦТВ согласно Программе и определяется расчетно-аналитическим и/или экспериментальным (при необходимости) методами. Исходными данными для его определения являются статусы элементов сети наземного телевизионного вещания с точки зрения стадии создания элемента и величины затраченных на него финансовых средств [5].

Расчёт значения показателя «Инфраструктурная готовность субъектов Российской Федерации к переходу на НЦТВ» ($I_{ТГ}$) осуществляется по следующей формуле:

$$\boldsymbol{I}_{\text{ТГ}} = \sum_{\boldsymbol{i=1}}^{\boldsymbol{m}} К_{\text{эс}} \cdot К_{\text{осв эс}} \qquad (1)$$

где $К_{\text{эс}}$ – коэффициенты значимости элементов сети НЦТВ;

$К_{\text{осв эс}}$ – коэффициенты освоения финансовых средств элементов сети НЦТВ.

Для расчёта Показателя используется весовой коэффициент значимости элемента сети НЦТВ ($К_{\text{эс}}$), который отражает долю объёма работ, выполняемых в рамках создания элемента сети, в общем объёме работ по выполнению мероприятий Программы. В ходе проведенных исследований [5], авторы выявили прямую взаимосвязь между временными рамками стадий жизненного цикла создания элемента сети (проектирование → строительство → эксплуатация), объёмом строительных работ, необходимой величиной трудовых ресурсов и величиной финансовых средств для создания элементов сети. Таким образом, долю объёма работ по созданию элемента сети в общем объёме работ Программы можно определить на основе величины финансовых средств, запланированных на их выполнение, а именно:

$$К_{i\,эс} = \frac{З_{i\,эс}}{З_{эс(общ)}} \quad (2)$$

где $К_{i\,эс}$ – коэффициент значимости i-го элемента сети;

$З_{i\,эс}$ – затраты на создание i-го элемента сети согласно Программе;

$З_{эс(общ)}$ – общие затраты на создание сети НЦТВ согласно Программе.

Для определения инфраструктурной готовности субъекта Российской Федерации к переходу на НЦТВ, необходимо рассчитать значение Показателя для каждого элемента сети НЦТВ. При этом необходимо учитывать объёмы работ, стоимость, временные рамки и трудовые ресурсы на создание сети НЦТВ.

Сеть наземного цифрового телевизионного вещания состоит из федерального и регионального центров формирования мультиплексов (ЦФМ), федеральной (ФРС) и региональной (РРС) распределительной сети для доставки сигналов НЦТВ, сетей цифрового вещания 1-го и 2-го мультиплексов (НЦТВ-1 мпл и НЦТВ-2 мпл)

Параметры создания федерального центра формирования мультиплексов и федеральной распределительной сети идентичны для всех регионов, так как эти элементы создаются на уровне всей страны, а не на уровне субъектов. В тоже время величина параметров сети цифрового вещания 1-го и 2-го мультиплексов (МПЛ), регионального центра формирования мультиплексов и региональной распределительной сети, определяются отдельно для каждого субъекта РФ, так как строятся для каждого субъекта независимо.

Коэффициенты значимости элементов сети НЦТВ, рассчитанные в соответствии с формулой 2, приведены в табл. 1.

Таблица 1. Коэффициенты значимости элементов сети наземного цифрового телевизионного вещания

№ п/п	**Элемент сети НЦТВ**	**Значение коэффициента значимости элемента сети НЦТВ**
1	ЦФМ-федеральный	0.01
2	ЦФМ	0.04
3	ФРС	0.13
4	РРС	0.13
5	Станции НЦТВ-1 МПЛ	0.54
6	Станции НЦТВ-2 МПЛ	0.15

На основе полученных коэффициентов рассчитывается значение Показателя «Инфраструктурная готовность субъектов Российской Федерации к переходу на НЦТВ» для каждого элемента сети. Однако необходимо понимать, что элемент сети НЦТВ, в свою очередь, состоит из множества частей (объектов), которыми могут быть радиотелевизионные передающие станции, спутники и центры формирования мультиплексов. При этом в один и тот же период времени объекты могут находиться в разных стадиях создания [5], каждая из которых связана с расходованием (освоением) определенной части (доли) финансовых средств из общего объёма средств, запланированных на создание элемента сети НЦТВ. В связи с этим, помимо коэффициента значимости, использован дополнительный коэффициент, который отражает степень инфраструктурной готовности с точки зрения освоения финансовых средств каждого элемента ($К_{осв}$), расчёт которого проводится по следующей формуле:

$$К_{осв} = \left(Д_{эс_{экс}} \cdot k_{экс}\right) + \left(Д_{эс_{стр}} \cdot k_{стр}\right) + \left(Д_{эс_{пр}} \cdot k_{пр}\right) \quad (3)$$

где $Д_{эс_экс}$ – доля объектов элемента сети, находящихся в стадии эксплуатации на расчётную дату от общего количества объектов элемента сети;

$k_{экс}$ – весовой коэффициент освоения финансовых средств элемента сети (стадия эксплуатации);

$Д_{эс_стр}$ – доля объектов элемента сети, находящихся в стадии строительства на расчётную дату от общего количества объектов элемента сети;

$k_{стр}$ – весовой коэффициент освоения финансовых средств элемента сети (стадия строительства);

$Д_{эс_пр}$ – доля объектов элемента сети, находящихся в стадии проектирования на расчётную дату от общего количества объектов элемента сети;

$k_{пр}$ – весовой коэффициент освоения финансовых средств элемента сети (стадия проектирования).

В соответствии с исходными данными [5], определяются доли объектов элементов сети НЦТВ, находящиеся в разных стадиях создания на расчётную дату, т.е. отношение количества объектов элемента сети НЦТВ в определённой стадии создания к общему количеству объектов элемента сети НЦТВ. Весовой коэффициент освоения финансовых средств элемента сети НЦТВ характеризует процент освоения финансовых средств с целью создания доли объектов, находящихся в определённой стадии строительства. В соответствии с результатами исследования процесса и структуры финансирования с точки зрения освоения этих средств по мероприятиям Программы в рамках [5], определены значения этих коэффициентов (табл.2).

Таблица 2. Весовой коэффициент освоения финансовых средств элемента сети НЦТВ

№ п/п	**Наименование коэффициента освоения финансовых средств элемента сети НЦТВ**	**Значение коэффициента освоения финансовых средств элемента сети НЦТВ**
1	$k_{экс}$	1
2	$k_{стр}$	0.8
3	$k_{пр}$	0.2

Рассмотренный выше подход к определению возможных сроков отключения на основе исследования размерности жизненного цикла создания объектов сети с точки зрения планирования и освоения финансовых средств, а также определение инфраструктурной готовности субъектов Российской Федерации к переходу на НЦТВ позволяют оценить корректность Концепции отключения аналогового телевизионного вещания. Согласно тексту Концепции, планируемая дата отключения вещания должна быть не ранее 1,5 лет с момента обеспечения 97,6% покрытия цифровым эфирным вещанием 1-го мультиплекса и не менее 1 года с момента начала вещания 2-го мультиплекса в крупных городах.

В табл. 3 приведены результаты расчета показателя «Инфраструктурная готовность субъектов Российской Федерации к переходу на НЦТВ» и данные по планируемым срокам отключения аналогового вещания, согласно Концепции. Также в табл. 4 приведены прогнозные сроки отключения аналогового вещания в субъектах РФ, которые получены на основании расчётов значений Показателя и анализа темпов создания объектов сети НЦТВ [5]. Согласно результатам этого анализа, максимальный темп сдачи объектов различных элементов сети НЦТВ в стадию эксплуатации составляет порядка 10-15% для разных элементов сети и субъектов РФ.

Важно отметить, что ни в одном субъекте РФ невозможно отключение аналогового вещания в 2014 году, т.к. в настоящий момент не осуществляется вещание второго мультиплекса в крупных городах. Дополнительным фактором, который продлевает сроки, является невыход на орбиту космического аппарата (КА) Экспресс-АМ4 (необходимость замены), поздний запуск КА Экспресс-АМ5 (задержка составила примерно год от первоначального плана) и вероятная задержка запуска остальных КА, указанных в Программе. Данные КА являются частью распределительных сетей для доставки сигналов 1-го и 2-ого мультиплексов и без их работы говорить о полноценном вещании цифрового телевидения не корректно.

Таблица 3. Прогнозные сроки отключения аналогового вещания

Год	Количество субъектов РФ в которых планируется отключить аналоговое вещание		Субъекты РФ в которых планируется отключить аналоговое вещание	
	По Концепции	По Прогнозу	По Концепции	По Прогнозу
2014	9	0	Алтайский край, Еврейская АО, Приморский край, Республика Алтай, Республика Тыва, Калининградская область, Курская область, Ленинградская область, Санкт-Петербург.	-
2015	24	23	Камчатский край, республика Хакасия, хабаровский край, Астраханская область, Брянская область, Волгоградская область, Воронежская область, Кабардино-Балкарская республика, Карачаево-Черкесская республика, Мурманская область, Оренбургская область, Псковская область, республика Адыгея, республика Дагестан, республика Ингушетия, республика Калмыкия, республика Карелия, республика Северная Осетия - Алания, Ростовская область, Смоленская область, Тюменская область,	Алтайский край, Еврейская АО, Приморский край, Республика Алтай, Республика Тыва, Хабаровский край, Астраханская область, Брянская область, Волгоградская область, Воронежская область, Кабардино-Балкарская республика, Карачаево-Черкесская республика, Курская область, Оренбургская область, республика Адыгея, республика Северная Осетия-Алания, Ростовская область, Санкт-Петербург, Смоленская область, Костромская область, Липецкая область, Ненецкий АО, Самарская область.

Год	Количество субъектов РФ в которых планируется отключить аналоговое вещание		Субъекты РФ в которых планируется отключить аналоговое вещание	
	По Концепции	По Прогнозу	По Концепции	По Прогнозу
			Владимирская область, магаданская область, Самарская область.	
2016	24	22	Амурская область, Забайкальский край, республика Бурятия, Сахалинская область, Вологодская область, Ивановская область, Калужская область, Кемеровская область, Кировская область, Костромская область, Курганская область, Липецкая область, Ненецкий АО, Нижегородская область, Омская область, республика коми, Республика Марий Эл, Рязанская область, Саратовская область, Тамбовская область, Тверская область, Томская область, Чувашская республика, Ярославская область.	Амурская область, Камчатский край, республика Хакасия, Сахалинская область, Белгородская область, Калининградская область, Ленинградская область, Псковская область, республика Дагестан, республика Ингушетия, республика Калмыкия, республика Карелия, Тюменская область, Чеченская республика, Вологодская область, Калужская область, Кировская область, Нижегородская область, Омская область, Пензенская область, Ульяновская область, Челябинская область.

Год	Количество субъектов РФ в которых планируется отключить аналоговое вещание		Субъекты РФ в которых планируется отключить аналоговое вещание	
	По Концепции	По Прогнозу	По Концепции	По Прогнозу
2017	26	18	Белгородская область, Иркутская область, Краснодарский край, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Чеченская республика, Архангельская область, Москва, Московская область, Новгородская область, Новосибирская область, Орловская область, Пензенская область, Пермский край, республика Мордовия, республика Татарстан, Свердловская область, Ставропольский край, Тульская область, Удмуртская республика, Ульяновская область, Челябинская область, Красноярский край, республика Башкортостан, республика Саха (Якутия), Чукотский АО, Ямало-ненецкий АО.	Иркутская область, Краснодарский край, Мурманская область, Владимирская область, Кемеровская область, Курганская область, Магаданская область, Москва, Новгородская область, Новосибирская область, Пермский край, республика Марий Эл, Свердловская область, Тамбовская область, Тверская область, Томская область, Удмуртская республика, Ярославская область.
2018	0	9	-	Забайкальский край, республика Бурятия, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Архангельская область, Орловская

Год	Количество субъектов РФ в которых планируется отключить аналоговое вещание		Субъекты РФ в которых планируется отключить аналоговое вещание	
	По Концепции	По Прогнозу	По Концепции	По Прогнозу
				область, республика Мордовия, республика Татарстан, Саратовская область, Красноярский край.
2019	0	11	-	Ивановская область, Московская область, республика Коми, Рязанская область, Ставропольский край, Тульская область, Чувашская республика, республика Башкортостан, республика Саха (Якутия), Чукотский АО, Ямало-ненецкий АО.
ИТОГО	**83**	**83**		

Проведенный авторами анализ хода выполнения мероприятий Программы, а также исследование жизненного цикла создания объектов связи с точки зрения планирования и освоения финансовых средств, позволяют говорить о невозможности отключения аналогового вещания в сроки, определённые Концепцией отключения аналогового телевизионного вещания (всего лишь 28 субъектов потенциально могут полностью перейти на НЦТВ в предложенные сроки). Отставание от Концепции составляет в среднем 9 месяцев. Определенный Концепцией период отключения аналогового вещания – 4 года (2014-2017 гг.), по мнению авторов, увеличится до 5 лет (2015-2019 гг.). Это неизбежно создаст ряд проблем, основными из которых являются увеличение сроков высвобождения РЧР для использования перспективными технологиями и увеличение цифрового неравенства между субъектами РФ. С точки зрения государственного управления использованием радиочастотного спектра, разные сроки высвобождения РЧР в субъектах РФ исключают возможность эффективного распределения этого ресурса единообразно для всей страны. Для решения этой проблемы целесообразно использовать региональный подход к распределению РЧР, предложенный авторами в [2,3].

Литература:

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 3 декабря 2009 г. № 985. "О федеральной целевой программе "Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009-2015 годы". // http://base.garant.ru/6731125/

2. E. Volodina, A. Plossky. Influence of Economic Factors on Clustering of Regions for the Digital Dividend Implementation in a Number of Specific Conditions. Труды 11-ого международного симпозиума по электромагнитной совместимости, Рим, Италия, 2012. // http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=6396914

3. Володина Е.Е, Плосский А.Ю. Критерии кластерного подхода к перераспределению радиочастотного спектра при внедрении цифрового телевидения. T-Comm, №12, 2012

4. Основные положения концепции отключения аналогового телевизионного вещания и перехода к эфирному цифровому телевизионному вещанию в Российской Федерации. // it.ulgov.ru/pub/atts/page/koncepciya_regiony.pdf

5. Отчет о работе «Осуществление мониторинга реализации мероприятий федеральной целевой программы «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009 – 2015 годы» и достижения целевых индикаторов и показателей эффективности реализации программы». Этап 3, М: ФГУП НИИР, 2013.

В.А. Головской, В.А. Крутов

НЕДОСТАТКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТРАНКИНГОВЫХ СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ

Научно-технический отдел Федерального казенного учреждения «Научно-производственное объединение «Специальная техника и связь» Министерства внутренних дел Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: цифровые системы радиосвязи, аутентификация, трафик.

В докладе отражены некоторые проблемные вопросы, возникающие при развертывании и эксплуатации цифровых транкинговых систем радиосвязи стандарта APCO 25, функционирующих в интересах служб обеспечения правопорядка в больших городах Европы, Австралии и Америки. Показаны недостатки средств обеспечения информационной безопасности. Также показан механизм возникновения перегрузок при совокупном воздействии нескольких факторов. Представленные негативные моменты должны быть учтены при планировании, построении, эксплуатации и модернизации цифровых транкинговых систем радиосвязи.

V.A. Golovskoy, V.A. Krutov

DISADVANTAGES AND PROSPECTS DEVELOPMENT OF TRUNKING RADIO SYSTEMS

Scientific and Technical Department of Federal government institution scientific and production association special equipment and telecoms of the Ministry of the Internal Affairs of the Russian Federation, Rostov-on-Don, Russia

Keywords: digital radio systems, authentication, traffic.

The report highlights some of the problems arising in the deployment and operation of digital trunked radio systems standard APCO 25, operating in the interests of law enforcement services in the big cities of Europe, Australia and America. The drawbacks of information security showed. Also shown is the mechanism congestion at cumulative impact of several factors. Submitted negative aspects should be considered in the planning, construction, maintenance and upgrading of digital trunked radio systems.

Среди стандартов, на основе которых строятся современные цифровые транкинговые системы радиосвязи (ЦСР) для служб обеспечения правопорядка, самым популярным в больших городах Европы, Австралии и Америки является APCO 25 [1].

Достоинства этого стандарта достаточно подробно изложены в литературе и интернет-источниках. Данный доклад имеет целью отразить некоторые проблемные вопросы, возникающие при развертывании и эксплуатации ЦСР стандарта APCO 25, которые необходимо решить в перспективе.

Возникающие проблемные вопросы условно можно разделить на две группы.

К первой группе отнесем вопросы информационной безопасности. Стандарт APCO 25 [2] декларирует несколько механизмов информационной защиты. Одним из них является аутентификация – процедура проверки законности появления в эфире самого сообщения и

идентификации его автора. Согласно требованиям [2], пользователь, не прошедший процедуру аутентификации, не может вводить сообщения в систему. Различают три вида аутентификации [2]:

- контроль хронологического порядка сообщений;
- контроль целостности сообщений;
- аутентификацию источника сообщений.

Однако остается открытым вопрос эффективности практической реализации указанных механизмов аутентификации и, особенно, аутентификации источника сообщений. Акцент на данном механизме объясняется тем фактом, что гипотетический нарушитель, обошедший процедуру аутентификации источника сообщений, может получить возможность ввода ложных сообщений и увеличения информационной нагрузки на ЦСР.

Можно выделить следующие основные претензии, предъявляемые разработчикам механизмов защиты стандарта:

- слабость криптографических алгоритмов [3];
- возможность обхода процедур аутентификации [4];
- отсутствие гарантированного определения факта повторной передачи сообщения [5, 6];
- отсутствие требований по интеграции механизмов аутентификации и шифрования [6].

На основании приведенных претензий к реализации механизмов информационной защиты можно предположить, что декларированные в спецификациях стандарта процедуры аутентификации при своей реализации не дают гарантии эффективности. Статистические данные, иллюстрирующие практическую эффективность механизмов защиты, отсутствуют.

Ко второй группе отнесем вопросы, связанные с отсутствием описания некоторых опций в спецификациях стандарта. Примером может служить опция «хэндовер перегрузки». Практика показывает [7], что данная процедура не реализуется в разворачиваемых ЦСР. Рассмотрим сущность опции «хэндовера перегрузки» и ее необходимость.

Под термином «хэндовер перегрузки» будем понимать процедуру передачи управления вызовом от одной базовой станции (БС) другой БС этой же ЦСР при выполнении следующего условия [7, 8]:

$$A > A_{\max}, \quad A \in [0, \infty), \tag{1}$$

где A – трафик, поступающий на ретрансляционное оборудование БС, Эрл; $A_{\max}$ – максимальное значение трафика, который может обслужить БС без постановки вызова в очередь, Эрл. Под трафиком в данном докладе понимается нагрузка, создаваемая потоком вызовов.

Реализация данной процедуры, разумеется, возможна только при нахождении рассматриваемого абонента в области «перекрытия» зон покрытия обеих БС. Такой возможностью обладают, например, системы GSM, UMTS, DECT [7, 8] и другие.

Каналы рассматриваемых ЦСР, как правило, в повседневной деятельности загружены слабо. Но при проведении массовых мероприятий и возникновении происшествий трафик резко возрастает [7].

Для пояснения возможной проблемной ситуации рассмотрим многозоновую ЦСР, развернутую в городе с большими перепадами высот. Пусть каждая БС в составе ЦСР содержит ретранслятор с $N = 4$ каналами, т.е. способна поддерживать одновременное функционирование трех информационных каналов и одного канала управления.

При данных условиях вполне реальна следующая ситуация. Одна из БС (далее – БС1) расположена на возвышении относительно других БС. Величина ослабления сигнала в общем случае зависит от высоты поднятия антенн, городской застройки и типа местности. Вследствие того, что антенна БС1 расположена намного выше остальных, ее сигнал менее подвержен ослаблению. Из-за этого может произойти «затягивание» радиосредств под управление БС1.

При расположении абонентов в пределах зоны покрытия своей БС1 и выполнении условия $A \le A_{\max}$ общение может идти в трех группах одновременно. На рис. 1 абоненты этих групп обозначены как Г1, Г2 и Г3.

При появлении в зоне покрытия БС1 абонентов других групп (например, Г4, Г5) на «внимание» БС1 претендуют 5 групп абонентов. Так, при наложении упомянутых выше факторов,

может произойти образование очереди, что показано на рис. 1. Следует отметить, что количество групп в современных ЦСР может достигать 15-20.

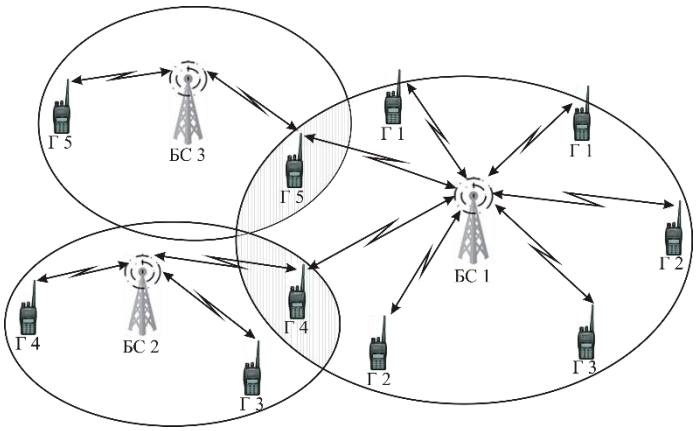


Рисунок 1. Образование перегрузки

Для определения вероятности образования очереди в ЦСР воспользуемся теорией телетрафика. Для транкинговых систем радиосвязи правомерно использование модели «Эрланга С». Данная модель для систем с ожиданием основывается на следующих предположениях [7, 9]: вызовы в системе удерживаются до начала обслуживания, длительность вызовов и интервалы между ним случайные, время установления соединения ничтожно мало, вызов, поступивший первым в очередь, покидает ее первым, ресурсы предоставляются в соответствии с порядком поступления запроса.

Согласно модели «Эрланга С» можно рассчитать зависимость вероятности задержки $P_З$ (вероятность того, что поступивший вызов становится в очередь, а не обслуживается немедленно) от величины трафика A и количества каналов ретранслятора в составе БС [7, 9]:

$$P_З = \frac{A^N N}{N!(N-A)} \cdot P_C, \tag{2}$$

где N – количество каналов ретранслятора в составе БС, $N > A$, P_C – вероятность того, что все каналы свободны, определяемая следующим образом:

$$P_C = \left(\sum_{n=0}^{N-1} \left(\frac{A^n}{n!} \right) + \frac{A^N N}{N!(N-A)} \right)^{-1}, \; N > A. \tag{3}$$

На рис. 2 представлены зависимости вероятности задержки $P_З$ от количества ретрансляторов и величины трафика, построенные согласно выражению (2).

При моделировании рассматривалось количество каналов ретранслятора $N \in \{4, 8, 12\}$, а величина трафика A в каждом случае не превосходила значения N. В области «легенды» приведено соответствие кривой общему количеству рассматриваемых каналов ретранслятора для данного случая, т.е. при рассмотрении N каналов число создаваемых информационных каналов принималось равным $N-1$.

Представленные графики позволяют видеть характер увеличения величины вероятности задержки при возрастании трафика.

Так, становится ясно, что возможны ситуации, при которых будут нарушаться требуемая оперативность и доступность связи, что недопустимо.

Однако полученные вероятностные характеристики могут носить лишь ориентировочный характер по причине отсутствия полного набора статистических данных, необходимых для дальнейшего уточнения характеристик ЦСР.

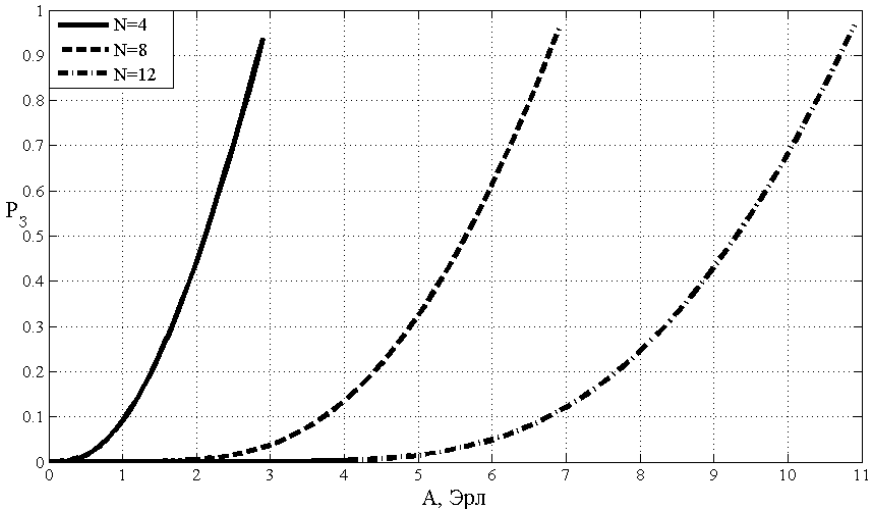


Рисунок 2. Зависимость вероятности задержки от величины трафика и количества каналов

Нивелировать указанное ограничение возможно путем введения аппаратной избыточности. В работе [7] предложены другие варианты решения задачи обеспечения оперативности и доступности связи применительно к рассматриваемым условиям.

В докладе приведены некоторые проблемные вопросы, которые наблюдались авторами при проведении натурных испытаний и эксплуатации ЦСР, а также могут иметь место при функционировании ЦСР. Учет представленных негативных моментов может быть полезен при планировании, построении, эксплуатации и модернизации ЦСР, функционирующих в интересах служб обеспечения правопорядка.

Литература:

1. Официальный сайт «Project 25 Technology Interest Group» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.project25.org/, свободный. – Загл. с экрана.

2. Project 25. Digital land mobile radio – Security services overview TIA-102.AAAB-A. January 26, 2005.

3. Clark S. Xu K., Metzger P., Blaze M.A., Wasserman Z. Security weaknesses in the APCO project 25 two-way radio system // CIS technical report MS-CIS-10-34 – 18.11.2010.

4. Clark S., Goodspeed T., Metzger P., Wasserman Z., K. Xu, M. Blaze / Why (special agent) Johnny (Still) can't encrypt: A security analysis of the APCO project 25 two-way radio system // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.crypto.com/papers/p25sec.pdf, свободный. – загл. с экрана.

5. Glass S. Wireless network: Attack and defence. Security in emergency communication network // Сайт «Griffith university» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www120.secure.griffith.edu.au/rch/file/2f9de5f4-daff-9297-8d6e-f515553403ca/1/glass_2011_02thesis.pdf, свободный. – загл. с экрана.

6. Glass S., Muthukkumarasamy V., Portmann M., Robert M. Insecurity in public-safety communications / Официальный сайт «The association of public-safety communications officials Australasia» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.apcoaust.com.au/2012/presentations/2012apcoa_stephen_glass.pdf, свободный. – загл. с экрана.

7. Головской В.А., Крутов В.А. О необходимости управления абонентской нагрузкой в системах цифровой радиосвязи ОВД РФ // Научно-технический портал МВД России, 2013, №3, с. 47–51.

8. Гольдштейн Б.С. Соколов Н.А., Яновский Г.Г. Сети связи. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010.

9. Башарин Г.П. Лекции по математической теории телетрафика. – М.: РУДН, 2004.

Я.В. Гапанович, *В.Н. Орлов

ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ В УКРАИНЕ

Одесский региональный институт государственного управления Национальной академии государственного управления
*Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова

Ключевые слова: государственное регулирование, рынок телекоммуникаций, механизм, государственный надзор, сфера связи и информатизации

Описаны основные направления государственного регулирования в сфере связи и информатизации Украины: сущность и механизмы государственного регулирования. Рассмотрены административно-правовые аспекты и определены основные направления государственного регулирования. Предложен механизм государственного надзора как инструмент государственного регулирования в сфере связи и информатизации.

Y.V. Gapanovich, *V.N. Orlov,

STATE REGULATION OF COMMUNICATIONS AND INFORMATIZATION IN UKRAINE

Odessa Regional Institute of Public Administration of the National Academy of Public Administration
*Odessa National Academy of Telecommunications named after A.S. Popov

Keywords:the state regulation, the market of telecommunications, mechanism, the state supervision, the sphere of communications and Informatization.

Describes the main directions of the state regulation in the sphere of communications and Informatization of Ukraine: the essence and mechanisms of the state regulation. Reviewed administrative-legal aspects and defines the main directions of the state regulation. A proposed mechanism of the state supervision as a tool of the state regulation in the sphere of communications and Informatization.

Исследование влияния государственного регулирования рынков связи и информатизации Украины на социально-экономическое развитие общества в кризисный период - одно из наиболее дискуссионных вопросов государственного управления, а формирование обоснованных концептуальных подходов, механизмов и инструментов такого влияния является одной из главных государственных задач.

В связи с процессами глобализации в Украине приобретает особое значение развитие рынков связи и информатизации и связанный с этим процесс обострения конкуренции. В таких условиях политика эффективного государственного регулирования приобретает ключевую роль в вопросах развития сферы информатизации и связи, их места в глобальных трансформациях, стратегии реформ, направленных на модернизацию всех сфер общественной жизни. Выработка и дифференцированное применение эффективных регуляторных стратегий в указанной сфере наполнит государственную регуляторную политику необходимым содержанием и станет в 2014 году действенным механизмом выполнения Программы экономических реформ на 2010–2014 годы "Зажиточное общество, конкурентоспособная экономика, эффективное государство" [1, с.48].

Потребность в усовершенствовании концептуальных подходов в государственном регулировании подтверждает современная практика функционирования рынков телекоммуникаций и информатизации.

Проблемы сущности и содержания государственного регулирования хозяйственной деятельности, вопросы взаимоотношений государства и субъектов хозяйствования разных форм собственности определенной мерой рассматривались экономистами, теоретиками права, философами, социологами. Весомый вклад в разработку данной проблемы внесли Аверьянов В. Б., Андрейко О. Ф., Атаманчук Г. В., Афанасьев В. Г., Балабаева З. В., Бахрах Д. Н., Бачило И. Л.,

Василенко И. А., Г. Вебер, Ж. Ведель, Воробиєнко П. П., Долишний Н. И., Ижа Н. Н., Кнорринг В. І., Коренев А. Г., Кравцова Т. Г., Орлов В. Н., Распутенко И. В., Сморгунов Л. В., Дж. Стиглиц, Ф. Уебстер, А. Файоль, Фиалко С. В., Шемшученко Ю. С. и другие. Вместе с тем в работах ученых вопросы государственного регулирования в сфере связи и информатизации освещаются частично и требуют дальнейшего рассмотрения.

Цель исследования имеет научно-практическую направленность и состоит в формировании концептуальных подходов к процессу выработки эффективных стратегий государственного регулирования в сфере связи и информатизации, в формулировании предложений относительно повышения результативности и эффективности регуляторной деятельности в указанной сфере.

Переход к рыночной экономике и появление нового для Украины экономического явления – предпринимательства, потребовали пересмотра всей системы государственного управления связи. Прямое государственное управление подчиненными предприятиями связи со стороны органов исполнительной власти, начиная с 2006 года, эволюционирует в гибкое управление деятельностью субъектов рынка телекоммуникаций с использованием административных и экономических подходов, осуществляемое независимым государственным регулятором – Национальной комиссией, которая осуществляет государственное регулирование в сфере связи и информатизации [2].

Что же представляет собой государственное регулирование? Для этого следует обратиться к этимологии самого слова "регулирование". Термин "регулирование" происходит от латинского слова "regulo", имеет значение "устраиваю, упорядочиваю" [3, с.108]. Термин регулирование, как вид деятельности государства и его соответствующих ветвей власти, получил воплощение в Конституции Украины. Так, Конституцией Украины определены основы системы государственного регулирования хозяйственной деятельностью. Конституционными основами системы государственного регулирования следует считать законность, верховенство права, демократизм, распределение власти, публичность, гласность, то есть неизменные основы конституционного порядка, закрепленные в разделе 1 Конституции Украины [4]. Определение вопросов, связанных с государственным регулированием, нашло отображение в законах и других нормативно-правовых актах Украины. В статье 1 Закона Украины "Об основах государственной регуляторной политики в сфере хозяйственной деятельности" государственная регуляторная политика определяется как "направление государственной политики, направленное на усовершенствование правового регулирования хозяйственных отношений, а также административных отношений между регуляторными органами или другими органами государственной власти и субъектами хозяйствования, недопущение принятия экономически нецелесообразных и неэффективных регуляторных актов, уменьшение вмешательства государства в деятельность субъектов хозяйствования и устранение препятствий для развития хозяйственной деятельности, которая осуществляется в пределах, в порядке и способом, которые установлены Конституцией (254к/96-ВР) и законами Украины [5].

Для качественной реализации регуляторной политики в Украине приобретает ключевое значение разработка и реализация в сфере связи и информатизации политики эффективного управления "Good governance", основанной на экосознании, экостратегиях, гибком регулировании, максимальном привлечении институтов гражданского общества к процессам принятия решений и устранению общественных проблем [6, с. 42].

Как указано в статье 16 Закона Украины "О телекоммуникациях" "целью государственного регулирования в сфере телекоммуникаций является максимальное удовлетворение спроса потребителей на телекоммуникационные услуги, создание благоприятных организационных и экономических условий для привлечения инвестиций, увеличение объемов услуг и повышение их качества, развитие и модернизация телекоммуникационных сетей с учетом интересов национальной безопасности" [2].

Особенностью государственного регулирования является то, что регулирование осуществляется преимущественно с помощью правовых и административных механизмов.

Механизм административно-правового регулирования - это взятая в единстве система административных и правовых средств, методов, способов и форм (инструментов – авт.), с помощью которых нормативность права переводится в упорядоченность общественных отношений, удовлетворяются интересы субъектов права, устанавливается и обеспечивается правопорядок. По родственным признакам механизмы государственного регулирования в сфере связи и информатизации можно объединить в несколько групп средств: административные, нормативно-

правовые, финансово-экономические, мониторинга, контроля соответствия, информативно-коммуникативные, другие [7, с.52-53].

Анализ теории и практики государственного управления показал эффективные подходы и методы достижения цели государственного регулирования в сфере связи и информатизации в современных условиях, а именно: *системный*, к*омплексный, функциональный,* р*езультативный*, п*родуктивный*, а*нтимонопольный, оценочный*, п*рогнозный, интеграционный, ситуационный*, с*труктурный*, а*нализа и синтеза*, с*татистический*, п*рограммно-целевой, стратегический, оперативный и тактический, другие.* Совокупность этих подходов и методов в сочетании с гибким государственным управлением и действенным государственным надзором наполняют новым содержанием государственную регуляторную политику в указанной сфере.

К системе национальных регуляторов в сфере связи и информатизации Украины относятся следующие институты: Верховная Рада Украины; Президент Украины; Кабинет Министров Украины; Администрация Государственной службы специальной связи и защиты информации Украины; Национальная комиссия, которая осуществляет государственное регулирование в сфере связи и информатизации. Национальная комиссия, которая осуществляет государственное регулирование в сфере связи и информатизации является независимым государственным регуляторным органом (организационно не принадлежит к существующим ветвям власти), который непосредственно осуществляет государственное регулирование, имеет полномочие органа лицензирования, разрешительного органа, органа государственного надзора (контроля), в полномочия которого входят: обеспечение реализации единой государственной политики по вопросам государственного регулирования в сфере связи и информатизации и развития информационного общества [8]. НКРСИ создана как государственный коллегиальный орган Указом Президента Украины от 23.11.2011 № 1067/2011 "О Национальной комиссии, которая осуществляет государственное регулирование в сфере связи и информатизации" [8].

Основными направлениями государственного регулирования являются: 1) нормативно-правовое обеспечение функционирования рынка телекоммуникаций, услуг почтовой связи и информатизации, использования радиочастотного ресурса; 2) государственная защита прав, свобод и законных интересов субъектов рынка и государства; 3) ведение антициклической политики с целью стабилизации экономических колебаний; 4) защита отечественного товаропроизводителя и государственная поддержка внедрения новейших технологий; 5) обеспечение равных условий деятельности субъектов, здоровой конкуренции и борьба с монополизмом на рынке; 6) минимизация неминуемых негативных последствий рыночных процессов; 7) обеспечение государственного надзора за соблюдением субъектами рынка законодательства и контроль за качеством телекоммуникационных услуг и удовлетворением спроса потребителей, другие.

Особое место в процессе государственного регулирования занимает такая разновидность регуляторной деятельности государства, как государственный надзор. Исторически государственный надзор в связи перестал быть внутри ведомственным ("министерским") и с 2006 года стал одной из форм правительственного, а в последствии и парламентского контроля в сфере связи, который имеет отличительные особенности [9, с. 63]. Действенный государственный надзор в сфере связи и информатизации сегодня дал возможность надлежащего государственного регулирования деятельности на рынке частных операторов (провайдеров) телекоммуникаций, пользователей радиочастотного ресурса Украины (РЧР). Поэтому требуется надлежащая регламентация государственного надзора.

Следует отметить, что государственное регулирование в сфере связи и информатизации крайне необходимо, но только путем формирования и реализации выверенных социополитических стратегий, направленных на модернизацию Украины, ее интеграцию в мировое информационное пространство, внедрение новых механизмов защиты прав, свобод и законных интересов граждан, интересов государства.

С целью содействия имплементации в Украине наилучших достижений зарубежных стран в сфере государственного регулирования электронных коммуникаций, целесообразно внедрить в регуляторной политике сегодня новые подходы, основанные на соционаправленных стратегиях, результатом применения которых является обязательное прямое или косвенное положительное влияние сферы связи и информатизации на здоровье и благосостояние человека, природу и общество [10, с. 380].

Внедрение рассмотренных в этой статье подходов и методов государственного регулирования в совокупности с действенным государственным надзором составляют новую концептуальную базу развития сферы связи и информатизации Украины. При этом особого внимания требуют вопросы государственного регулирования доступа к ресурсам украинского сегмента всемирной сети Интернет, предоставление/получение информационных интернет-услуг, электронной коммерции на территории Украины. Учитывая, что киберпространство практически не имеет границ, с целью предупреждения правонарушений и прекращения их действия, улучшения правовой обстановки в сфере связи и информатизации, насущной необходимостью является разработка и внедрение административно-правовых процедур государственного надзора в киберпространстве регионов и Украины в целом.

Литература:

1. *Президент Украины Янукович В. Ф.* Указ от 12.03.2013 о Национальном плане действий на 2013 год относительно внедрения Программы экономических реформ на 2010 - 2014 годы "Зажиточное общество, конкурентоспособная экономика, эффективное государство". - [Электронный ресурс] : - Режим доступа: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/n0004100-10 . - Дата доступа: 30.09.2013.

2. *Закон Украины* "О телекоммуникациях" в редакции от 07.01.2013 № 1280-15. - [Электронный ресурс] : - Режим доступа : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1280-15

3. *Словарь синонимов украинского языка*: В 2 т [Текст] / А. А. Бурячок, Г. Г. Гнатюк, С. І. Головащук и др. - К. : Науч. Мысль, 2001. - Т.2.

4. *Конституция Украины*. Официальный вестник Украины от 01.10.2010 - 2010 г., / № 72/1 Специальный выпуск /, стр. 15, статья 2598.

5. *Закон Украины* "О принципах государственной регуляторной политики в сфере хозяйственной деятельности", в редакции от 01.01.2013, документ № 1160-15. - [Электронный ресурс] : - Режим доступа : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1160-15

6. *Гапанович Я.* Экостратегии государственного регулирования в сфере связи и информатизации региона [Текст] / Я. Гапанович // Актуальные проблемы государственного управления : зб. научн. тр. ОРИГУ / [глав. ред. Н. Н. Ижа]. Вип. 3 (51). - Одесса : ОРИГУ НАГУ, 2012. - С.40-43.

7. *Гапанович Я.* Государственный надзор как административно-правовой механизм регуляторной политики государства в сфере телекоммуникаций, услуг почтовой связи, использования радиочастотным ресурсом Украины. /Я. Гапанович//. Актуальные проблемы государственного управления: зб. науч. тр. ОРИГУ /[глав. ред. Н.Н. Ижа]. Вып. 1 (45). - Одесса: ОРИГУ НАГУ, 2011. - С. 51-54.

8. *Президент Украины Янукович В. Ф.* Указ от 23.11.2011 № 1067/2011 О Национальной комиссии, которая осуществляет государственное регулирование в сфере связи и информатизации с изменениями, внесенными Указом Президента № 469/2013 (469/2013) от 02.09.2013. - [Электронный ресурс] : - Режим доступа : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1067/2011 .

9. *Гапанович Я. В.* Государственный надзор в сфере связи и информатизации Украины в условиях модернизации. /Я. В. Гапанович// Научные труды Академии управления при Президенте Республики Беларусь /учредитель - Академия управления при Президенте Республики Беларусь. - Вып. 15 в 2ч. Ч.II Государственное управление (2013). - Минск : Акад. Упр. При Президенте Респ. Беларусь, 2013. - С. 57-69.

10. Орлов В. Н., Гапанович Я. В. Экостратегии развития инфокоммуникаций Украины /В. Н. Орлов, Я. В. Гапанович//. - Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. - Ростов-На-Дону: ПЦ "Университет" СКФ МТУСИ, 2013. - С. 378-381.

Н.Н. Чернышев, И.А. Гарматенко

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОСТРОЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина

Ключевые слова: датчик, АСУ ТП, беспроводная связь, топология, Mesh-сети, Z-Wave, ISA100.11a, WirelessHART, Wavenis, Zigbee.

Показано преимущество беспроводных сетей перед проводными в системах управления. Описана децентрализованная схема организации сети. Представлены факторы, в соответствии с которыми выбирается та или иная технология…

N.N. Chernishev, I.A. Garmatenko

WIRELESS TECHNOLOGY IN CONSTRUCTING MODERN INFORMATION AND CONTROL SYSTEMS

Donetsk National Technical University, Donetsk, Ukraine

Keywords: sensor, automated process control system, wireless, topology, Mesh-network, Z-Wave, ISA100.11a, WirelessHART, Wavenis, Zigbee.

The advantage of wireless networks before wired control systems. Described decentralized networking scheme. Shows the factors under which selects one or the other technology...

Беспроводная связь в промышленности.

Роль органов чувств в инженерных системах выполняют датчики - от самых простейших контактных до интеллектуальных датчиков различных физических величин. Чем больше датчиков, тем больше информации и тем она полнее, а это значит, что в разы повышается качество управления. Объединяют любые датчики два непременных условия: наличие источника энергии и канала связи с центральным устройством, собирающим информацию. Это же накладывает ограничение на понятное желание проектировщика увеличить число датчиков в ключевых местах сооружения и элементах инженерных систем. Часто это невозможно в силу необходимости прокладки километров кабельных каналов, по которым информация от датчиков поступает в центральное устройство. Частично эту проблему можно решить, используя автономный источник питания и последовательные шины, но это не избавляет проектировщика от всех проблем, а владельца от необходимости планировать затраты на монтаж кабельной инфраструктуры. В некоторых случаях прокладка кабеля физически невозможна[1].

По оценкам специалистов, сбор и обмен данными в реальном времени о различных аспектах производственных процессов приведет в ближайшие годы к многократному увеличению информационных потоков между датчиками, управляющими контроллерами и системой диспетчерского управления АСУ ТП. Для решения задач передачи и обработки таких потоков сегодня применяются как проводные так и беспроводные сети.

Отказ от проводов дает массу преимуществ: быстроту и легкость развертывания, реструктуризации и масштабируемости сетей, мобильность, уменьшение расходов на прокладку кабелей связи.

Кроме того, применение беспроводных технологий позволяет развертывать сети передачи данных в местах, не предполагающих проведения кабельных работ, скажем, в силу особенностей конструкции, по соображениям безопасности, при отказе арендатора или по каким-либо другим причинам.

Возможность отказа от кабельных прокладок уже давно привлекает разработчиков и пользователей систем автоматизации. Ведь кабели могут медленно разрушаться, например, под влиянием химического воздействия и других факторов внешней среды, присутствующих в производственных помещениях. Их повторная прокладка очень трудоемка и требует больших финансовых затрат.

Беспроводная связь завоевывает все более прочные позиции за счет совершенствования стандартов, а также благодаря своим неоспоримым преимуществам. Полный отказ или сокращение числа кабельных линий, ведущих к контроллерам, датчикам и управляющим устройствам, значительно снижают временные и финансовые издержки на этапах проектирования, развертывания и эксплуатации сети. Это позволяет уменьшить затраты до 90% по сравнению с проводным подключением. Масштабируемость и гибкость беспроводной сети существенно облегчают жизнь при реструктуризации промышленного предприятия и его расширении, в том числе при переезде [2,5].

В этой связи на рынке встраиваемых систем начали появляться технологии децентрализованных систем управления и сбора данных, а именно - Беспроводные Сенсорные Сети (Wireless Sensor Network).

Распространившаяся в них топология Mesh-сетей (ячеистые сети) основана на децентрализованной схеме организации сети, что дает высокую степень надежности. Сеть можно представить в виде узлов, которые не только предоставляют возможность связи с сетью, но и выполняют функции маршрутизаторов / ретрансляторов для других узлов этой же сети [2,4,5,6,7].

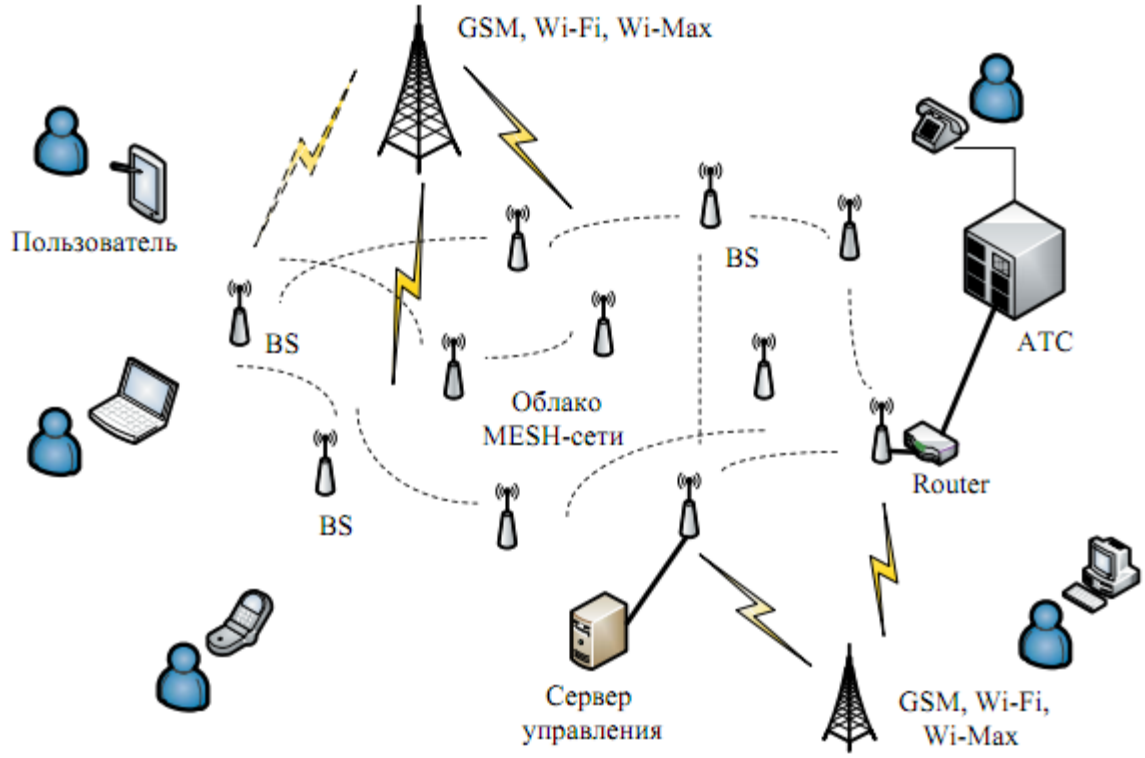


Рисунок 1. Топология Mesh-сети

Благодаря этому появляется возможность создания самоустанавливающейся и самовосстанавливающейся сети. Mesh-сети строятся как совокупность кластеров. Территория покрытия разделяется на зоны, число которых теоретически не ограничено. В зависимости от конкретного решения узлы сети могут выступать в роли ретранслятора (транспортный канал) либо ретранслятора и абонентской точки доступа. Особенностью Mesh является использование специальных протоколов, позволяющих каждой точке доступа создавать таблицы абонентов сети с контролем состояния транспортного канала и поддержкой динамической маршрутизации трафика по оптимальному маршруту между соседними точками. При отказе какого-либо из узлов, происходит автоматическое перенаправление трафика по другому маршруту, что гарантирует не просто доставку трафика адресату, а доставку за минимальное время. Процедура расширения сети ограничивается установкой новых узлов, интеграция которых в существующую сеть происходит автоматически. Недостаток подобных сетей заключается в том, что они используют промежуточные пункты для передачи данных; это может вызвать задержку при пересылке информации и, как следствие, снизить качество трафика реального времени [1].

Требования к беспроводным стандартам.

Очевидно, что при внедрении беспроводных технологий в АСУ ТП следует учитывать некоторые особенности.

Сегодня основная проблема для пользователя, решившего применить беспроводные решения, заключается в выборе соответствующей технологии. Существует множество типов беспроводной связи и, как и в проводных сетях, к различным системам предъявляются различные требования.

При выборе технологии следует руководствоваться следующими факторами:

1. Объем данных: некоторым потребителям требуется собирать мегабиты данных в секунду, другим необходимо всего лишь несколько раз в сутки включать и выключать отдельные устройства.
2. Время отклика: когда устройство является частью цепи, получение команды в заданный момент является существенным критерием. Требуемое время реакции может составлять несколько микросекунд.
3. Надежность отклика: будет ли сообщение получено наверняка и, если нет, какова вероятность обнаружения ошибок? Здесь при выборе технологии важную роль играют помехи.
4. Дистанция связи: расположены ли узлы сети на большой территории или сосредоточены в одном месте? Дистанция может составлять от нескольких метров для подвижных частей механизма до нескольких километров для насосных станций распределительной сети. Охватываемое расстояние задает потребляемую мощность и зачастую определяет, можно ли использовать не требующую лицензирования технологию связи.
5. Число узлов связи: требуется ли связь только между двумя узлами, или в ней участвует множество узлов, что потребует использовать более совершенную структуру связи (топология Scatternet) [3].

К самым перспективным беспроводным сенсорным сетям относятся: Z-Wave, ISA100.11a, WirelessHART, Wavenis, Zigbee.

Беспроводные сенсорные сети состоят из миниатюрных вычислительных устройств - мотов, снабженных измеряющих различные физические величины и приемопередатчиками сигналов, работающими в определенном частотном диапозоне. Поскольку размер мота должен быть небольшим, его питание осуществляется от маломощной батареи. Моты используются только для сбора и первичной обработки сенсорных данных, которые они пересылают по цепочке друг другу, а в конечном счете специальному устройству - шлюзу, имеющему соединение с сетью. Основная обработка сенсорных данных осуществляется пользовательскими приложениями сети [7,8].

Последние технологические инновации относятся в первую очередь к программному обеспечению, а также к аппаратной части (увеличение области действия приемопередатчиков сигналов, продление срока службы батарей при уменьшении их размеров, появление новых сенсорных датчиков, дальнейшая миниатюризация устройств). Разработанные программные средства позволяют не только автоматически развертывать сенсорные сети, но и перепрограммировать их, удаленно управлять режимами функционирования, сбором и визуализацией данных [8]. В таблице 1 приведены характеристики перечисленных беспроводных стандартов.

Таблица 1. Сравнение характеристик беспроводных стандартов.

Параметр	ZigBee	Z-Wave	WirelessHart	ISA100.11a	Wavenis
Частота вещания, ГГц	0,868/0,915/2,4	0,908/0,868	2,4	2,4	0,433/0,868/0,915
Скорость передачи, кбит/с	20..250	9,6..40	250	250	4,8-100
Радиус действия, м	75	30	200	-	до 1000м

Выводы.

Последние достижения в беспроводных технологиях уже сейчас обеспечивают преимущества для автоматизации технологических процессов. Большее число точек измерения поможет повысить производительность труда, сделать более эффективным управление запасами, сократить объем работ по техобслуживанию и способствовать оптимизации производительности предприятия в целом. Расходы на установку беспроводного соединения составляют небольшую часть обычных затрат на монтаж, обеспечивая значительную экономию по сравнению с традиционными проводными точками установки.

Литература:

1. Онуфриев В.А. Построение беспроводных сенсорных сетей на базе стека протоколов One-Net [Электронный ресурс] / В.А.Онуфриев. Е.В. Полетаев, Ю.Б. Шаропин. Режим доступа:http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/technical-sciences/informatics-computer-science-and-automation/2781-onufriev-ba-eb-poletayev-ub-sharopin.

2. Алевский Д.А. Технология развертывания локальных беспроводных радиосетей ZigBee в системах промышленной автоматизации и диспетчеризации /Д.А. Алексеевский. А.Е. Плеханов. А.Д. Яманов// «ИСУП». -2011. -№ 6 (36). С. 26–32.

3. Иванин О. Обзор.Средства беспроводной передачи информации в системах АСУ ТП [Электронный ресурс] / О.Иванин. Режим доступа: http://ua.automation.com/content/obzor-sredstva-besprovodnoj-peredachi-informacii-v-sistemah-asu-tp.

4. Хамов А.А. Применение беспроводных решений Smart Wireless для мониторинга параметров технологических процессов / А.А. Хамов // Приборы и средства автоматизации. -2010. -№1(27). – С.45.

5. Jianping Song, Song Han, Aloysius K. Mok, Deji Chen, Mike Lucas, Mark Nixon, Wally Pratt Wireless HART: Applying Wireless Technology in Real - Time Industrial Process Control // IEEE Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium, 2008. – P. 378-386.

6. WirelessHART vs. ISA100.11a -- What's the Difference? [Электронный ресурс] / Control Global. Process Automation Technologies. Режим доступа: http://www.controlglobal.com/articles/2012/nixon-wireless-isa/

7. Г.В. Попков Mesh-сети: перспективы развития, возможные применения / Г.В. Попков // Проблемы информатики. – 2012. - № 3/9. – 74-79.

8. М. Сергиевский Беспроводные сенсорные сети. Часть 2 [Электронный ресурс] / Сергиевский М. // Журнал «САПР и графика». Режим доступа: http://www.sapr.ru/Article.aspx?id=18943.

С.С. Новицкая

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РЫНКА УСЛУГ СВЯЗИ УКРАИНЫ

Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, г. Одесса, Украина

Ключевые слова: рынок, почтовая связь, телекоммуникации, мобильная связь, фиксированная связь, широкополосная (компьютерная) связь, операторы связи.

Рассмотрено современное состояние рынка связи Украины. Проанализированы доходы отрасли связи за 2008-2012 гг. Изучена динамика телекоммуникационного рынка Украины с обоснованием замедления развития. Определены условия для дальнейшего развития рынка услуг связи Украины.

S.S. Novitskaya

CURRENT STATUS AND TRENDS OF COMMUNICATION SERVICES MARKET IN UKRAINE

Odessa National Academy of Telecommunications named Popov, Odessa, Ukraine

Keywords: market, postal services, telecommunications, mobile telephony, fixed telephony, broadband (computer) communications, telecom operators.

The current state of the market of Ukraine. Analyzed the communications industry revenues in 2008-2012. The dynamics of the Ukrainian telecommunications market with justification slowing development. The conditions for the further development of the telecommunications services market in Ukraine.

Рынок связи – один из самых развитых и наиболее инновационно-ориентированных рынков Украины, главной целью которого является обеспечение интересов каждого потребителя и украинского общества в целом, создание высокоразвитой информационно-телекоммуникационной инфраструктуры. Стремительное развитие услуг связи обусловлено устойчивостью рыночных позиций, стабильным спросом на услуги, высокой конкуренцией, внедрением технологических новинок. Сегодня украинский рынок связи – это [1]:

- 2114 операторов, имеющих лицензии на определенный вид деятельности в сфере телекоммуникаций;
- 43,5% жителей Украины, имеющих доступ к сети Интернет;
- 35% домохозяйств, имеющих широкополосный доступ к сети Интернет;
- 1/5 часть украинских домохозяйств, имеющих доступ к услугам кабельного телевидения;
- практически полное покрытие территории Украины подвижной (мобильной) связью, уровень проникновения которой, по данным телекоммуникационных операторов, составляет 130,3% от всей численности населения Украины.

Рассматривая состояние рынка услуг связи Украины, следует отметить, что эта сфера деятельности в течение длительного времени сохраняет тенденцию роста доходов от предоставления услуг. За 2012 год доходы от реализации услуг связи составили 52,3 млрд. грн., что на 6,2 млрд. грн. (на 13,5%) больше по сравнению с 2008 годом и на 1990,4 млн. грн., или на 4% больше по сравнению с прошлым годом.

Для выявления состояния и тенденций развития рынка услуг связи важен анализ сегментации этого рынка и его динамика. Сегодня выделяют два сегмента рынка услуг связи – телекоммуникационный сектор, и сектор услуг почтовой связи. При этом состояние и динамика рынка услуг связи решающим образом определяется состоянием дел в телекоммуникационном секторе; доходы от предоставления телекоммуникационных услуг в 2012 году по сравнению с 2011 годом увеличились на 3,8% и составили 48 млрд. грн. Доходы от предоставления услуг почтовой связи увеличились на 6% и составили за 2012 год 3,3 млрд. грн. Рост доходов произошел, в основном, за счет роста доходов от предоставления телекоммуникационных услуг на 1,8 млрд. грн. Удельный вес доходов телекоммуникационных услуг в общем объеме доходов отрасли связи практически остался на уровне 2011 года - 91,8%, при этом удельный вес услуг почтовой связи составляет 6,3%.

Сфера телекоммуникаций является одной из важных составляющих инфраструктуры национальной экономики. В современных условиях хозяйствования обеспечение устойчивого развития телекоммуникаций является важной предпосылкой в развитии конкурентоспособной рыночной экономики и интеграции Украины в глобальное информационное общество. Развитие рынка телекоммуникаций должен осуществляться опережающими темпами по сравнению с общими темпами развития экономики. Медленные темпы развития телекоммуникаций вызывают снижение конкурентоспособности всей экономики Украины. Такая ситуация в первую очередь связана с рынком мобильной связи, который в Украине является сферой, в течение длительного времени устанавливающей значительные объемы и динамику доходов от предоставления телекоммуникационных услуг. Общая доля мобильной связи в общих доходах от предоставления

телекоммуникационных услуг, по итогам 2012 г., составила 65,7 %. В настоящее время происходит существенное замедление темпов роста доходов от предоставления услуг мобильной связи. Если за 2006-2008 гг. ежегодный прирост составлял в среднем около 27% , то в 2011 г. доходы по сравнению с предыдущим годом увеличились на 7,6% (с 28,8 до 31 млрд. грн.), а в 2012 году только на 1,7% (31, 6 млрд. грн.) [2].

Причинами такого замедления служат несколько обстоятельств

Во-первых, достигнутый в Украине уровень плотности мобильной связи находится на уровне развитых стран (где мобильных телефонов значительно больше, чем население), что позволяет сделать вывод об определенном насыщении рынка сотовой связи и дальнейшем уменьшении темпов роста этого сегмента рынка. Общий уровень проникновения мобильной связи в Украине составляет 130,3 %. Однако реальный уровень мобильной связи в 2012 году составил 85 % по экспертным оценкам.

Во-вторых, тенденция к постоянному уменьшению дохода телекоммуникационных операторов в расчете на одного абонента мобильной связи. Так, за 2008-2012 гг. доходы снизились с 543,50 до 444 грн. в год. Это связано с повышением уровня конкуренции (и, как следствие, со снижением тарифов для пользователей услуг), изменением структуры потребителей за счет сокращения доли корпоративных абонентов и увеличением общего количества пользователей путем привлечения менее состоятельных слоев населения. Доходы от услуг междугородной и международной связи уменьшились по сравнению с 2011 годом на 13,3%, в основном за счет уменьшения объемов потребления через замещение услугами мобильной связи и осуществления звонков через сеть Интернет.

Проведенный анализ телекоммуникационного рынка дает возможность сделать выводы, что отрасль связи в Украине показывала высокую эффективность своего функционирования, однако в последние годы появились определенные признаки замедления динамики развития:

- часть отрасли связи в ВВП страны начала уменьшаться;
- такие сегменты сферы телекоммуникационных услуг, как местная телефонная связь и мобильная связь достигли своего насыщения, динамика их развития носит устойчивый характер;
- междугородная и международная фиксированная телефонная связь характеризуется уменьшением доходов, и постепенно эволюционируют к депрессивному состоянию;
- все другие услуги, кроме компьютерной связи, пока не являются существенными в процессе формирования общих показателей отрасли и еще ждут своего часа по определению стратегических перспектив.

Если проанализировать необходимые условия для дальнейшего перспективного и успешного развития сферы телекоммуникаций, то можно прийти к выводам, что такие условия имеются в украинском государстве. К таким условиям относятся:

1. Достаточно высокая емкость рынка - 45,5 млн. человек.
2. Транзитное положение страны, высокая интенсивность внешних товарных, финансовых, транспортных, людских потоков.
3. Высокий уровень образованности населения: по количеству лиц с высшим образованием на 1000 жителей, Украина – среди первых 20 стран мира.
4. Высокий уровень урбанизации – около 70% населения Украины проживает в городах, а также значительное разбрасывание крупных городских центров по территории Украины.
5. Культурная и потребительская ориентация значительной части населения на европейские стандарты и условия жизни в результате высокой интенсивности культурного, миграционного и хозяйственного обмена со странами западной Европы, где уровень развития телекоммуникаций значительно выше, чем в Украине.
6. Достаточно высокий уровень развития организаций и учреждений сфер общественной жизни, и тех отраслей, которые являются наиболее интенсивными потребителями телекоммуникационных услуг.

Литература:

1. Гранатуров В.М. Управління послугами зв’язку / В.М. Гранатуров, І.В. Літовченко. – Київ «Освіта України». – 2010. – 151 с.

2. Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/default.aspx

Е.В. Переверзев, И.А. Енгибарян

РЕАЛИЗАЦИЯ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРУКТУРЕ ИНФОКОММУНИКАЦИОНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ХОЛДИНГА

Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, Ростов – на – Дону

Ключевые слова: облачные технологии, инфокоммуникационное обеспечение, машиностроительный холдинг, контент-ориентированное обслуживание, информационная среда, мультисервисная система, частное облако предприятия, корпоративное облако холдинга, транспортная сеть, сеть доступа.

Рассматривается задача обеспечения доступа к контент-ориентированному обслуживанию в базисе «облачных технологий» для крупнейшей в России компании в области транспортного машиностроения ЗАО «Трансмашхолдинг», в состав которого входит Новочеркасский электровозостроительный завод. Предложены решения на основе «частных облаков предприятий» и «корпоративного облака холдинга» на основе гибридных архитектур. Показано, что реализация данного решения возможна только при наличии транспортной среды NGN технологии OTN – OTH и среды доступа уровня NGA с организацией доступа по технологии 10Gb FTTH – 100Gb FTHH.

E.V. Hereverzev, I.A. Engibaryan

CLOUD TECHNOLOGY IMPLEMENTATION IN THE STRUCTURE OF INFOCOMMUNICATION SOFTWARE ENGINEERING HOLDING

The North Caucasus branch of the Moscow Technical University of Communications and Informatics

Keywords: cloud technology, info-communication software, engineering holding, content-oriented service, information environment, multi-service system, private enterprise cloud, corporative cloud of the holding, transport network, access network.

The problem of access to content-oriented services in the basis of "cloud computing" for Russia's largest company in the field of transport engineering ZAO "Transmashholding", which includes the Novocherkassk Electric Locomotive Plant is consideration. Proposed solutions based on a "private cloud business" and "corporate clouds holding" based on hybrid architectures. It is shown that the implementation of this solution is possible only if the transport medium NGN technology OTN - OTH and medium-level access NGA for the organization of access technology 10Gb FTTH - 100Gb FTHH are present.

Коренное преобразование промышленности и производительных сил Ростовской области в настоящее время возможно только на путях инновационного развития, что требует доступа к большому объему мировых информационных ресурсов в режиме «он-лайн» на основе контент-ориентированного обслуживания [1].

Под контент-ориентированным обслуживанием понимается такой подход к инфокоммуникационному обеспечению, при котором информационная база, системные процессы и программное обеспечение не находятся непосредственно у пользователя (управленца, ученого, конструктора, технолога) на его персональном компьютере, а являются для него виртуальной, размещенной на серверах центров обработки данных (ЦОД) различного уровня иерархии или в сети Интернет, причем пользователь имеет гарантированный доступ к любому информационному ресурсу со скоростью, обеспечивающей эффективное решение управленческих, научно-конструкторских и технологических задач.

Основным способом реализации контент-ориентированного обслуживания являются «облачные технологии». Сущность «облачной» инфраструктуры в структуре предприятия средних размеров рассмотрена в [2], но в работе не затрагиваются вопросы транспортирования и распределения циркулирующих в данной инфраструктуре мультимедийных сигналов. Кроме того, базовые промышленные предприятия в настоящее время объединены в холдинги. Так крупнейший российский производитель магистральных и промышленных электровозов – Новочеркасский электровозостроительный завод (НЭВЗ) входит в состав ЗАО «Трансмашхолдинг», в который кроме НЭВЗ входят Всероссийский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт электровозостроения (ВЭлНИИ), а так же около 16 производственных фирм, расположенных на территории России и Украины, и представительства в Казахстане, Узбекистане и Белоруссии. Штаб-квартира – в Москве.

Предприятия «Трансмашхолдинга» производят магистральные и промышленные электровозы, магистральные и маневровые тепловозы, грузовые и пассажирские вагоны, вагоны электропоездов и метро, вагонное литьё, тепловозные и судовые дизели, дизель-генераторы, комплектующие для железнодорожного подвижного состава и городского рельсового транспорта, а также осуществляют ремонт и сервисное обслуживание ранее выпущенной продукции [3]. Поэтому, создание инфраструктуры инфокоммуникационного обеспечения НЭВЗ необходимо решать в общей структуре инфокоммуникационного обеспечения машиностроительного холдинга на основе реализации «облачных технологий».

Реализация «облачных технологий» в структуре инфокоммуникационого обеспечения машиностроительного холдинга требует:

- создания единой информационной среды холдинга;
- развертывания гибридных мультисервисных систем инфокоммуникационного обеспечения предприятий;
- формирование ЦОД различного уровня иерархии;
- разработки оптимальных способов транспортирования мультимедийных сигналов по магистралям первичной сети ЕСЭ;
- обеспечения высокоскоростного доступа к мультимедийной информационной среде;
- оптимизации управления IT-инфраструктурой с учетом фактора управления услугами в реальном времени;
- поддержки мобильных пользователей;
- мониторинга качества предоставляемых услуг и работы сетевого оборудования.

Создание единой информационной среды холдинга предполагает создание «частных облаков предприятий» и «корпоративного облака холдинга», обеспечивающих предоставление контент-ориентированных услуг в реальном времени. Основная идея подхода – создание «гибридных облачных сред» на основе вычислительных и информационных ресурсов по определенной предметной области.

Построения «частного облака предприятия» подразумевает создание динамической инфраструктуры, удовлетворяющей потребности структурных подразделений предприятия в различных ИТ-сервисах в соответствии с профилем их деятельности. При этом может быть реализован один из следующих трех типов организации «частного облака»:

- инфраструктура как сервис (IaaS);
- платформа как сервис (PaaS);
- приложение как сервис (SaaS).

Гибридные архитектуры, реализованные либо как продолжение корпоративными ресурсами ограниченных возможностей «частных облаков», либо как заранее заданное распределение вычислительных возможностей между «облачными» средами общего и санкционированного доступа, предъявляют к каналам связи еще более высокие требования по скорости передачи. Кроме того, для обеспечения сохранности данных необходимо многократно увеличивать требуемую ширину полосы пропускания транспортного канала связи, а также необходимо предусмотреть избыточную емкость для дополнительного кодирования в целях защиты информации. Реализация этих требований возможна только при наличии транспортной среды и среды доступа уровня NGN и NGA.

Высокие скорости транспортирования контента могут быть обеспечены при реализации в базисе NGN технологии OTN – OTH, которая предусматривает использование многоволновых мультисервисных платформ, реализующих DWDM с использованием LCAS, MPLS, 40 GbE & 256 GbE технологий. На уровне сети доступа необходимо обеспечить пропуск мультимедийных сигналов со скоростью не менее 10Гбит/с. Это требует развертывания на предприятии полномасштабной сети доступа по технологии 10GbE-FTTH или с учетом перспектив развития – 100GbE-FTTH, соответствующие требованиям стандарта IEEE Std 802.3ba 100 Gigabit Ethernet [4].

В соответствии с этим стандартом 100GbE сетевые устройства для реализации «облачных технологий» должны:

- поддерживать скорость передачи данных 100 Гбит/с на логическом MAC-уровне управления доступом к среде передачи данных;
- поддерживать только полно дуплексные режимы Ethernet уровня MAC;
- сохранять формат кадра Ethernet 802.3 уровня MAC;
- обеспечивать для интерфейса между уровнями MAC и PHY (физическим) поддержку значения BER (коэффициента битовых ошибок) не хуже 10^{-2};
- сохранять минимальный и максимальный размеры кадров стандарта IEEE 802.3;
- обеспечивать совместимость с оптическими транспортными сетями OTN.

Для реализации стандарта 100 Гбит Ethernet в сетевых устройствах могут использоваться разработанные фирмой Xilinx на основе FPGA Virtex-7 H580T трансиверы 28 Гбит/с с низким фазовым шумом, сетевые карты Nxl00 Гбит/с и 400 Гбит/с и оптические модули CFP2. Такой комплект устройств обеспечивает быстрый доступ к информации, хранящейся в «облаках», обладает широкой полосой передачи данных на скорости не менее 100 Гбит/с, высокой плотностью портов, низким энергопотреблением и сочетает требуемую масштабируемость с невысокой стоимостью конечного оборудования.

Поскольку на уровне городских первичных сетей городов областного подчинения провайдеры в основной массе не нуждаются в таких скоростях, возникает необходимость прокладки отдельной волоконно – оптической магистрали от ближайшего ТЗУС до узла доступа предприятия. Наиболее экономически целесообразным и эффективным с точки зрения информационной защищенности решением является прокладка волоконно - оптического кабеля на кооперативных началах при условии, что требуемое число ОВ будет являться собственностью предприятия и оборудование доступа других пользователей к ним подключаться не будут.

Литература:

1. А.П. Оситис. Проблемы перехода отечественных телекоммуникаций на контеннт-ориентированное обслуживание. ЭЛЕКТРОСВЯЗЬ, 9, 2011 с. 11-14.
2. А.Р. Хавронова. Облачная инфраструктура на предприятии средних размеров. Труды СКФ МТУСИ, 2013, с. 248-250.
3. Трансмашхолдинг. http://www.tmholding.ru/about_us/.
4. IEEE 802.3ba-2010. IEEE Standard for Information Technology. Amendment 4: Media Access Control Parameters, Physical Layers and Management Parameters for 40 Gb/s and 100 Gb/s Operation. IEEE, 22 June 2010.

Б.П. Смирнов, А.Б. Зверев, К.Е. Легков

К ВОПРОСУ О СОЗДАНИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

ЗАО «НПЦ ИРС», г. Москва

Ключевые слова: информационное пространство, управление, автоматизация, классификаторы, база данных.

Автоматизированная система управления специального назначения представляет собой сложную систему с массовым количеством территориально разнесенных объектов-

первоисточников информации, выстраиваемую постепенно как из типовых, так и нетиповых составных частей. Она характеризуется продолжительным временем развертывания и постоянной адаптацией к неизбежным изменениям автоматизируемой среды. Такая система может реализовать свою главную целевую функцию только через совокупную обработку данных, что требует совместимости машинных массивов как на уровне формы, как способа существования содержания, так и содержания данных. В статье раскрыта суть таких основных понятий как «автоматизированная система управления (АСУ)», «информационное пространство АСУ», «классификаторы», а также подробно описан вопрос разрыва и сшивания информационного пространства АСУ.

B.P. Smirnov, A.B. Zverev, K.E. Legkov

TOWARDS THE CREATION INFORMATION SPACE AUTOMATED SYSTEMS SPECIAL PURPOSE

JSC "SPC IRS ", Moscow

Keywords: information space, control, automation, classifications, database.

Automated control system for special purposes is a complex system with a massive amount of geographically dispersed objects first-hand information , to build gradually as of the typical and atypical components. It is characterized by long- time deployment and constant adaptation to inevitable changes automatable environment. This system can realize its main objective function only through the combined processing of data that need to be compatible machine arrays at both the forms as a way of existence content and data content . The article deals with the essence of such basic concepts as "automated control system (ACS)", "information space ACS," "classifiers" and described in detail the issue of discontinuity and stitching information space control systems.

Автоматизированная система управления (АСУ)

АСУ это место, где психическое и физическое в информации сходятся, расходятся и вновь переплетаются. Принципиальное отличие автоматизированной системы от её неавтоматизированной первоосновы (неавтоматизированной системы) в наличии баз (банков) данных. Этот феномен радикально изменил место и значимость массива информации в системе, а появление массовых баз данных породило и проблему их совместимости, проблему совокупной обработки информации.

Здесь и далее речь идет об автоматизированных системах с рассосредоточенными базами данных, хотя рассматриваемое справедливо и для систем с «главным сервером», «виртуальном пространстве» баз данных. Вырожденный вид автоматизированной системы управления – автоматическая система управления (без человека) нами не рассматривается.

Рассматриваемая автоматизированная система управления не должна создаваться «с нуля». Она суть следствие не всегда разумного «вживления» компьютера (машины) в действующую, обычную, не компьютеризированную систему управления.

Следует всегда иметь в виду, что пятый принцип сложных систем Гэлла гласит: «Любая работающая сложная система является результатом развития работавшей более простой системы ... Сложная система, спроектированная «с нуля», никогда не заработает».

Первоисточник информации в системе специального назначения это подчиненный, вооруженный базой данных. Базы данных должны обеспечивать «бесшовный» переход по навыкам и информации в любое время. Информационное обеспечение не может быть разорвано по составу, структуре и средствам представления информации на шкале времени, ибо состав, структура и системы представления информации, принятые в настоящее время, сохраняются и в другое время.

Информационное пространство АСУ.

Если информация дуальна, то дуально и информационное пространство, оно тоже имеет как материальную (физическую), так и психическую составляющую. Основное свойство пространства протяженность. Под информационным пространством автоматизированной системы будем понимать разнесенную в её материальном пространстве совокупность баз данных, воспринимаемых человеком, выделив для рассмотрения её сложно организованную часть – совокупность

совмещаемых баз данных. Информация баз данных это первичная информация информационного пространства.

Совместимость баз данных суть их свойство, при котором массивы двух или более баз данных могут быть объединены воедино и обработаны как единое целое теми же, что и для каждой из них, средствами.

Несовместимость баз данных АСУ стала грозным явлением. Например, в статье «Возможности и пути взаимодействия библиотек С.-Петербурга при подготовке и обмене информацией» образно и эмоционально сообщается, что «…совместимости используемых библиотеками программ нет, согласованности в выборе и заполнении полей даже одного и того же формата нет, единых методик и требований к лингвистическому обеспечению баз данных нет». Можно считать, что это общая оценка. Проблема совместимости баз данных – головная боль при проектировании и интеграции систем.

Сознание, в отличие от машины, не работает по отдельности с физическим и психическим. Превращенная форма преобразуется по законам логики, а воссоединение полученной в машине новой превращенной формы с ожидаемым содержанием – по законам смысла. Здесь психическое проявляется в физическом и физическое порождает психическое. Поскольку отражение богаче отображения, «обеднение» психического при представлении его как физического в машине и последующее порождение из этого физического психического, происходит через семантические массивы «на стыке» того и другого, называемые классификаторами, справочниками, рубрикаторами, нормативно-справочной информацией и пр. В этих массивах психическое, сохраняемое как совокупность сведений группы лиц, ориентирующихся в конкретной предметной области, увязывается с физическим, представляемым в виде свода кодов и наименований предметов, соотносимых психическому. В связи с этим, говоря о совместимости баз данных, не следует упускать из виду необходимость согласования смыслов тех или иных кодов и наименований записей классификаторов.

Графически информационное пространство АСУ можно представить следующим образом. Верхний слой – сведения, нижний – данные, средний – классификаторы. Это своего рода подпространства информационного пространства АСУ. Через классификаторы психическое представляется как физическое и порождается вновь как подобное себе. Границы этого слоя четко очерчены - эта прослойка между психическим и физическим, которая и определяет совместимость баз данных. При этом для совместимости баз данных нужна не только одинаковость формы, но и одинаковость (подобие) её содержания (смыслов).

Классификаторы.

«Стык» между первичной и вторичной информацией есть трансграничный переход между сознанием и материализованным представлением его работы в машине, между машиной и человеком, между информатикой и лингвистикой, место процесса описания данных - процесса, обеспечивающего схождение информатики и лингвистики. Переход этот обеспечивается через кодированные семантические массивы, в практике обычно называемые классификаторами.

Классификатор это семантический массив, созданный по правилам классификации для информационных технологий, выраженный и представленный в машине для «компьютерных технологий».

Проблема классификаторов стала камнем преткновения при интеграции систем, да и в рамках отдельной системы она непроста, поскольку в автоматизированной системе делать все классификаторы самим практически невозможно, поэтому часть из них приходится заимствовать, что требует гармонизации классификаторов, а это не менее сложная задача, чем создание их самих.

Существенно, что классификаторов «россыпью» недостаточно, поскольку они вступают в логические и семантические отношения, образуя связные графы – группы. Наличие таких групп определяет возможность решения конкретной задачи. Фактически, такая группа (граф, связка) классификаторов - это «дескрипция определенная», используемая для идентификации предмета в базе данных не по имени, а по индивидуальной совокупности признаков.

Говоря о совместимости баз данных, мы подразумеваем одинаковость, как в плане содержания, так и в плане выражения массивов классификаторов и нормативно-справочной информации этих баз данных, поскольку только в этом случае данные соответствуют принятым значениям (смыслу) применяемых слов и форме их представления.

Существует широко распространенное заблуждение, что можно формальными методами гармонизировать (приспособить для использования) классификаторы сопрягаемых автоматизированных систем программным путем, создав переходные таблицы (матрицы), исключив, тем самым, влияние семантической составляющей классификатора. К сожалению, сделать этого нельзя, если не формализованы свойства (признаки), по которым распознаются предметы при классификации. Однако указанные свойства в классификаторах не выражены, не представляются и задействуются человеком либо по умолчанию, либо интуитивно. Машине сопоставление семантики поля наименований машинных массивов классификаторов недоступно, а построение переходной таблицы, исходя из семантики наименований (обозначений) предметов, есть творческий процесс, не менее сложный, чем создание нового классификатора. По указанной причине для интеграции автоматизированных систем или должна быть введена единая система классификации и кодирования, что практически недоступно для уже существующих систем, либо единая система каталогизации с описательным принципом идентификации, либо от интеграции массивов баз данных разнородных сопрягаемых систем придется отказаться. При этом отказаться от самих классификаторов нельзя – нет альтернативы. Гармонизация классификаторов – камень преткновения при интеграции систем.

Разрыв и сшивание информационного пространства АСУ.

Жизнь автоматизированной системы это изменение её информационного пространства. Информационное пространство АСУ постоянно «дышит». Изменения в автоматизируемой среде приводят к изменению классификаторов и нормативно-справочной информации.

Данные в банках данных меняются постоянно. Меняются и классификаторы, нормативно-справочная информация, формы документов. К примеру, в системе с массовым количеством объектов-первоисточников информации (несколько тысяч), количество изменений в классификаторах более 100 тысяч в год. Можно предполагать, что в интегрируемой автоматизированной системе этих изменений значительно больше, а потому и проблема обеспечения совместимости массивов данных сложнее и острее. Можно прокомментировать сказанное на примере отдельно взятого классификатора, например, общероссийский классификатор профессий и должностей рабочих и служащих (ОКПДТР).

Все это приводит к тому, что при сборе информации из многих источников, например, для той же статистической отчетности, получаемый результат будет недостоверен. Это «головная боль» любой крупной корпоративной или ведомственной системы, поскольку требуется постоянное и не всегда простое вмешательство человека. Переход к технологиям главных серверов, к «единому банку данных» и к тонкому клиенту не панацея, поскольку всегда будут базы данных «одиночных» пользователей, работающих на себя и только эпизодически включающихся в совокупную обработку. Тем более что по нашему опыту, в АСУ до 80% информации потребляется там, где производится – на объектах первоисточниках информации.

Даже если процесс обновления классификаторов и нормативно-справочной информации (КНСИ) задействован, следует иметь в виду существенную особенность территориально разнесённых систем - наличие «интервала недостоверности», когда изменения, начатые на одном конце системы, ещё не дошли до другого её конца. В результате, одна часть информации в системе достоверна, другая нет, и при наличии изменений, которые неотвратимы, в пределах интервала недостоверности в системе не будет в совокупности достоверной информации. Универсального средства устранения этого явления нет, поэтому интервалом недостоверности надо управлять, имея в автоматизированной системе ситуационный центр информационного пространства.

Информационное пространство АСУ формируется на «полотне КНСИ», у которого не должно быть «прорех». При этом множества значений одних и тех же атрибутов-признаков объектов концептуальных моделей баз данных разных уровней иерархии АСУ или должны быть одновременно (в заданном интервале времени) изменены (дополнены, сокращены, видоизменены), или множества их значений становятся неодинаковыми, данные актуализируются частично, а сведения становятся частично достоверными (недостоверными).

Состояние АСУ или части её, при котором массивы данных хотя бы двух баз (банков) данных становятся частично пригодными для совокупной обработки, будем считать «разрывом информационного пространства АСУ». А если есть «разрыв» пространства, то его надо «сшивать».

Под «сшиванием» информационного пространства АСУ понимается процесс восстановления возможности совокупной обработки данных, частично или полностью утерянной

при «разрыве» пространства КНСИ. Это достигается путем приведения используемых в первоисточниках классификаторов к эталону с последующей актуализацией баз данных.

Таким образом, можно полагать, что жизненный цикл автоматизированной системы суть процесс постоянного разрыва и сшивания ее информационного пространства, поддержание которого в «сплошном состоянии» требует наличия специальной промышленной технологии.

При создании автоматизированных системы рассмотренного класса следует исходить из предложенного понимания информационного пространства и особенностей его формирования и ведения, что подтверждается многолетней практикой работы с такими системами.

Литература:

1. Легков К.Е. Основные теоретические и прикладные проблемы технической основы системы управления специального назначения и основные направления создания инфокоммуникационной системы специального назначения.// Телекоммуникации и транспорт. Вып. № 6. Москва, 2013. С. 43-47.

М.Я. Исохужаева

СОСТОЯНИЕ РЫНКА УСЛУГ СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ФГБОУ ВПО «Российский Экономический Университет» имени Г.В. Плеханова, Ташкентский филиал, Узбекистан

M.Ja. Isohuzhaeva

MARKET SITUATION OF COMMUNICATION AND INFORMATION FOR FURTHER DEVELOPMENT OF E-COMMERCE IN UZBEKISTAN

"Russian Economic University" named after GV Plekhanov, Tashkent branch, Uzbekistan

Развитие информационно-коммуникационных технологий является проявлением формирования инновационно-информационного общества, развитие которого в значительной степени зависит от информации, знаний и образования. Интернет всё глубже проникает в нашу повседневную жизнь. Именно сейчас эта индустрия находится в стадии стремительного роста, который всё больше становится неотъемлемым средством деятельности человечества. Огромное количество компаний во всем мире видят в интернете большой коммерческий потенциал и планируют с его помощью перевести свой бизнес на качественно новый уровень. Развитие электронной коммерции, ведущее к экономическому росту страны, а также повышение жизненного уровня и культуры являются объективными результатами современной информационной инфраструктуры в повседневной жизни. Благоприятное развитие торговли в Интернет в первую очередь зависит от состояния информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Она является технико-технологической составляющей обеспечения электронной коммерции (ЭК).

Правительством Республики Узбекистан, определены первоочередные задачи в области ИКТ, способствующие развитию ЭК: широкое внедрение компьютерных и информационных технологий в отраслях реальной экономики, в сфере управления, бизнеса, науки и образования; создание условий для широкого доступа различных слоев населения к современным компьютерным и информационным системам; организация подготовки высококвалифицированного кадрового потенциала в сфере ИКТ; развитие технической инфраструктуры ИКТ на всей территории страны; стимулирование развития отечественного производства программных продуктов. Для того чтобы определить состояние развития рынка услуг связи и информатизации в РУз необходимо определить уровень развития ИКТ в республике, уровень эффективности использования средств ИКТ и

информационных ресурсов, его обеспеченность соответствующими программно-техническими средствами, а также параметры, характеризующие Интернет. [1]

В результате реализации проектов по модернизации и развитию телекоммуникационной сети Республики Узбекистан, во всех областных центрах страны установлены цифровые междугородные станции, осуществлена прокладка волоконно-оптического кабеля и цифровых радиорелейных линий на магистральных междугородных и внутриобластных линиях связи, проведена модернизация и установка телевизионных и радиопередатчиков, внедрена система беспроводного радиодоступа стандарта CDMA в регионах республики. Как результат сформирована внутриреспубликанская и международная транспортная сеть, которая обеспечивает возможность высокоскоростного, широкополосного доступа к мировым информационным ресурсам, что является предпосылкой вхождения в мировую электронную коммерцию.

В настоящее время в Узбекистане происходит интенсивное развитие технологий беспроводного доступа (Wi-Fi, WiMax). Увеличение скорости сети Интернет позволит ускорить процесс прохождения транзакций входе ЭК. Создание в Узбекистане разветвленной цифровой транспортной сети создало платформу для ускоренного внедрения современных технологий передачи данных и новых мультимедийных услуг с целью наиболее полного удовлетворения потребностей всех категорий пользователей в услугах передачи данных, включая услуг сети Интернет, что создаёт технические условия для развития ЭК. Уровень охвата цифровыми сетями телекоммуникаций городов и районных центров республики – 100%, сельских населенных пунктов сетями телекоммуникаций составляет 95,7%, в т.ч. цифровыми – 52%. Система телекоммуникаций Узбекистана имеет прямые международные каналы по 28 направлениям с выходом на 180 стран мира, при этом используются волоконно-оптические и спутниковые системы. Создана техническая основа выхода в Интернет и подключения к мировой экономической системе. За последнее время бурно развивается рынок услуг сотовой связи. Все сотовые компании начали работы по внедрению технологии мобильной связи третьего поколения (3G). Развитие услуг сотовой связи, а также увеличение абонентов сотовой связи являются положительными факторами для роста услуг мобильной коммерции и СМС-банкинга, передачи информации посредством СМС сообщений. Для обеспечения доступа пользователей к международным информационным сетям, включая Интернет, организованы прямые связи с использованием спутниковых и наземных цифровых каналов. С развитием Интернет пропускная способность международных каналов составила 1580 Мбит/с, что увеличивает скорость выполнения транзакций в виртуальной среде. Пропускная способность международных каналов увеличилась почти в 150 раз. В связи с развитием конкурентной среды в стране постоянно увеличивается количество операторов и провайдеров услуг Интернет. Вследствие чего цены на услуги Интернет снижаются и становятся более доступными для населения. Упрощение процедуры лицензирования деятельности пунктов коллективного доступа к Интернет также обеспечило увеличение их количества. Динамика роста данных показателей ведёт к увеличению спроса на услуги электронной коммерции: наблюдается бурный рост количества пользователей сотовой связи, пропускной способности каналов и услуг Интернет, представляющих собой условия необходимые для ЭК.

Органы государственной власти также являются участниками ЭК при осуществлении государственных закупок. Во всех органах государственного управления имеется подключение к сети Интернет. На сегодняшний день 97% органов государственной власти и управления имеют свои веб-сайты. «Наблюдаются усилия государства по формированию системы электронного правительства в Узбекистане, в частности, модернизации правительственного портала в сети Интернет, включение модулей «государство-гражданам» (G2C), «государство-бизнесу» (G2B) и «государство–иностранным гражданам» (G2F), расширение перечня интерактивных государственных услуг, организации пилотного Центра Единого Окна (ЦЕО) в Сергелийском районе города Ташкент по предоставлению государственных услуг, организации мероприятий по повышению уровня компьютерной грамотности и внедрению системы тестирования уровня компьютерных знаний «UzCDL» среди государственных служащих и подчеркивается опережающий темп прогресса в достижении целевых ориентиров в развитии сетей

[1] Арипов А.Н., Иминов Т.К.. Вопросы менеджмента сферы информационно-коммуникационных технологий Узбекистана. Т.: издательство «Fan va tehnologiya», 2005г. - С. 25.

телекоммуникаций и передачи данных, внедрении ИКТ в деятельность органов государственного управления и государственной власти на местах».

В области законодательной базы, функционирование отрасли в настоящее время регулируется более 17 законами, включая Конституцию, Гражданский и Налоговый кодексы, Кодекс об административной ответственности. Законы, определяющие государственную политику Узбекистана в области ИКТ - Законы РУз: «О связи»; «О телекоммуникациях»; «О радиочастотном спектре»; «О средствах массовой информации»; «Об информатизации»; «О гарантиях и свободе доступа к информации»; «Об авторском праве и смежных правах»; «О лицензировании некоторых видов деятельности»; «О правовой охране программ для электронных вычислительных машин и баз данных»; «Об электронно-цифровой подписи»; «Об электронном документообороте»; «Об электронной коммерции», «Об электронных платежах». В целом действующее законодательство регулирует существующий уровень развития ИКТ, определяет порядок вхождения фирм на рынок телекоммуникаций и информационных технологий, устанавливает общие принципы деятельности хозяйствующих субъектов на этом рынке, формирует условия их налогообложения, определяет меры по совершенствованию инфраструктуры телекоммуникаций, развитию национального сегмента Интернета и сети передачи данных, созданию индустрии программных продуктов, совершенствованию системы подготовки кадров и развитию конкурентной среды в данной сфере.

Участие в формировании глобального информационного общества позволяет нашей стране в социально-экономическом росте государства на основе новых и более надёжных отношениях между органами государственного управления, частным сектором, международными организациями и гражданским обществом.

Электронно-цифровая подпись является на сегодняшний день одним из лучших способов обеспечения безопасного электронного документооборота. В целях установления требований к средствам ЭЦП в соответствии с Законом «Об электронной цифровой подписи», а также стандартов применения ЭЦП Узбекским агентством связи и информатизации были разработаны и зарегистрированы в Агентстве «Узстандарт» государственные стандарты. Разработанные стандарты позволяют осуществлять ЭДО и использовать ЭЦП внутри республики, являющихся, согласно международному опыту, составной частью факторов развития электронной коммерции. Организация и расширение деятельности центров регистрации ключей ЭЦП в регионах страны позволят удовлетворить потребности пользователей электронного обмена информации и создать в стране информационное пространство юридически значимого электронного обмена данными. Развитие ЭЦП создаёт условия для безопасного ведения ЭК, что увеличивает доверие у пользователей электронной торговли. В целях создания единого информационного ресурса сети Интернет органов государственного управления и власти для широкого освещения их деятельности создан Портал государственной власти Республики Узбекистан «GOV.UZ». Данный портал является системообразующим элементом инфраструктуры электронно-информационного взаимодействия организаций, а также между юридическими и физическими лицами. Наиболее востребованными на рынке остаются программные продукты для поддержки бухгалтерского учета, платежных систем, функционирования банковской инфраструктуры. Банковский сектор наряду с телекоммуникационным сектором являются основными потребителями программного обеспечения в Узбекистане. Для стимулирования развития отечественного производства программных продуктов Постановлением Президента Республики Узбекистан снижена ставка единого налогового платежа. Смягчая налоговые платежи государство способствует увеличению реализации ПО, что в свою очередь ускорит процесс электронных платежей в виртуальной среде и увеличит объём транзакций.

В соответствии с Постановлением Президента РУз организована Служба реагирования на компьютерные инциденты (UZ-CERT), которая является единым центром для пользователей национальных информационных систем и сегмента сети Интернет, обеспечивающим сбор и анализ информации по компьютерным инцидентам, консультативную и техническую поддержку пользователям в предотвращении угроз компьютерной безопасности, способствующий увеличению безопасности в электронных торгах. Одной из первоочередных задач развития компьютеризации и ИКТ является повышение качества подготовки и переподготовки высококвалифицированных кадров в данной области. Из вышеизложенного видно, что уровень развития рынка услуг связи и информатизации показывает положительную динамику роста и создаёт благоприятные условия для дальнейшего развития услуг электронной коммерции в республике.

С.А. Корниенко, Р.С. Корниенко

ОРГАНИЗАЦИЯ КАНАЛОВ СВЯЗИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОСТАМИ РАДИОКОНТРОЛЯ. ТРЕБОВАНИЯ ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КАНАЛУ СВЯЗИ

Северо-Кавказский федеральный университет, г.Ставрополь, Россия

Ключевые слова: радиоконтроль, радиоконтрольные посты, канал связи, протокола обмена IP/MPLS.

Описана проблема организации каналов связи для управления необслуживаемыми радиоконтрольными постами. Формирование такой сети необходимо для создания единой сети управления, которая обеспечит согласованную работу стационарных комплексов радиоконтроля с организацией единого центра управления. Также в статье описаны требования предъявляемые к таким каналам связи с использованием протокола обмена IP/MPLS.

S.A. Kornienko, R.S. Kornienko

COMMUNICATION CHANNELS FOR RADIO MONITORING POST MANAGEMENT. REQUIREMENTS TO THE COMMUNICATION CHANNELS

The North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

Keywords: radio control, radio monitoring stations, communication channel protocol IP/MPLS.

Described the problem of communication channels to control unattended radio monitoring posts. Formation of such a network is needed to create a unified network management , which will provide a consistent experience stationary radio-controlling organization with a single control center . The article also describes the requirements to the communication links using protocol IP/MPLS.

Одна из функций, служб радиоконтроля (РК) это осуществление контроля за излучениями радиоэлектронных средств (РЭС)[1]. Организация и проведение мероприятий РК осуществляется с применением стационарных, мобильных и носимых комплексов. Автоматизация РК путем широкого внедрения средств вычислительной техники, современной сетевой архитектуры и удаленного управления позволяет более эффективно выполнять возложенные задачи. Кроме того, использование автоматизированных распределенных систем существенно расширяет зону охвата РК за счет установки оборудования там, где нет возможности для размещения операторов РК. Появляется возможность получать синхронную информацию от пространственно разнесенных станций РК, уменьшаются эксплуатационные расходы и др. Распределенная система РК с использованием стационарных постов должна обеспечить: 1) максимальный охват контролируемых РЭС минимально возможным количеством постов РК; 2) иметь единую сеть управления, которая обеспечит согласованную (синхронную) работу стационарных комплексов РК.

Первая задача решается путем развертывания стационарных радиоконтрольных постов (РКП) в крупных городах и населенных пунктах с высокой плотностью размещения РЭС.

Вторая, наиболее проблемная задача согласованной (синхронной) работы РКП реализуется за счет организации и использования выделенных каналов связи (КС) между пунктом управления и станциями радиоконтроля РКП для дистанционного управления технологическими процессами при проведении РК. КС, используемые для управления, могут быть построены на основе кабельных (цифровых и аналоговых), спутниковых, радио или сотовых систем связи. На физическом уровне связь с удаленными стационарными постами может строиться на основе радио-Ethernet или с помощью волоконно-оптических линий связи.

Управление станциями РК в реальном масштабе времени дает оператору возможность задействовать удаленную станцию таким же образом, как если бы она была местной. Этот режим работы включает в себя контроль звуковых сигналов и обмен данными для управления оборудованием. В соответствии со статьей 2.5.1., допускается, чтобы установление связи между станцией и оператором занимало не более нескольких десятков секунд, но после этого оператор должен управлять станцией постоянно и в реальном масштабе времени.

МСЭ-Р сформулированы общие требования к автоматизированным системам РК[2]: 1) возможность удаленного управления оборудованием станций РК, которые входят в единую систему; 2) наличие КС с достаточной пропускной способностью, обеспечивающих в режиме реального времени обнаружение излучений, проведение измерений их параметров, определение местоположения источников излучений, оценку занятости частотных каналов; 3) возможность автоматического обнаружения излучений передатчиков, работающих без разрешения, и излучений, параметры которых выходят за границы, установленные в разрешительных и нормативных документах; 4) наличие автоматического доступа к регистрационной базе данных частотных присвоений и РЭС; 5) использование современной клиент-серверной архитектуры.

На сегодняшний день на территории Ставропольского края организованы КС между центральным постом управления и тремя необслуживаемыми радиоконтрольными постами (НРКП) в г. Ставрополе, а также постами в городах Буденновске, Невинномысске и Пятигорске. Структурная схема такой системы управления с использованием волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) представлена на рисунке 1.

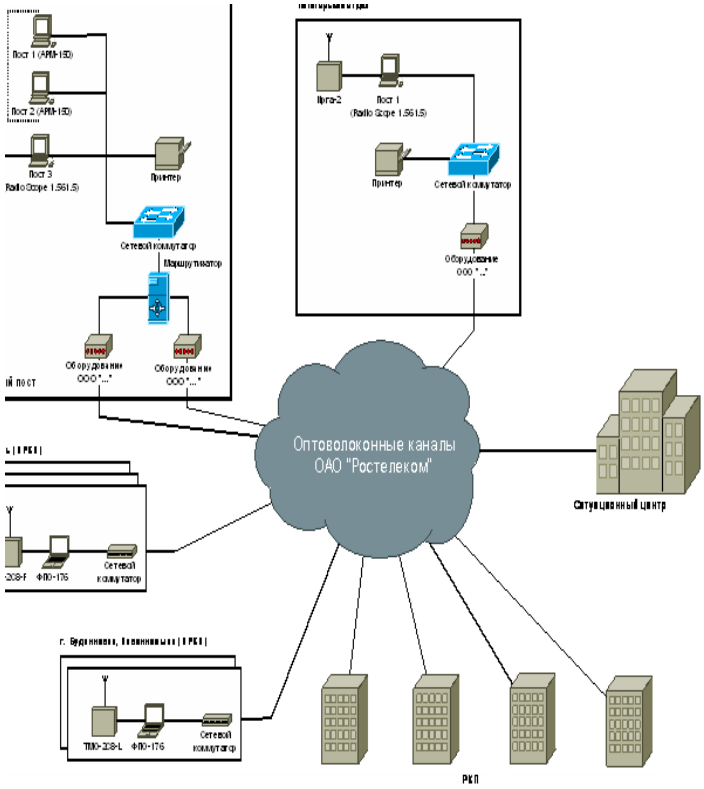


Рисунок 1. Общая структурная схема распределенной системы радиоконтроля

Элементами указанной распределенной системы РК являются: 1) автоматизированное рабочее место (АРМ) с программным обеспечением АРМ-150, для управления НРКП; 2) АРМ с программным обеспечением Radio Scope 1.561.5, для управления радиоизмерительным комплексом Ирга-2; 3) программно-аппаратный комплекс НРКП - ТМО-2С8-F и ТМО-2С8-L; 4) ситуационный центр; 5) волоконно-оптические каналы связи ОАО «Ростелеком».

Имеющийся опыт эксплуатации развернутой системы РК (рисунок 1), на оборудовании различных производителей позволяет обозначить одну из проблем, а именно организацию стабильных КС с большой пропускной способностью. Решение этой проблемы позволит повысить эффективность использования системы РК.

При организации КС, в соответствии с требованиями завода-изготовителя оборудования, не рекомендуется использовать канал для работы с другими системами, т.е. для передачи/приема других сообщений. Поставщик оборудования, при организации канала связи со скоростью 9,6 – 128 кбит/с, устанавливает некоторые ограничения при управлении постами при постановке

оперативных задач и снятии полученной информации, из-за недостаточной пропускной способности КС.

Исходя из указанных выше ограничений, для бесперебойной работы предлагается использовать волоконно-оптические цифровые КС, предоставляемые ОАО «Ростелеком», на основе протокола обмена IP/MPLS (технология Multiprotocol Label Switching)[7]. Данный протокол позволяет организовать сеть на основе перспективной технологии многопротокольной коммутации меток, построенной по иерархической двухуровневой архитектуре, включающей опорный слой (ядро) MPLS-коммутации IP-трафика и граничный слой, несущий основную нагрузку по обслуживанию абонентов и составляет основной "интеллект" сети.

Основными преимуществами технологии IP/MPLS является:

- более высокая скорость продвижения IP-пакетов по сети за счет сокращения времени обработки маршрутной информации;
- возможность организации информационных потоков в каналах связи (с помощью меток каждому информационному потоку может назначаться требуемый класс обслуживания (CoS);
- полное обособление друг от друга виртуальных корпоративных сетей за счет создания для каждой их них своеобразных туннелей.

В настоящее время для организации стабильного цифрового канала, необходимо обеспечить его пропускную способность не менее 2 Мбит/с. Применяемые цифровые линии связи обеспечат высокий уровень пропускной способности канала управления, небольшое время задержки и хорошую надежность. Таким образом, задача по организации КС для управления РКП будет решена.

Из выше сказанного, видно, что для организации высокоскоростного управления стационарными постами РК, к КС необходимо предъявлять следующие требования: 1) пропускная способность должна обеспечивать работу оборудования в реальном режиме времени (в некоторых случаях можно использовать и низкоскоростные каналы связи, проводя сжатие передаваемой в центр управления информации путем применения всевозможных кодеков); 2) должна обеспечиваться бесперебойная работа каналов управления (для современной службы РК постоянно возрастает важность установления правильных и оперативных рабочих соединений с постами РК); 3) достоверная передача и прием полученных результатов РК; 4) установлении программного обеспечения для защиты, получаемой и передаваемой информации.

Успешное решение задач РК, бесперебойная работа удаленных необслуживаемых постов РК может быть решена только в том случае, если организовано надежное и непрерывное управление с использованием выделенных КС с надлежащей пропускной способностью и высокой скоростью передачи обрабатываемой информации.

Литература:

1. Справочник по управлению использованием спектра на национальном уровне. МСЭ, 2005.

2. Козьмин В.А., Рембовский А.М. Многофункциональная дистанционно управляемая система радиомониторинга АРК-ПОМ1.2006.

К.Е. Легков

К ВОПРОСУ О САМООРГАНИЗАЦИИ, САМОВОССТАНОВЛЕНИИ И САМОДИАГНОСТИКИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СЕТЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

ОАО НИИ «Рубин», г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: сети, маршрут, станция, диагностика, стандарт, управление, автоматизация.

Разветвленная структура инфокоммуникационных сетей, в которых используются современные информационные и телекоммуникационные технологии, необходимость обеспечения передачи максимально возможного объема информации с гарантированным качеством от

индивидуальных или корпоративных пользователей органов административного управления, в условиях интенсивных разрушительных и информационных воздействий на программно-аппаратные комплексы и оборудование как самой сети, так и системы управления ею, предопределяют разработку специальных подходов к организации управления с целью обеспечения требуемого уровня эффективности их функционирования. В этой связи наиболее актуальными является вопросы о самоорганизации, самовосстановлении и самодиагностики распределенных сетей специального назначения, которые рассмотрены автором в статье.

K.E. Legkov

THE QUESTION OF SELF-ORGANIZATION, SELF-HEALING AND DIAGNOSIS OF DISTRIBUTED NETWORK SPECIAL APPOINTMENTS

Public corporation research Institute of "Ruby", St. Petersburg

Keywords: network , route , station, diagnostics, standard , control , automation.

Branched structure Infocomm networks , which use modern information and communication technologies , the need to transfer much information as possible with a guaranteed quality of individual or corporate users of the administration , under intense and destructive impacts of information on hardware and software systems and equipment as the network itself and management of the system , determine the development of specific approaches to management to ensure the required level of efficiency of their operation . In this regard, the most important question is about self-organization, self-healing and self-diagnosis of distributed networks for special purposes, which are considered by the author in the article.

Функции самоорганизации в распределенных сетях

Самоорганизация заключается в автоматическом определении типа станции, ее основных возможностей, таких как тип поддерживаемых протоколов маршрутизации, максимальная скорость передачи данных, поддержка механизмов обеспечения гарантированного качества обслуживания, способ участия в mesh топологии (MAP, MP или MPP станция) и др., определении соседних станций, создании логических каналов и построение маршрутов. При этом создание и уничтожение логических каналов, определение соседних станций и построение маршрутов или, другими словами, формирование топологии сети происходит индивидуально на каждой MP станции в сети как при ее входе в сеть, так и в процессе работы.

При входе станции в сеть, станция должна убедиться в соответствии сетевого профиля с одним из профилей, находящихся в ее памяти. Профиль определяется следующими параметрами:

- уникальный идентификатор mesh;
- идентификатор типа алгоритма выбора путей;
- идентификатор типа метрик путей.
- Проверка соответствия профиля происходит в процессе определения подходящих соседних станций. Станция считается соседней, если выполняются следующие условия:
- от станции получен «маяк»;
- уникальный идентификатор mesh, содержащийся в «маяке» совпадает с одним из идентификаторов в памяти станции.

«Маяк» содержит подходящие информационные элементы, такие как версия, индикатор активной MP, идентификатор типа алгоритма выбора путей, идентификатор типа метрик путей.

Станция считается подходящей если выполнены следующие условия:

- «маяк» информирует о том, что у соседней станции есть свободные логические каналы;
- станция продолжает поиск подходящих соседних станций.

После этого каждая станция в сети должна создать логический канал данных хотя бы с одной подходящей соседней станцией. Если есть возможность создания логических каналов с несколькими станциями, то процедуры создания могут выполняться одновременно. В случае если соседних станций больше, чем количество возможных логических каналов для конкретной станции, то станция может отобрать из всех соседей некоторое количество кандидатов, исходя из качества

каналов или другой статистической информации. В процессе работы радиостанция должна ожидать передачу «маяков» от станций, не имеющих с ней логического канала, и при приеме таковых должна попытаться установить с ними новый логический канал.

После создания логического канала между 2-мя станциями, они должны произвести процедуру ассоциации и авторизации, в процессе которой станции договариваются об используемых возможностях и устанавливают каналы безопасности, путем обмена ключами шифрования.

Функции самовосстановления в распределенных сетях.

Сеть на основе стандарта 802.11s является мобильной сетью с mesh топологией, в связи с этим радиостанции образуют изменчивую топологию, отличающуюся от фиксированной тем, что информация о соседях, взаимосвязи между IP-адресом и расположением станций в сети априори не известны. Ретрансляторы могут легко появляться в системе и так же легко из нее исчезать, появляясь в каком-то другом месте. В обычных сетях путь от ретранслятора или любой другой станции к какому-либо адресату продолжает оставаться реализуемым до тех пор, пока не произойдет какой-нибудь сбой системы. В сетях 802.11s топология постоянно меняется, а с ней меняется и предпочтительность (и даже реализуемость) путей. Причем, это происходит спонтанно, безо всяких предупреждений.

Для обеспечения работы в подобных условиях, сеть 802.11s обладает возможностью самовосстановления, т.е. способна работать при отказах станций ретрансляторов, станций шлюзов и др., возникновении преднамеренных или случайных радиопомех, исчезновению каналов связи между станциями, вызванному постройками, неровным ландшафтом или природными явлениями. Данная возможность обеспечивается как протоколами маршрутизации, так и механизмами контроля за передачей данных.

При сбое станции ретранслятора на пути, проложенного и активного маршрута, протокол маршрутизации способен создать обходной путь и, тем самым, продолжить обмен данными между отправителем и адресатом. При потере связи до станции соседа станция передатчик способна обнаружить разрыв канала и сообщить об этом остальным станциям, находящимся на поврежденном маршруте. В то же время станция приемник не получившая ожидаемых данных способна определить список потерянных пакетов и перезапросить их у станции передатчика.

Функции самодиагностики в распределенных сетях.

Сеть, основанная на стандарте 802.11s, обладает способностью самодиагностики, заключающейся в определении реализуемости логических каналов и маршрутов. Под реализуемостью понимается возможность передачи и корректного приема данных. При этом реализуемость логического канала обеспечивает передачу данных между 2 станциями, находящимися в зоне радиовидимости, т.е. передачу и корректную демодуляцию радиосигнала. Реализуемость маршрута заключается в возможности доставки данных от одного узла сети к другому через набор ретрансляторов.

Диагностика логических каналов осуществляется с использованием фреймов-маяков и пробных посылок. При этом определяется качество логических каналов, т.е. максимально возможная скорость передачи данных и количество пакетных ошибок. Данные параметры вычисляются с использованием статистического анализа, т.е. путем накопления статистических величин r и e_{PT} для каждого соседа каждой станции. Данные величины могут использоваться в протоколах маршрутизации для нахождения наиболее эффективных маршрутов передачи данных. При этом следует заметить, что в большинстве случаев каналы передачи являются не симметричными. В связи с этим стандартом предусмотрена процедура обмена величинами r и e_{PT} в каждой паре станций, использующих общий канал. Таким образом, каждая станция знает о качестве канала связи с каждой из своих соседних станций, как в прямом, так и в обратном направлениях.

Статистические величины r и e_{PT} определены следующим образом:

r – текущая потенциальная скорость передачи данных, рассчитывается исходя из используемой схемы кодирования/модуляции.

e_{PT} – вероятность пакетной ошибки при текущей схеме кодирования/модуляции для пакетов данных, величиной 1000 байт.

Диагностика маршрутов осуществляется с использованием протокола маршрутизации, и, следовательно, механизм диагностики зависит от выбранного протокола. Тем не менее, любой протокол маршрутизации позволяет своевременно обнаруживать узлы, вышедшие из строя или потерявшие связи с соседями, оборванные логические каналы или снижение скорости передачи данных на маршруте и т.д. Это позволяет избежать потери данных, не передавая их по тупиковым путям, своевременно менять маршрут в обход разорванным связям или выбирать маршруты с большей пропускной способностью и скоростью передачи данных.

Литература:

1. Легков К.Е. Основные теоретические и прикладные проблемы технической основы системы управления специального назначения и основные направления создания инфокоммуникационной системы специального назначения.// Телекоммуникации и транспорт. Вып. № 6. Москва, 2013. С. 43-47.

2. Донченко А.А., Легков К.Е. Анализ эффективности применения алгоритмов динамического управления пропускной способностью канала //Сборник трудов СКФ МТУСИ - 2009. Ростов-на-Дону: СКФ МТУСИ, 2009. С. 69-72.

3. Легков К.Е. Методы оценки качества информационного обмена // Сборник трудов СКФ МТУСИ - 2009. Ростов-на-Дону: СКФ МТУСИ, 2009. С. 64-68.

И.А. Ледянкин, К.Е. Легков

МЕТОД ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

ОАО НИИ «Рубин», г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: программа, информация, автоматизация, управление, ресурсы, ошибка.

По мере развития автоматизированных систем управления специального назначения (АСУ СН), основанных на использовании электронно-вычислительных машин (ЭВМ), возникают все более серьезные требования к надежности программного обеспечения (ПО) в автоматизированных системах обработки данных и локальных вычислительных сетях специального назначения. Проблема безотказной работы, как самой системы, так и надежного функционирования ее программного обеспечения с появлением сложных АСУ СН, связанных с автоматизированным вводом, хранением, обработкой и выводом информации, приобретает все большее значение. В статье авторами предложены основные подходы к оценке надежности программного обеспечения автоматизированных систем управления специального назначения.

I.A. Ledyankin, K.E. Legkov

METHOD OF ASSESSMENT SOFTWARE RELIABILITY AUTOMATED CONTROL SYSTEMS SPECIAL PURPOSE

Public corporation research Institute of "Ruby", St. Petersburg

Keywords: program, information, resources, management, automation, error.

With the development of automated control systems for special purposes (ACS CH) based on the use of computers (PC), there are increasing demands for reliability of software (SW) in the automated data processing systems and local area networks for special purposes. Problem uptime, as the system itself, and reliable operation of its software with the advent of sophisticated automated CH associated with automated input, storage, processing and output of information is becoming increasingly important . In the article the

authors proposed the main approaches to assessing the reliability of software for automated control systems for special purposes.

Обеспечение надежного функционирования комплексов программ, а следовательно выработка требований предъявляемых к программным комплексам в современных условиях выходит на передовые позиции. Проблема безотказной работы, как самой системы, так и надежного функционирования ее программного обеспечения приобретает все большее значение. Этому способствует:

- увеличение объемов информации, накапливаемой, хранимой и обрабатываемой с помощью ЭВМ и других средств вычислительной техники;
- сосредоточение в единых базах данных информации различного назначения и принадлежности;
- расширение круга лиц, имеющих доступ к ресурсам вычислительной системы и находящимся в ней массивам данных;
- усложнение режимов функционирования технических средств вычислительной системы: широкое внедрение многопрограммного режима, режима разделения времени и реального времени;
- автоматизация межмашинного обмена информацией, в том числе и на больших расстояниях;
- увеличение количества технических средств и связей в автоматизированных системах управления и обработки данных;

В настоявшее время программное обеспечение является неотъемлемой частью любой вычислительной системы входящей в состав АСУ СН.

Последствия внешних воздействий, проявляющиеся со стороны различных природных факторов и неправильного взаимодействия человека–оператора с техническими средствами, а также внутренние процессы, происходящие в самой системе негативно влияющие на работу ПО, могут носить весьма серьезный, а порой и катастрофический характер.

Необходимость в разработке надежного комплекса программ связана с проведением мероприятий обеспечивающих необходимые показатели надежности. Прежде всего, с учетом динамических характеристик системы и инерционности объектов управления должны быть определены и сформулированы основные требования к надежности конкретного комплекса программ:

- необходимая наработка на отказ;
- допустимая длительность восстановления;
- коэффициент готовности.

На основе этих данных производится распределение ресурсов на отладку программ и на разработку средств оперативного контроля и восстановления.

При оценки надежности АСУ следует учитывать множество различных факторов, которые влияют непосредственно как на всю систему, так и на само программное обеспечение, которое входит в состав системы.

Для получения технико-экономических характеристик создания программ обычно применяют методы экспертных оценок, ретроспективного анализа, фактографический метод накопления и обработки реальных измеряемых данных.

Рассмотрим сущность приведенных методов.

Метод экспертных оценок заключается в сборе информации путем специалистов, при этом достоверность данных полностью определяется уровнем знаний и справедливостью суждений опрашиваемых. Этот метод обычно используется для оценки отдельных стадий жизненного цикла программ: проектирования, разработки, сопровождения. Существует большое количество методов обеспечения надежности и связанных с ними методов оценки надежности на различных стадиях жизненного цикла программных средств. Классификация методов обеспечения и оценки надежности приведена на рис.1.

На этапе проектирования и разработки ПО используются методы внесения избыточности; на этапе функционирования - различные методы контроля программ и данных, программного восстановления и испытаний на надежность; на этапе сопровождения - методы обеспечения сохранности корректности внесения изменений в программы.

Изучение статистики первичных ошибок в комплексах программ различного назначения позволяет выявить основные факторы и показатели определяющие надежность ПО.

Общая средневзвешенная ошибка функционирования ПО вследствие невыявленных первичных ошибок определяется соотношением:

$$\sigma(\tau) = \sum_{j=1}^{q} x_j \sigma_j(\tau) = \sum_{j=1}^{q} x_j \sum_{k=1}^{m} P_k^{(1)}(\tau)\Delta k_j \qquad (1)$$

где τ - длительность отладки комплекса программ;

σ_j - вторичная ошибка в *j*-х результатах решения задачи за счет пропущенных при отладке первичных ошибок, т.е. ошибка, выявленная при отладке программ;

$P_к^{(1)}(\tau)$ - вероятность наличия в программе первичной ошибки *k*-го типа, которая при использовании программы вносит в результирующую *j*-ю переменную дополнительную ошибку Δk_j;

m - полное количество типов не выявленных в программе первичных ошибок;

x_j - условный взвешенный коэффициент последствия ошибок;

q - полное количество типов выходных величин.

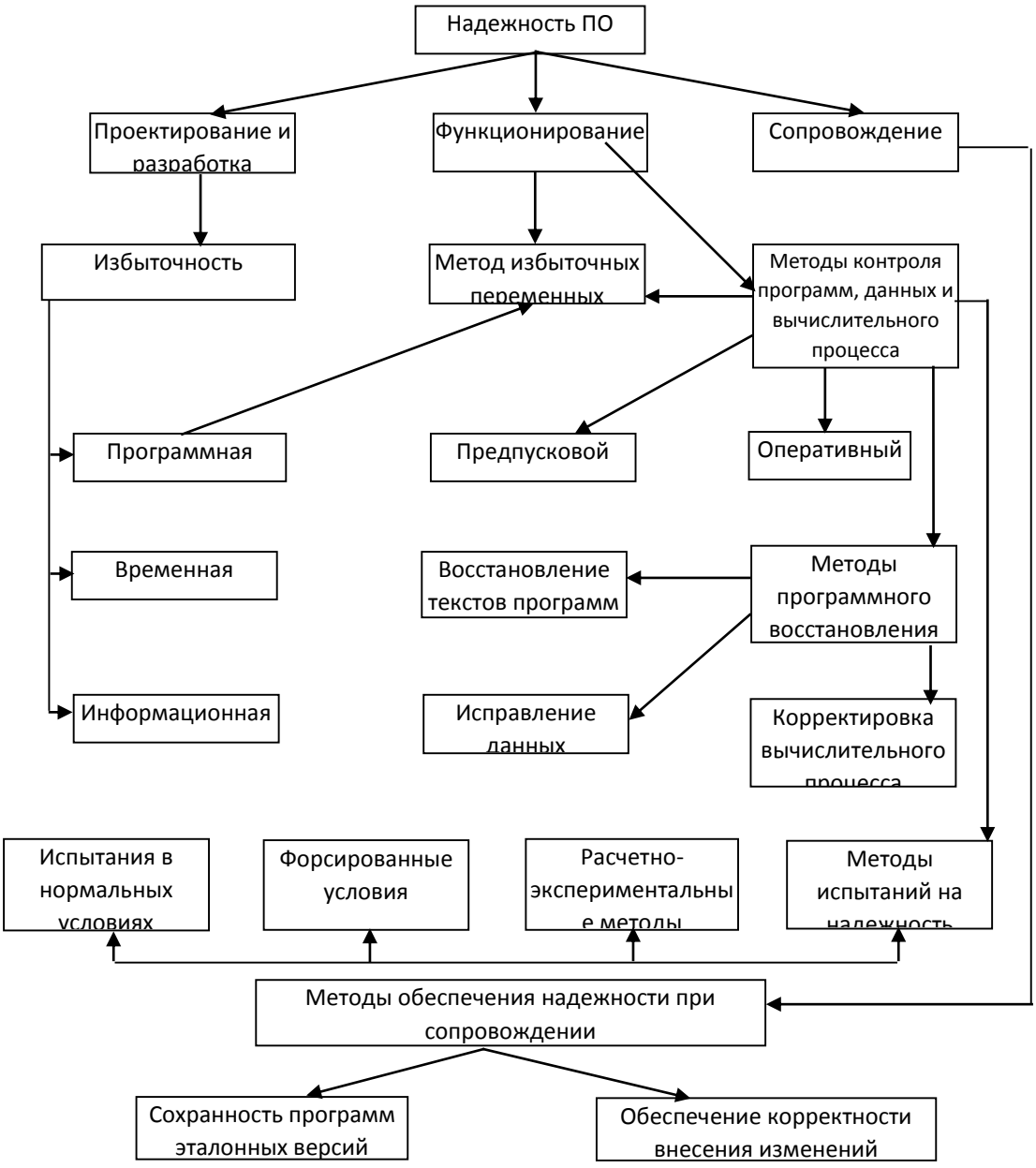


Рисунок 1. Классификация методов обеспечения и оценки надежности ПО

Результаты анализа ПО встроенных систем управления показывают, что первичные программные ошибки вследствие неправильной записи на языке программирования и ошибок трансляции составляют до 25% общего числа ошибок в программах. Количество и типы этих ошибок определяются степенью автоматизации программирования и глубиной формализованного контроля тестов программ. Количество программных ошибок зависит от квалификации разработчиков, общего объема комплексов программ и ряда других факторов. Согласно статистическим данным, 80% программ систем управления в настоящее время разработаны на автокодах. Программные ошибки при разработке программ на автокодах можно классифицировать следующим образом: ошибки типов операций, ошибки переменных, ошибки управления и циклов. Ошибки, обусловленные неполным учетом всех условий решения задачи, являются наиболее частыми и составляют до 70% всех ошибок в исходных текстах программ.

Динамика количества выявленных ошибок в зависимости от времени отладки может быть представлена экспоненциальной моделью.

На практике число оставшихся первичных ошибок в комплексе программ оценивается соотношением:

$$n_0 = N_0 \exp(-k\tau) \qquad (2)$$

где n_o - число ошибок, оставшихся к моменту времени отладки τ (n_o пропорционально интенсивности обнаружения ошибок $dn/d\tau$ с точность коэффициента k); n- число устраненных первичных ошибок; N_0- начальное число первичных ошибок; k - коэффициент темпа выявления ошибок.

Ошибки в программах тесно связаны с используемыми моделями надежности (рис.2).

Рисунок 2. Модели надежности программного обеспечения

Количество моделей надежности на сегодняшний день превышает сотню и продолжает расти. В зависимости от точки зрения на понятие надежности и глубины исследования выявляются различные критерии и нюансы.

Поэтому построение полной схемы моделей может основательно запутать процесс.

Представленная схема классификации моделей надежности ПО не является единственной.

В заключении хочется отметить, что несмотря на очевидную актуальность, вопрос оценки надежности ПО не привлекает должного внимания. Вместе с тем даже поверхностный анализ проблемы с теоретико-вероятностной точки зрения позволяет выявить некоторые закономерности.

Литература:

1. Легков К.Е. Основные теоретические и прикладные проблемы технической основы системы управления специального назначения и основные направления создания инфокоммуникационной системы специального назначения.// Телекоммуникации и транспорт. Вып. № 6. Москва, 2013. С. 43-47.

А.С. Невструев, К.Е. Легков

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОИСКА ИНФОРМАЦИИ В ЛОКАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

ОАО НИИ «Рубин», г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: информация, архитектура, топология, локальная вычислительная сеть, компьютерная сеть, поиск информации.

В данной статье произведен краткий анализ локальных вычислительных сетей. Описаны основные понятия и функции, архитектуры, проблема выбора и варианты построения локальных вычислительных сетей, их преимущества, недостатки, особенности, перечислены требования к локальным вычислительным сетям в зависимости от цели их создания, архитектуры и топологии, перспективы развития локальных сетей на сегодняшний день, состояние и перспективы развития поиска информации в локальных вычислительных сетях, виды функционирования поиска и основные факторы, влияющие на производительность, а также основные требования, предъявляемые к поиску информации в локальных вычислительных сетях.

A.S. Nevstruev, K.E. Legkov

STATUS AND PROSPECTS SEARCH FOR INFORMATION IN A LOCAL AREA NETWORK

Public corporation research Institute of "Ruby", St. Petersburg

Keywords: information architecture, topology, local area network, a computer network, searching for information.

This article gives a brief analysis describes the basic concepts and functions of architecture, the problem of choice and options for the construction of local area networks, their advantages and disadvantages, especially. Also lists the LAN depending on the purpose of their creation, architecture and pathology. Prospects for the development of local networks to date. Status and prospects of finding information on the local area network. Types of search operation and the main factors affecting the performance as well as the basic requirements to search local information of constituent networks.

Существенное влияние на производительность обработки информации в локальных вычислительных сетях (ЛВС) оказывает их архитектура. В зависимости от которой осуществляется прием, преобразование, хранение и передача потоков информации.

Анализ потоков информации показал, что существующие объемы информации циркулирующей в локальной сети занимают огромные массивы памяти, что влияет на время поиска информации. В неавтоматизированном режиме поиск информации будет осуществляться в течение продолжительного времени, что приводит к проблеме низкой производительности.

Под топологией вычислительной сети понимается конфигурация графа, вершинам которого соответствуют компьютеры сети, а ребрам − физические связи между ними. Компьютеры, подключенные к сети, часто называют станциями или узлами сети.

Строго говоря, при упоминании о топологии сети, мы можем подразумевать четыре совершенно разные понятия, относящиеся к различным уровням сетевой архитектуры:

- физическая топология (географическая схема расположения компьютеров и прокладки кабелей);
- логическая топология (структура связей, характер распространения сигналов по сети);
- топология управления обменом (принцип и последовательность передачи права на захват сети между отдельными компьютерами);
- информационная топология (направление потоков информации, передаваемой по сети).

Выбор топологии электрических связей существенно влияет на многие характеристики сети. Например, наличие резервных связей повышает надежность сети и делает возможным

балансирование загрузки отдельных каналов. Простота присоединения новых узлов, свойственная некоторым топологиям, делает сеть легко расширяемой. Экономические соображения часто приводят к выбору топологий, для которых характерна минимальная суммарная длина линий связи.

Анализ топологий локальных вычислительных сетей выявил, что в основном используются смешанные топология локальных вычислительных сетей, хотя до сих пор встречаются и топологии типа «звезда».

Топология − звезда, в этом случае каждый компьютер подключается отдельным кабелем к общему устройству, называемому концентратором, который находится в центре сети. В функции концентратора входит направление передаваемой компьютером информации одному или всем остальным компьютерам сети.

Главное преимущество этой топологии перед общей шиной −существенно большая надежность. Любые неприятности с кабелем касаются лишь того компьютера, к которому этот кабель присоединен, и только неисправность концентратора может вывести из строя всю сеть. Кроме того, концентратор может играть роль интеллектуального фильтра информации, поступающей от узлов в сеть, и при необходимости блокировать запрещенные администратором передачи.

К недостаткам топологии типа звезда относится более высокая стоимость сетевого оборудования из-за необходимости приобретения концентратора. Кроме того, возможности по наращиванию количества узлов в сети ограничиваются количеством портов концентратора. Иногда имеет смысл проектировать сеть с использованием нескольких концентраторов, иерархически соединенных между собой связями типа звезда

В то время как небольшие сети, как правило, имеют типовую топологию − звезда, кольцо или общая шина, для крупных сетей характерно наличие произвольных связей между компьютерами. В таких сетях можно выделить отдельные произвольно связанные фрагменты (подсети), имеющие типовую топологию, поэтому их называют сетями со смешанной топологией.

Преимуществом смешанной топологии локальных вычислительных сетей является то, что она является самой помехозащищенной и простой в процессе разграничения доступа пользователям.

Архитектура сети – спецификации связи, разработанные для определения функций сети и установления стандартов различных моделей вычислительных систем, предназначенных для обмена и обработки служебной информации. Существуют две основные архитектуры локальных сетей: одноранговые и клиент-сервер.

Архитектура клиент-сервер – это вычислительная или сетевая архитектура, в которой задания или сетевая нагрузки распределены между поставщиками услуг (сервисов), называемыми сервисами, и заказчиками услуг, называемыми клиентами. Нередко клиенты и серверы взаимодействуют через компьютерную сеть и могут быть различными физическими устройствами, так и программным обеспечением.

Достоинствами клиент-серверной архитектуры локальной вычислительной сети являются:

- отсутствие дублирования кода программы-сервера программами-клиентами;
- так как все вычисления выполняются на сервере, то требования к компьютерам, на которых установлен клиент, снижаются;
- все данные хранятся на сервере, который, как правило, защищен гораздо лучше большинства клиентов. (на сервере проще обеспечить контроль полномочий, чтобы разрешать доступ к данным только клиентам с соответствующими правами доступа);
- позволяет объединить различных клиентов, использовать ресурсы одного сервера часто могут клиенты с разными аппаратными платформами, операционными системами;
- позволяет разгрузить сеть за счет того, что между сервером и клиентом передаются небольшие порции данных.

Недостатками клиент-серверной архитектуры локальной вычислительной сети являются:

- неработоспособность сервера может сделать неработоспособной всю вычислительную сеть. Неработоспособным серверам следует считать сервер, производительности которого не хватает на обслуживание всех клиентов, а также сервер, находящийся на ремонте или профилактике.

- поддержка работы данной системы требует отдельного специалиста – системного администратора;
- высокая стоимость оборудования.

Одноранговая архитектура локальной вычислительной сети – это компьютерная сеть, основанная на равноправии участников. В такой сети отсутствуют выделенные серверы, а каждый узел является, как клиентом, так и сервером. В отличие от архитектуры клиент-сервер, такая организация позволяет сохранять работоспособность сети при любом количестве и любом сочетании доступных узлов.

Достоинствами одноранговой архитектуры локальной вычислительной сети являются:

- не требуют дополнительных расходов на серверы и необходимое программное обеспечение;
- простота инсталляции;
- не требуют специальной должности администратора сети;
- позволяет пользователям управлять разделением ресурсов;
- при работе не вынуждают полагаться на функционирование других компьютеров;
- стоимость создания небольших сетей достаточно низка.

Недостатками одноранговой архитектуры локальной вычислительной сети являются:

- дополнительная нагрузка на компьютеры из-за совместного использования ресурсов;
- неспособность одноранговых узлов обслуживать большое число соединений;
- отсутствие централизованной организации, что затрудняет поиск данных;
- нет центрального места хранения файлов, что осложняет их архивирование;
- необходимость администрирования пользователями собственных компьютеров;
- слабая и неудобная система защиты;
- отсутствие централизованного управления, осложняющее работу с большими одноранговыми сетями.

Также анализ архитектур локальных вычислительных сетей выявил, что архитектура должным образом не удовлетворяет требованиям по оперативности поиска информации.

Анализ процесса поиска информации в локальных вычислительных сетях.

Поиск информации представляет собой процесс выявления в некотором множестве документов (текстов) всех тех, которые посвящены указанной теме (предмету), удовлетворяют заранее определенному условию поиска, критерию (запросу) или содержат необходимые (соответствующие информационной потребности) факты, сведения, данные.

Процесс поиска включает последовательность операций, направленных на сбор, обработку и предоставление необходимой информации заинтересованным лицам.

В общем случае поиск информации состоит из четырех этапов:

- определение (уточнение) информационной потребности и формулировка информационного запроса;
- определение совокупности возможных держателей информационных массивов (источников);
- извлечение информации из выявленных информационных массивов;
- ознакомление с полученной информацией и оценка результатов поиска.

Существуют следующие виды поиска:

- полнотекстовый поиск − поиск по всему содержимому документа. Как правило, полнотекстовый поиск для ускорения поиска использует предварительно построенные индексы.
- поиск по метаданным − это поиск по неким атрибутам документа, поддерживаемым системой − название документа, дата создания, размер, автор и т. д. Пример поиска по реквизитам − диалог поиска в файловой системе;
- поиск изображений − поиск по содержанию изображения. Поисковая система распознает содержание фотографии (загружена пользователем или добавлен URL изображения). В результатах поиска пользователь получает похожие изображения.

В ЛВС циркулирует множество информационных потоков и каждый информационный поток несет в себе разнородную информацию, что, в свою очередь, предопределяет необходимость

осуществления поиска информации на основе релевантности данных составляющих данные информационные потоки.

Основываясь на результатах проведенного анализа, следует отметить, что необходимость поиска информации в локальных вычислительных сетях требует предельно минимальных временных затрат. Данный аспект обуславливает необходимость создания автоматизированной программы поиска информации циркулирующей в ЛВС.

В целях решения данной задачи необходимо разработать алгоритм и программу, которая будет способна обеспечить пользовательский интерфейс, реализованный с помощью современных Web-технологий (PHP, JavaScript, flash, HTML), которые обеспечивают наглядное представление результатов поиска по web-ресурсам локальной вычислительной сети, а также способны предоставлять пользователю функции администратора и модератора с целью редактирования некоторых элементов данного интерфейса и контроля над состоянием индексирования информации.

Для осуществления поиска информации необходимо определить критерий поиска. Основным критерием поиска информации может являться релевантная требуемая фраза либо словосочетание, которые способны охарактеризовать предметную область поиска необходимой информации.

Таким образом, актуальность данной темы заключается в необходимости повышения производительности поиска информации, циркулирующей в локальных вычислительных сетях, а также в необходимости удовлетворения информационной потребности людей, с заданным качеством. И предопределила необходимость решения задачи создания программного продукта для поиска информации, циркулирующей в локальных сетях.

Литература:

1. Легков К.Е. Основные теоретические и прикладные проблемы технической основы системы управления специального назначения и основные направления создания инфокоммуникационной системы специального назначения.// Телекоммуникации и транспорт. Вып. № 6. Москва, 2013. С. 43-47.

2. Донченко А.А., Легков К.Е. Анализ эффективности применения алгоритмов динамического управления пропускной способностью канала //Сборник трудов СКФ МТУСИ - 2009. Ростов-на-Дону: СКФ МТУСИ, 2009. С. 69-72.

В.С. Носов, К.Е. Легков

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СИЛ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

ОАО НИИ «Рубин», г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: управление, система, эффективность, автоматизация.

Решение в России грандиозных задач построения информационного общества без широкого и повсеместного использования информационных систем и сетей практически в любой сфере человеческой деятельности невозможно. Особенно высокая роль здесь принадлежит компьютерным сетям - локальным, региональным, корпоративным, глобальным. В силах специального назначения примером информационной сети является автоматизированная система управления, представлявшая собой сеть командных пунктов частей и подразделений. Целью применения автоматизированной системы управления является повышение эффективности управляемых подразделений.

V.S. Nosov, K.E. Legkov

ON THE PROBLEM OF INCREASING CAPACITY LOCAL AREA NETWORK AUTOMATED CONTROL SYSTEM SPECIAL FORCES

Public corporation research Institute of "Ruby", St. Petersburg

Keywords: management, system, efficiency, automation.

Solution in Russia daunting tasks of building the information society without broad and widespread use of information systems and networks in virtually every sphere of human activity is impossible. Particularly high role here belongs to computer networks - local, regional, corporate, global. In special forces is an example of an information network automated control system is a network of command posts of units. The purpose of the application of the automated control system to increase the efficiency of controlled units.

Масштабы компьютерных сетей, объемы передаваемой информации обуславливает повышение требований к пропускной способности. Это происходит по разным причинам:

- повышение производительности клиентских компьютеров;
- увеличение числа пользователей в сети;
- появление приложений, работающих с мультимедийной информацией, которая хранится в файлах очень больших размеров;
- увеличение числа сервисов, работающих в реальном масштабе времени.

Следовательно, имеется потребность в экономичном решении, предоставляющем нужную пропускную способность во всех перечисленных случаях.

Итак, что же представляет собой локальная вычислительная сеть (ЛВС) ЛВС – это группа связанных между собой компьютеров, серверов, принтеров, расположенных в пределах здания, офиса или комнаты. Локальная вычислительная сеть дает возможность получать совместный доступ к общим папкам, файлам, оборудованию, различным программам и т.д.

Использование ресурсов локальной вычислительной сети предоставляет возможность:

- существенно снизить финансовые затраты предприятия;
- повысить уровень безопасности хранения важных данных;
- сократить временные затраты на решение различного вида задач, а так же повышение общей эффективности работы.

Для организации и обеспечения функционирования ЛВС применяется следующие оборудование и технологии:

- концентраторы (HUB) – соединяет сетевые кабели и обеспечивает взаимодействие между подключенными к ним устройствами (компьютеры, принт-серверы и т.д.);
- управляемый коммутатор – концентратор, который предоставляет возможности начального администрирования конфигурации локальной сети;
- принт-сервер – специальное устройство, которое обеспечивает подключение принтера к компьютерной сети и дает возможность печати всем пользователям локальной сети;
- файл-сервер – один компьютер локальной сети, предоставляющий дисковое пространство для хранения информации с возможностью непрерывного доступа к ней пользователям;
- устройство беспроводного доступа – радиосигнал, позволяющий соединять локальные сети, расположенные в пределах прямой видимости на расстоянии до 25 км;
- сервер авторизации и доступа – основной сервер локальной сети, на котором происходит регистрация всех пользователей сети и организация доступа к ресурсам. Сервер выполняет следующие задачи: хранение используемых данных, распределение доступа к ресурсам, обеспечение работы выхода в сеть Интернет, защита сети от внешних вторжений.

Основная задача, для решения которой строится любая сеть - быстрая передача информации между компьютерами. Поэтому критерии, связанные с пропускной способностью сети или части

сети, хорошо отражают качество выполнения сетью ее основной функции. Так как сети обслуживают одновременно большое количество пользователей, то при расчете пропускной способности необходимо учитывать данное обстоятельство.

Эффективность функционирования таких сетей в значительной степени определяется обслуживающим персоналом, специалистами, обеспечивающими полную и постоянную работоспособность компьютерной сети (КС), ее высокую производительность, безопасность, диагностику и восстановление, управление пользователями и решение их проблем. В решении этих задач главенствующая роль принадлежит службе администрирования сети, функционирующей в составе службы технической поддержки. Для решения вопроса оптимизации передачи информации по ЛВС специалистами службы администрирования используется программа Network Traffic View, которая позволяет отслеживать «приходящие» и «уходящие» пакеты с данными на персональном компьютере. На основе полученных данных можно изменять конфигурацию ЛВС, уменьшая объем передачи данных между маршрутизаторами. Тем самым возможно добиться повышение эффективности передачи информации в сети в среднем на 60 %.

Литература:

1. Легков К.Е. Методы оценки качества информационного обмена // Сборник трудов СКФ МТУСИ - 2009. Ростов-на-Дону: СКФ МТУСИ, 2009. С. 64-68.

2. Легков К.Е. Основные теоретические и прикладные проблемы технической основы системы управления специального назначения и основные направления создания инфокоммуникационной системы специального назначения.// Телекоммуникации и транспорт. Вып. № 6. Москва, 2013. С. 43-47.

2. Донченко А.А., Легков К.Е. Анализ эффективности применения алгоритмов динамического управления пропускной способностью канала //Сборник трудов СКФ МТУСИ - 2009. Ростов-на-Дону: СКФ МТУСИ, 2009. С. 69-72.

Д.А. Жуковская

АНАЛИЗ ГИБРИДНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина

Ключевые слова: сеть, ГССС, VSAT, HFC, архитектура, линия связи, антенна, абонентский терминал, топология, надежность.

Данная работа посвящена анализу двух гибридных телекоммуникационных сетей, а именно: гибридной спутниковой системе связи с малой апертурой (VSAT) и гибридной оптико-коаксиальной сети (HFC). Рассмотрены схемы построения данных сетей. Приведено сравнение и выявлены достоинства и недостатки для спутниковой и кабельной сети связи, а также даны практические рекомендации.

D.A. Zhukovskaya

ANALYSIS OF HYBRID TELECOMMUNICATION NETWORKS

Donetsk National Technical University, Donetsk, Ukraine

Keywords: network, hybrid satellite communications network, VSAT, HFC, architecture, link, antenna, user terminal, topology, reliability.

This work is devoted the analysis of two hybrid telecommunication networks, namely a hybrid satellite communication system with the very small aperture terminal (VSAT) and hybrid fiber-coaxial network (HFC). Schemes of construction of the given networks are considered. Comparison is resulted and merits and demerits of a satellite and cable communication network are revealed, and also practical recommendations are made.

Интенсивное развитие телекоммуникационных технологий нашего времени привело к появлению огромного количества сетей связи, которые в свою очередь развивались независимо друг от друга. Для того чтобы предоставить возможность каждому человеку в полной мере реализовать свои потребности в информационном пространстве, для информационно-телекоммуникационных систем должны быть выполнены требования по способности обеспечивать защиту от уничтожения, изменения, блокировки, несанкционированной утечки или от нарушения установленного порядка ее маршрутизации [1]. Постоянно растущий спрос на различные услуги в наше время диктует операторам связи объединять имеющиеся у них различные телекоммуникационные сети для предоставления необходимого объема услуг, таких как: предоставление каналов передачи данных, корпоративной телефонии, доступ к глобальной сети Интернет, телевидение и т.д. Современный оператор должен быть готов предоставить клиенту видеосвязь, телефонию и передачу данных, в совокупности, в любой точке мира.

Гибридные сети связи – это сети, которые состоят из двух или нескольких систем связи, работающих при этом совместно, для предоставления необходимых телекоммуникационных услуг конечному пользователю [2].

На сегодняшний день существует большое количество гибридных сетей. Частным представителем данных сетей являются гибридные спутниковые системы связи (ГССС), которые получили свое дальнейшее развитие за счет совместного использования спутникового и наземного каналов связи. ГССС является очень гибкой и позволяет создавать сети, отвечающие самым жестким требованиям и предоставляющие широкий спектр услуг по передаче голоса, видео, данных в любой комбинации.

Развитие систем спутниковой связи привело к появлению систем, построенных на базе терминалов с малой апертурой VSAT (very small aperture terminal). Такие сети в общем случае состоят из двух и более терминалов, объединенных посредством спутникового канала связи. VSAT – это общее название целого класса систем, использующих пользовательские терминалы с антенной относительно небольшого диаметра. Особенности сетей спутниковой связи VSAT методологически проще анализировать, разделив спутниковую сеть VSAT на земной и космический сегменты [3].

Любая спутниковая станция (VSAT-станция) в общем виде состоит из следующих компонентов: спутниковая антенна ("тарелка" диаметром, как правило, от 0,9 до 2,4 м), приемник и передатчик, размещаемые на антенне, спутниковый модем (стандартный электронный блок высотой 1–3U, имеющий, как правило, Ethernet-интерфейс), оконечное оборудование пользователя (рис. 1) [4].

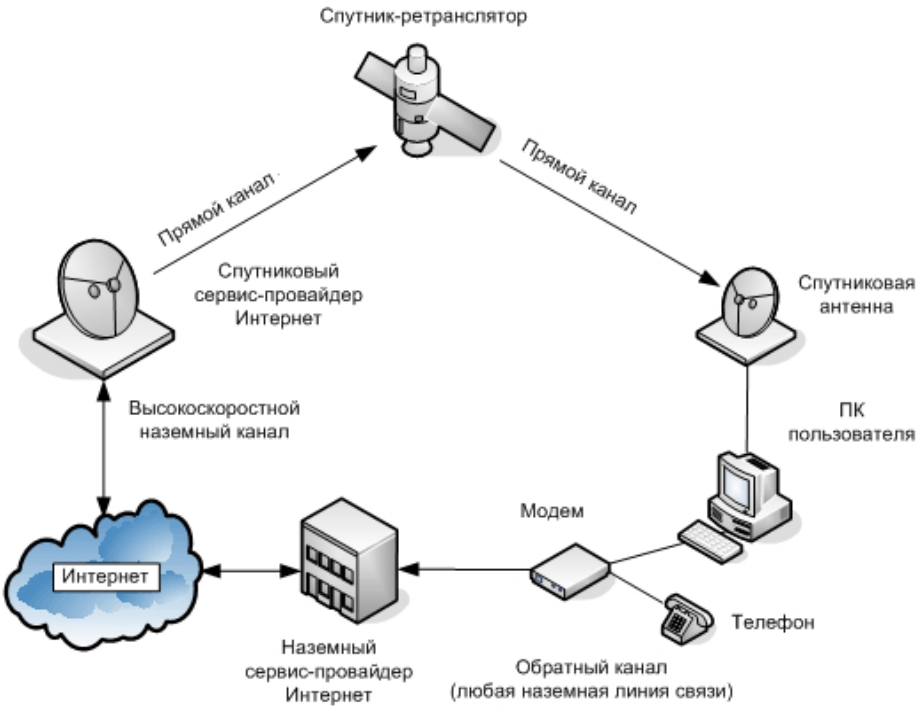


Рисунок 1. Пример построения сетей VSAT

Еще одним представителем гибридных телекоммуникационных сетей являются гибридные оптико-коаксиальные сети (hybrid fiber-coax, HFC) – наиболее распространенные в настоящее время широкополосные сети передачи данных. Архитектура сети абонентского доступа с ассиметричной двунаправленной передачей сигналов, разработанная в рамках стандарта 802.14. Сети HFC позволяют оператору предоставлять абонентам как базовые услуги (стандартные аналоговые ТВ каналы), так и расширенный сервис – платное аналоговое и цифровое телевидение, телефонную связь, доступ в Интернет. Принцип их действия заключается в следующем (рис. 2).

Между узлом транспортной сети и ее вторичным узлом информация передается по гибридным волоконно-оптическим линиям связи. На вторичном узле сигнал из оптической формы преобразуется в электрическую и по двунаправленной гибридной коаксиальной сети поступает к абоненту. На первичном узле сигнал преобразуется в оптическую форму и передается на вторичный узел с использованием двух волокон. По одному волокну информация передается к абоненту, по второму – от абонента. На вторичном узле сигнал преобразуется из оптической в электрическую форму и через коаксиальную сеть поступает на абонентские устройства, которые могут быть самыми различными. Коаксиальная сеть строится по древовидному принципу и к одной абонентской розетке могут быть подключены разные устройства: телевизионный приемник, компьютер или телефон. Все устройства, кроме телевизора, подключаются с использованием специальных приставок. Это либо кабельные модемы, либо специальные модемные системы, которые позволяют организовать доступ на формирование выделенных каналов, в частности, для предоставления услуг телефонии. Информация через один коаксиальный кабель передается с помощью частотного разделения услуг каналов. Стандартный частотный план сети кабельного телевидения формируется таким образом, что в нем выделяются области частот, по которым передаются телевизионные несущие и специальные области частот, в которых передается цифровая информация [5].

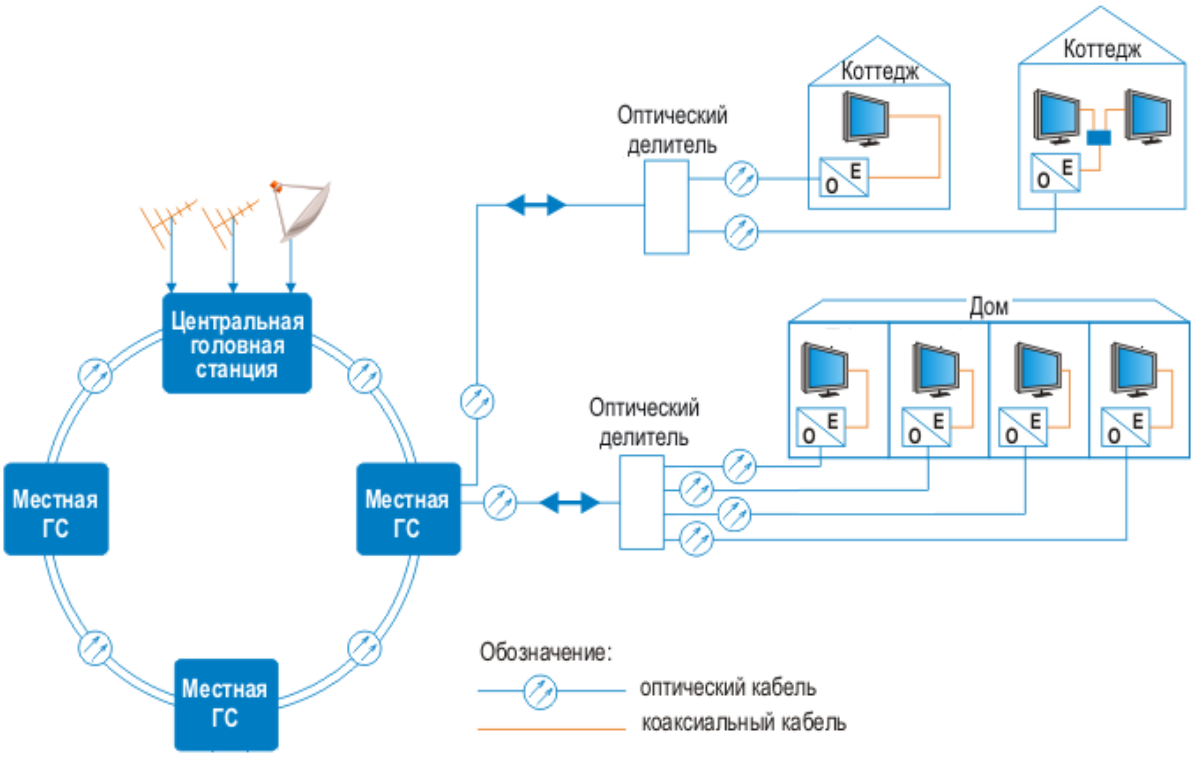


Рисунок 2. Пример построения оптико-коаксиальной сети HFC

В таблице 1 представлена характеристика исследуемых гибридных телекоммуникационных сетей, показаны основные достоинства и недостатки спутниковой и кабельной сетей связи.

Таблица 1. Сравнительная характеристика двух гибридных телекоммуникационных сетей

Критерий	VSAT	HFC
1	2	3
Стоимость	Низкая себестоимость	Высокая стоимость интерфейсного оборудования
Развертывание	Быстрое	Необходим высококвалифицированный персонал для монтажа и обслуживания
Качество связи	Высокое, но может быть ослаблено при влажной погоде. Связь подвержена помехам. Присутствует значительная задержка	Высокое, высокая четкость видеосигнала.
Архитектура	Различная	Распределенная
Надежность	Высокая, но возможен перехват сигнала. Достоверная передача информации.	Высокая помехозащищенность и защищенность от несанкционированного доступа. Требование к специальной защите оптоволокна
Услуги	Передача данных, передача голоса, передача изображений, видеоконференции, доступ в Интернет, мультимедиа	Аналоговое и цифровое телевиденье, скоростная передача данных, телефония, видеосервис, интерактивные службы
Частотный диапазон	0,39 – 86,0 ГГц	Верхняя часть спектра до 1 ГГц
Скорость передачи	До 40 Мбит/с	2,5…10 Гбит/с
Топология	Звезда, каждый с каждым	Разветвленное дерево, шина, кольцо

Таким образом, большинство недостатков спутниковых систем связи устраняются путем грамотного проектирования сети, выбора технологии и места установки антенн. При этом следует отметить, что любая система связи имеет свои недостатки и преимущества, и выбор той или иной технологии зависит от многих факторов. Связь через спутник можно организовать в любой географической точке, единственное необходимое условие — наличие электропитания. Абонентский терминал имеет небольшой вес и габариты, монтируется и приводится в рабочее состояние за несколько часов. Не требуется проведения большого объема проектных и строительных работ, как для организации кабельной линий связи. [6].

Что касается сетей HFC, то их особенность заключается в следующем: интерактивный сервис особенно экономично разворачивается там, где уже есть хорошая оптико-коаксиальная кабельная инфраструктура. HFC позволяет постепенно перейти к полностью оптической сети, когда

в этом возникнет необходимость, с максимальной утилизацией оборудования и кабельных коммуникаций.

Литература:

1. Воропаєва В.Я., Щербов І.Л. Адаптування інформаційно-телекомунікаційних систем до зовнішніх впливів. Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація. Випуск 23 (201). - Донецьк, ДонНТУ, 2012. С - 83-88. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ea.donntu.edu.ua/handle/123456789/15629 – Дата доступа: 04.03.2014.

2. Farserotu J., Prasad R. A Survey of Future Broadband Multimedia Satellite Systems, Issues and Trends., IEEE Communications Magazine, June 2000, pp. 128-133.

3. Пастухов Алексей Сергеевич. Эффективность гибридных сетей спутниковой связи VSAT в условиях самоподобия телекоммуникационного трафика: диссертация кандидата технических наук.- Москва, 2009.- 165 с.

4. Семенов М. Спутниковая связь и VSAT-технологии в ТЭК. Журнал "Технологии и средства связи" #3, 2011. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tssonline.ru/articles2/focus/spytnikovaya-svyaz-i-vsattehnologii-v-tek. – Дата доступа: 05.03.2014.

5. Силин М.В. Широкополосные сети доступа с интеграцией услуг. Информационное общество, 1999, вып. 4, с. 39 - 41.

6. Высоцкий Г. Услуги сетей VSAT и их потребители. «Теле-Спутник» / март 2011. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.telesputnik.ru/archive/pdf/185/20.pdf. – Дата доступа: 07.03.2014.

7. Marcin Strazynski Современные решения для классических сетей HFC. Теле-Спутник - 3(125) Март 2006 г. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.telesputnik.ru/archive/125/article/60.html. – Дата доступа: 05.03.2014.

М.Ю. Звездина, П.А. Пархоменко, Е.С. Петрашевич

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ LTE В РОССИИ

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: технологии беспроводного доступа в Интернет, модель для анализа успеха внедрения сетевой технологии, особенности функционирования технологии в России.

Выполнен анализ основных тенденций развития современного общества, позволивший выделить в качестве тренда – бурное развитие мобильной связи и Интернет. Увеличение потоков передаваемых данных усилило требование к пропускной способности мобильных сетей, что вызвало необходимость перехода к высокоскоростным технологиям. Беспроводная технология *LTE* на данный момент является одной из перспективных в данном отношении. Выполненный с использованием модели успеха сетевой технологии анализ перспектив развития *LTE* в России позволил сформулировать основные причины сдерживания развития данной технологии.

M.Yu. Zvezdina, P.A. Parkhomenko, E.S. Petraschevich

STATUS AND PROSPECTS IN RUSSIA LTE

Don State Technical University, Rostov on the Don, Russia

Keywords: wireless access technology, efficiency model for network technology adoption, peculiarities of technology performance in Russia.

The analysis of main trends in the evolution of contemporary society was carried out and it allowed pointing out a tremendous upgrowth of mobile network and Internet. Data flow increase added demands to

mobile network bandwidth and thus forced the necessity of high speed technology. *LTE* wireless access technology is of the promising ones this very moment. The analysis of the future *LTE* development in Russia was carried out according to efficiency model for network technology and it allowed defining the main causes of containment for this technology.

Основной тенденцией развития современного общества, наблюдаемой в последние пятнадцать лет, является бурное развитие мобильной связи и Интернета. Операторы мобильной связи по всему миру, как показано в [1], фиксируют резкий рост объемов передаваемых данных, который во многом обусловлен возросшей популярностью смартфонов и планшетных компьютеров, обеспечивающих удобный доступ ко всем новым приложениям и сервисам. По прогнозу *Bell Labs*, трафик данных в мобильных сетях за пять лет с 2010 по 2015 гг. вырастет в 30 раз [2]. При этом главным трендом мобильных сетей в настоящее время является развитие широкополосного доступа. Мобильный Интернет в России являлся в 2011 году по данным [3, 4] самым быстрорастущим сегментом дополнительных услуг в сетях сотовой связи России. Им пользуется половина населения страны, общий объем рынка составил по итогам 2011 года 76 миллиардов рублей, увеличившись по сравнению с 2010 годом на 43%.

В связи с увеличением объемов передаваемой информации, в основном, за счет передачи видеопотоков, требования к пропускной способности мобильных сетей растут очень быстро, что заставляет операторов обращать особое внимание на использование высокоскоростных технологий. Результаты анализа многочисленных Интернет-источников, например, [5-9], в которых приводятся данные о перспективах числа подписчиков беспроводных технологий в мире. Анализ показал, что в настоящее время в мире ускоренными темпами развивается беспроводная технология *LTE* (*Long Terminal Evolution*). Высокие темпы подключений сетей на основе данной технологии обусловлены возможностью повышения скорости (до 100 Мбит/с) и эффективности передачи данных, снижением издержек операторов, расширением и улучшением уже оказываемых услуг, а также возможностью интегрироваться с уже существующими протоколами. Выявленные тенденции распространяются на мировые телекоммуникационные сети.

Рассмотрим вопрос о перспективах развития в России данной беспроводной технологии, а также ее взаимодействии с используемыми в настоящий момент технологиями беспроводного широкополосного доступа.

Успех сетевой технологии, как известно из [1], базируется на трех составляющих: производительности сети; масштабах рынка и экосистеме производителей. Производительность сети характеризуется радиопокрытием и емкостью, которые для *LTE* значительно превышают известные. Так, по сравнению с сетями радиус соты в сетях *LTE* может быть увеличен с 0,39 км (в сетях *WiMAX*) до 0,56 км, т.е. в 1,4 раза, при этом зона радиопокрытия при одинаковой вероятности радиопокрытия 95% увеличивается почти в 2 раза. Величина максимально допустимых потерь на линии в сетях *LTE* выше на 5,6 дБ по сравнению с сетями *WiMAX*, что подтверждает лучшее радиопокрытие сети. При оценке масштаба рынка учтем тот факт, что технология *LTE* является дальнейшим развитием сетей *CDMA* и *GSM/UMTS*. В результате можно сказать, что масштабы рынка сетей *LTE* будут намного превышать все известные, поскольку, как известно из [6], к концу 2013 года планировалось развертывание более 248 сетей данного типа в 87 странах мире.

Экосистема производителей для каждой страны является индивидуальной. В связи с этим остановимся на анализе аспектов, описывающих данный показатель - наличии свободных частот, наличии оборудования для работы в сетях данной технологии, интегрировании с существующими сетями связи при объединении их в единую сеть.

Рассмотрение начнем с оценки наличия свободных частот. В мире для работы сетей по технологии *LTE* используются частоты 800 МГц, 1,8 ГГц и 2,6 ГГц. В России указанные значения с учетом распределения частот между объектами радиосвязи сводятся к следующим: 790..862 МГц, 1,8 ГГц и 2,5..2,7 ГГц [6]. При этом следует отметить, что применение частотного диапазона 800 МГц в России затруднено, поскольку конверсия данных частот, по мнению специалистов, займет не менее 7..10 лет и потребует 60..80 млрд. рублей [7]. В 2013 году на конверсию было выделено всего 0,5 млрд. рублей.

Частотный диапазон 2,6 ГГц наиболее широко применяется в мире для организации *LTE*-сетей [6]. В нем функционируют почти все службы, включая и военные. В России данный частотный диапазон первоначально был выделен государством компании «Скартел» (*Yota*) для развертывания сетей *WiMAX*, а затем для сетей по технологии *LTE* в 24 городах России (так называемый «список

Минкомсвязи»). Кроме того, на условиях аренды он доступен компаниям «Мегафон» и МТС также для сетей *LTE* [6, 7, 10]. Поскольку развертывание сетей осуществлялось одной и той же компанией и частоты совпадали, то сам процесс перехода, осуществляемый путем замены оборудования *WiMAX* на оборудование *LTE,* занимал для базовых станций порядка 3 часов. Однако, несмотря на то, что с декабря 2012 года большинство сетей уже функционирует и имеет более 800 тыс. активных *LTE*-абонентов с перспективой запуска к 2014 году сетей в 180 городах России, освоение частотного диапазона 2,5..2,7 ГГц столкнулось с рядом сложностей, основной из которых явилось решение апелляционного суда г. Волгограда о незаконном выделении указанного частотного диапазона компании «Скартел» [8]. Вследствие этого в ряде субъектов Российской Федерации уже созданные в указанном частотном диапазоне сети временно заморожены [6]. Это относится к таким городам, как Киров, Красноярск, Орел, Пенза, Грозный.

Выходом из сложившейся обстановки является переход к следующему частотному диапазону. Им может быть как частотный диапазон 2,3..2,4 ГГц, в котором Ростелеком планирует обеспечить покрытие в 38 субъектах России в 2013 году, так и диапазон 1,8 ГГц. Причем применение частотного диапазона 1,8 ГГц является более перспективным направлением по нескольким причинам [6, 9]. Основным преимуществом является перекрытие частотного диапазона с уже используемым по технологии *GSM.* Следствием этого является, во-первых, его технологическая нейтральность, а, следовательно, для развертывания сетей операторам не требуется разрешение Государственного комитета по радиочастотам России, что открывает большие возможности для операторов, не входящих в большую пятерку. Во-вторых, возможно не только применение уже существующего оборудования, но и привлечение многочисленных абонентов сетей *GSM/UMTS* и *CDMA+*. В-третьих, в настоящее время уже выпускается оборудование для мобильных устройств, поддерживающих работу в сетях *LTE*. В настоящее время на российском рынке представлен ряд абонентских устройств с поддержкой *LTE*: *USB*-модемы, маршрутизаторы, ноутбуки, планшетные ПК, смартфоны. На сегодняшний день для российского рынка адаптированы такие модели, как *HTC One XL, Nokia Lumia 820* и *Lumia 920, Samsung Galaxy S III LTE, Xperia V* и др. В октябре 2012 года их поставки составили порядка 20 тыс. телефонов [6]. В то же время следует подчеркнуть, что в настоящий момент *LTE*-смартфоны не позволяют использовать данную технологию в России. Это обусловлено тем, что они функционируют фактически как 2*G*/3*G*-смартфоны, поскольку в развернутых в России сетях *LTE* пока не обеспечена передача голоса. Существующее сетевое оборудование пока не обеспечивает корректность перехода 4*G*-смарфтона в сети 2*G*/3*G*. В связи с этим режим 4*G* на смартфонах в настоящее отключен, и работа возможна только с использованием роутеров и *USB*-модемов. Это подтверждается и данными из [6], свидетельствующими о том, что проникновение 4*G* в Россию составило в 2012 году не более 0,4% от количества активных карт мобильной связи.

Решение проблемы телефонов планируется осуществить в 1 квартале 2013 г. путем поставок смартфонов компаний *Yota Devices* и *ZTE* с поддержкой российских сетей *LTE* [12]. В дальнейшем количество смартфонов с поддержкой *LTE* на российском рынке будет увеличиваться, изменяя при этом экосистему абонентского оборудования с поддержкой технологии *LTE*. Так, по консервативному сценарию аналитической компании *J'son* & *Partners Consulting* [12] абонентская база в России к 2018 году достигнет 10 млн. человек, а по оптимистическому сценарию – 20 млн. человек. При этом в 2015 году доля смартфонов с поддержкой *LTE* составит 15% в общих продажах смартфонов, *LTE*-планшетов - 8%, а *USB*-модемов с поддержкой *LTE* - около 30%.

Развертывание *LTE*-сетей в конечном счете приведет к свертыванию сетей *WiMAX*. Это определяется как техническими преимуществами *LTE*-технологии, при разработке которой были учтены все недостатки технологии *WiMAX*, так и тем фактом, что основная в России компания *WiMAX Yota* отказалась от поддержки данной технологии, став основным поставщиком услуг *LTE*-сетей. На период до 2015 года, когда будут решены задачи организации *LTE*-сетей, функцию беспроводной передачи данных между устройствами по-прежнему остается за технологией *Wi-Fi* со всеми ее достоинствами и недостатками.

Подводя итоги вышесказанному, можно сделать следующие выводы:

1. Переход к новым высокоскоростным технологиям, к которым относится *LTE*, обусловлен увеличением объемов передаваемой информации, в основном за счет передачи видеопотоков, что сводится, в конечном счете, к требованию высокой пропускной способности мобильных сетей.

2. Сдерживание развития *LTE*-сетей в России обусловлено, во-первых, сложностями в использовании выделенных для этих целей трех частотных диапазонов (сложности военной конверсии частот для диапазона 800 МГц, юридические процессы для диапазона 2,6 ГГц, отсутствие оборудования для диапазона 1,8 ГГц). Во-вторых, отсутствием оборудования для обеспечения корректности перехода из сети 4*G* в сети 2*G*/3*G* для передачи голоса (результат - режим 4*G* на смартфонах в настоящее время отключен, а сами смартфоны - дороги). В-третьих, сужением круга мобильных устройств, с помощью которых возможна в России работа в *LTE*-сетях (только роутеры компании «Скартел» и *USB*-модемы оператора Мегафон).
3. Широкое применение *LTE*-технологий в России возможно не ранее 2015 года, когда будет налажен выпуск требуемого оборудования.
4. Возможности предшествующих технологии *WiMAX* в России с переносом интересов ведущей компании *Yota* на сети *LTE* практически сведены на нет, поскольку повальное наступление сетей *LTE* в будущем лишает *WiMAX* перспектив в крупных городах России, и возможно, даже в стране в целом.
5. Функцию беспроводной передачи данных между устройствами до широкого внедрения *LTE*-технологий (фактически до 2015 года) по-прежнему остается за технологией *Wi-Fi* со всеми ее достоинствами и недостатками.

Литература:

1. Канаев М. Мобильная динамика // Технологии и средства связи. 2012. №6. С.50-51.
2. Инфокоммуникационные системы. Сайт группы компаний ТЕЛРОС: [Электронный ресурс]: URL: http://si.telros.ru/245/246.php (дата обращения 12.02.2014г.).
3. Российский рынок домашнего широкополосного доступа // Технологии и средства связи. 2012. №2. С.36.
4. Российский рынок телекоммуникационных услуг растет быстрее мирового // Digit проект РИА Новости: [Электронный ресурс]: URL: http://digit.ru/telecom/20120801/393758621.html (дата обращения 12.02.2014г.).
5. Теплаков А. LTE – самый динамично развивающийся стандарт: [Электронный ресурс]: URL: http://nag.ru/go/text/3867/ (дата обращения 20.02.2014г.)
6. Анализ и прогноз рынка LTE в России // Технологии и средства связи. 2013. №5. С.48-50.
7. Теплаков А. LTE угрожает WiFi: [Электронный ресурс]: URL: http://nag.ru/go/text/22883/ (дата обращения 2.02.2014г.)
8. Токарев Е. Перспективы развития сетей LTE вызывают опасения // Московский комсомолец. № 26184 от 13 марта 2013 года: [Электронный ресурс]: URL: http://www.mk.ru/economics/article/2013/03/12/824642-silachi-protiv-tehnologiy.html (Дата обращения 3.02.2014г.).
9. Кущ И. Российские LTE 1800: быть или не быть? [Электронный ресурс]: URL: http://nag.ru/go/text/22907/ (дата обращения 3.02.2014г.).
10. 4G Интернет в Ростове-на-Дону. Сайт МТС: [Электронный ресурс]: URL: http://www.rnd.mts.ru/mobil_inet_and_tv/help/4g_internet/ (дата обращения 22.02.2014г.).
11. Мегафон 4G. Сайт «Мегафон»: [Электронный ресурс]: URL: http://rostov.shop.megafon.ru/modems_g__g_33_tree_992_84849.html#features (дата обращения 22.02.2014г.).
12. В 2015 году доля продаж смартфонов с поддержкой LTE в России составит 15%. CNews-телеком: [Электронный ресурс]: URL: http://telecom.cnews.ru/news/2013/03/21/v_2015_g_dolya_prodazh_smartfonov_s_podderzhkoy_lte_v_rossii_sostavit_15_523122 (Дата обращения 3.02.2014г.).

А.В. Хуторцева, И.Н. Герасимов

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ СЕТЕЙ РАДИОСВЯЗИ, РАЗВОРАЧИВАЕМЫХ В ЗОНАХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, г. Ростов-на-Дону

Ключевые слова: транкинговые радиосети, помехоустойчивость, ДИКМ.

В работе рассматриваются проблемы обеспечения эффективной работы радиосетей в зонах чрезвычайных ситуаций и предлагается техническое решение для их решения.

A.V. Kutortseva, I.N. Gerasimov

INNOVATIVE SOLUTIONS FOR MOBILE RADIO NETWORKS DEPLOYED IN EMERGENCY ZONES

North-Caucasian Branch of the Moscow technical university of communication and informatics, Rostov-on-Don

Keywords: trunked radio, immunity, DPCM.

The work considers the problems of ensuring efficient operation of radio networks in the areas with emergency situations and offers a technical solution to solve them.

В настоящее время радиосети подразделяются на сотовые, транкинговые и mesh-сети. Оптимальными по тактико-технологическим показателям в условиях чрезвычайной ситуации(ЧС) являются транкинговые радиосети.

В развёртываемых в таких условиях транкинговых радиосетях необходимо решить следующие задачи:

1. Обеспечить контроль связности сети без выделения частотного ресурса;
2. Эффективно использовать ограниченный частотный ресурс;
3. Обеспечить высокую помехоустойчивость к акустическим шумам в зонах радиосвязи;

Задача контроля связности состоит в том, чтобы постоянно иметь информацию о надёжном функционировании каждой базовой станции и принимать решения о реконфигурации сети. Неисправность базовых станций приводит к скачкообразному изменению интенсивности потока пакетов. В основу решения данной задачи можно положить алгоритм обнаружения ступенчатых изменений интенсивности потока пакетов[1]. На основании полученных решений было разработано устройство обнаружения и оценивания ступенчатых вариаций интенсивности потока импульсов[2].

Поскольку частотный ресурс в системах радиосвязи ограничен, то формирование цифрового сигнала в транкинговых сетях производится на основе дифференциальных методов. Наиболее распространённым является метод дифференциальной импульсно-кодовой модуляции (ДИКМ).

При решении задач ДИКМ, как правило, исходят из предположения о том, что информационный сигнал наблюдается непосредственно без шумов. Однако на практике сигнал представляет собой композицию информационного сигнала и помехи. В этом случае необходима совместная фильтрация и модуляция. Решение этой задачи проводилось на основе использования сплайн-функций в задаче дифференциальной импульсно-кодовой модуляции[3] и принципа группирования наблюдений в задаче оптимальной совместной фильтрации и дифференциальной импульсно-кодовой модуляции[4]. Анализ алгоритмов фильтрации и цифрового кодирования с предсказанием показал, что обе процедуры выполняют экстраполяцию оценки процесса. В результате был сделан вывод об их объединении в единую процедуру. Данная процедура была реализована с помощью точного решения уравнения экстраполяции[3] и приблизительного[4].

На основании данного подхода были разработаны инновационные решения, направленные на обеспечение акустической помехоустойчивости, при обеспечении соблюдения требований по уменьшению выделяемых частотных полос для отдельных радиоканалов.

Техническая реализация способа дифференциальной импульсно-кодовой модуляции-демодуляции сигналов [5] представлена с помощью структурной схемы 1.

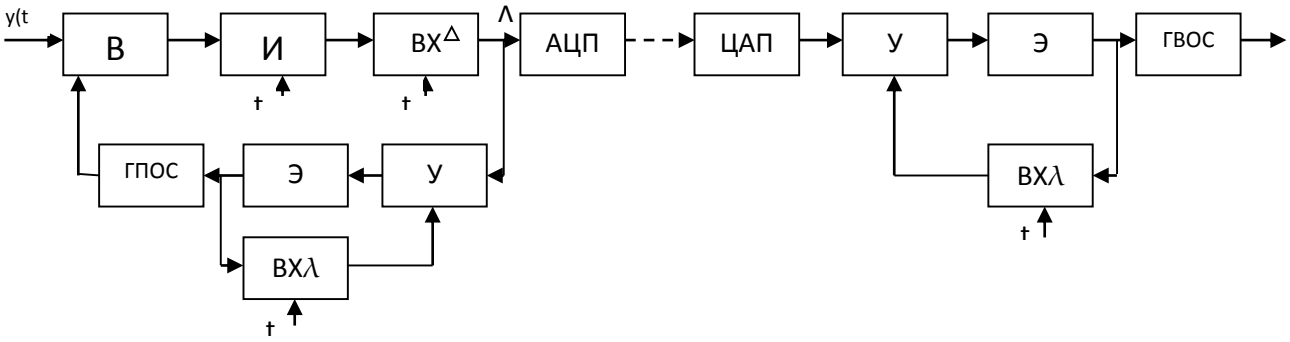


Рисунок 1. Структурная схема устройства, реализующего Ф-ДИКМ с использованием сплайн-функций.

Входной сигнал поступает на вход блока вычитания. На вход этого же блока подается предсказываемая оценка информационного сигнала. Эта оценка формируется в генераторе предсказываемой оценки сигнала на основании предсказанных коэффициентов сплайн-аппроксимации.

В блоке вычитания для каждого интервала времени формируется разностный сигнал, поступающий на вход блока усреднения. Результаты усреднения разностного сигнала поступают на вход блока выборки-хранения и по управляющему импульсу в конце каждого интервала, фиксируются и запоминаются. Таким образом, на выходе этого блока формируется сигнал ошибки, который поступает на вход блока уточнения. В блоке экстраполяции предсказанное значение коэффициентов сплайна уточняется за счет добавления к нему вектора уточнения. Уточненное значение коэффициентов подается на вход блока вычитания.

Сигналы ошибок с выхода блока выборки и хранения поступают на вход АЦП, где происходит их квантование и преобразование в кодовые последовательности.

Эти кодовые последовательности передаются в канал, выход которого соединен со входом ЦАП. На выходе ЦАП из кодовых последовательностей восстанавливаются квантованные значения сигналов ошибок, поступающие на второй блок уточнения. На его выходе по принятому квантованному сигналу ошибки формируется вектор уточнения, подаваемый на вход блока экстраполяции. Одновременно на вход блока уточнения подается предсказанное значение коэффициентов сплайн-аппроксимации приемной стороны. В результате на выходе блока экстраполяции формируется восстановленная по принятому сигналу ошибки оценка коэффициентов сплайна, используемая для генерации восстановленной оценки сигнала.

Выход генератора восстановленной оценки сигнала является выходом устройства. На нем формируется оценка восстановленного после передачи и демодуляции информационного сигнала в виде кусочно-полиномиального процесса сплайнового типа.

Техническое решение, реализующее способ совместной фильтрации и дифференциальной импульсно-кодовой модуляции-демодуляции сигналов[6], представлено на рисунке 2.

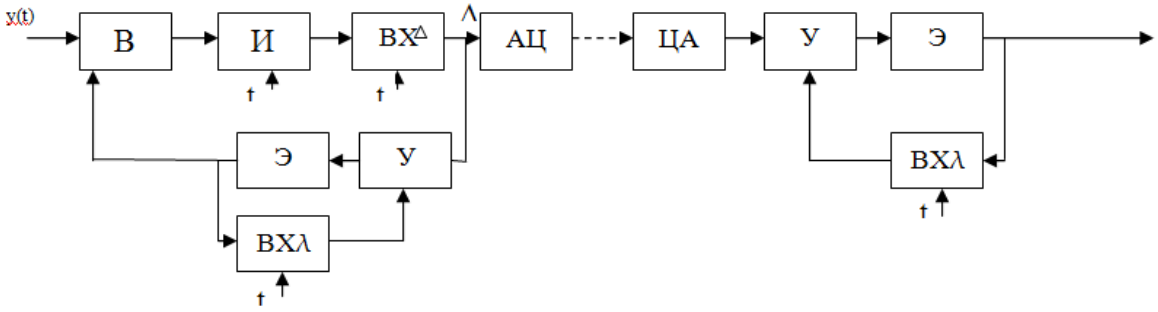


Рисунок 2. Структурная схема устройства, реализующего Ф-ДИКМ.

Поскольку представление информационного сигнала не предполагает использование аппроксимирующих процессов, точность его восстановления возрастает, соответственно возрастает и помехоустойчивость всей процедуры совместной фильтрации и дифференциальной импульсно-кодовой модуляции – демодуляции сигналов.

Выигрыш в помехоустойчивости, получаемый с использованием технического решения[5] может достигать 13 дБ, а выигрыш с использованием решения [6] позволяет увеличить его до 15 дБ.

Применение предлагаемых инновационных решений при разработке аппаратного комплекса мобильных сетей радиосвязи, разворачиваемых в зоне ЧС, позволяет сделать их более универсальными с точки зрения их функционального применения.

Литература:

1. Хуторцева М.В. Параметрическая чувствительность процесса обнаружения скачков интенсивности следования пакетов //Телекоммуникации. 2010. №7.
2. Патент № 2384849 Устройство обнаружения и оценивания ступенчатых вариаций интенсивности потока импульсов, Мелешин А.С., Свиженко А.А., Хуторцева М.В.
3. Хуторцева А.В., Хуторцев В.В. Использование метода сплайн-функций в задаче дифференциальной импульсно-кодовой модуляции.// Телекоммуникации. 2011. № 6.
4. Хуторцева А.В. Использование принципа группирования наблюдений в задаче оптимальной совместной фильтрации и дифференциальной импульсно-кодовой модуляции// Телекоммуникации. 2012. №7.
5. Патент 2446558 Российская Федерация. МПК H03M 3/00. Способ дифференциальной импульсно-кодовой модуляции-демодуляции сигналов/ Хуторцева А.В.: заявитель и патентообладатель Хуторцева А.В. − №2011103381/08; заявл.31.01.2011; опубл.27.03.2012, Бюл.№9.
6. Решение о выдаче патента № 2012122670/80 на изобретение «Способ совместной фильтрации и дифференциальной импульсно-кодовой модуляции-демодуляции сигналов»

Д.А. Безуглов, С.А. Швидченко

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЕЙВЛЕТ-ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-дону, Россия

Ключевые слова: анализ изображений, вейвлет-преобразования, выделение контуров.

Работа посвящена разработке информационной технологи автоматизированного анализа результатов измерений на фоне шума с использованием нового впервые предложенного математического аппарата вейвлет-дифференцирования. Приведен пример дифференцирования нестационарного сигнала и нахождения локального максимума. Приведены результаты математического моделирования в пакете Маткад.

D.A. Bezuglov, S.A. Shvidchenko

INFORMATION TECHNOLOGY OF WAVELET DIFFERENTIATION OF RESULTS OF MEASUREMENTS

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia

Keywords: edge detection. wavelet transform

Is devoted to the development of information technology-aided analysis of the results of measurements on the background noise using a new first suggested by the mathematical apparatus of

wavelet differentiation. An example of differentiation of non-stationary signal and finding the local maximum. Results of mathematical modeling in package MathCad.

Одной из тенденций развития современных информационных технологий является разработка методов и алгоритмов анализа сигналов (результатов измерений) и их производных на фоне шумов регистрации. Решение такой задачи необходимо в различных областях техники, например, в химии при обработке результатов измерений дифференциальной термогравиметрии и проведении дифференциального термического анализа. В акустике такие методы могут быть использованы при анализе и обработке звуковых сигналов, в медицине – при обработке кардиосигналов. В технике - при обработке сигналов пьезоэлектрических датчиков различных физических величин. Следует отметить, что такая задача возникает при математическом моделировании различных динамических процессов и объектов, описываемых дифференциальными уравнениями, а также при автоматизации управления и регулирования данными процессами. Без умения достаточно эффективно решать данную задачу невозможно вести речь о создании автоматических регуляторов, обеспечивающих реализацию технологических процессов в соответствии с заданными режимами и с достаточно высокой точностью, а также соответствующих информационных систем. Последнее обусловливается тем, что без использования первой и более высокого порядка производных регулируемых переменных и знания достаточно точных оценок их значений невозможно создать и, тем более, реализовать автоматический регулятор, удовлетворяющий отмеченным выше требованиям.

Общим во всех этих задачах является то, что для автоматизированной обработки результатов измерений требуется вычисление производных различного порядка (как правило, первой и второй) на фоне шума.

В настоящее время при создании дифференциаторов используют современные средства микропроцессорной техники и методы цифрового (численного) дифференцирования сигналов. Высокие точностные характеристики и быстродействие современных микропроцессоров позволяют создавать на их основе дифференциаторы сигналов, пригодные для использования в реальном масштабе времени.

Как известно, задача цифрового дифференцирования наблюдаемого сигнала, значения которого заданы с ошибками, и получения достаточно точных оценок его производных является далеко не тривиальной из-за того, что она является некорректной [1]. Отмеченное выше делает вполне очевидной актуальность проведения исследований существующих и создания новых методов цифрового дифференцирования сигналов и выбора такого или таких из них, которые наиболее пригодны для реализации с применением средств современной микропроцессорной техники и позволяют достичь требуемых характеристик.

Целью настоящей работы является разработка метода вейвлет-дифференцирования результатов измерений на фоне шума.

В отличии от известных, такой подход позволит в дальнейшем реализовать информационную технологию дифференцирования результатов измерений как программно, так и аппаратно.

1. Вейвлет-преобразование

В настоящее время существует ряд задач контроля непрерывных параметров измерительных процессов, когда непосредственному наблюдению доступен процесс $S(t)$, а информативным параметром является его производная $\frac{dS(t)}{dt}$. Для математического решения данной задачи существует известный метод численного дифференцирования [1]. Но этот метод будет удовлетворительно работать лишь для функций, заданных в точках без погрешности. Это связано со следующим. Математически задача численного дифференцирования состоит в том, чтобы найти максимально приближенное значение производной заданной функции $S(t)$ (результатов измерений). Возьмем одно из разностных отношений, например [1]:

$$\frac{dS(t_k)}{dt} \approx S_{t,k} = \frac{S(t_k) - S(t_{k-1})}{h}, \qquad (1)$$

где h - шаг, $S(t_k)$ - выборочные значения сигнала.

Возникающая в результате такой замены погрешность характеризуется разложением:

$$S_{t,k} = \frac{dS(t_k)}{dt} - \frac{h}{2}\frac{d^2S(\xi^{(j)}{}_k)}{dt^2}, \quad (2)$$

где $\xi^{(j)}{}_k, j = 1,2,3,$ - точки из интервала (t_{k-1}, t_{k+1}).

Погрешность, возникающая при вычислении разностных отношений, намного превосходит погрешность в задании значений функции $S(t_k)$ и даже может неограниченно возрастать при стремлении шага сетки h к нулю [1].

Операция численного дифференцирования является некорректной потому, что для наибольшего приближения $S_{t,k}$ к $\frac{dS(t_k)}{dt}$ необходимо, чтобы шаг h был как можно мал. Данную задачу можно решить также при помощи полиномов Лагранжа, но для аппроксимации с высокой точностью придется использовать большие степени [1]. При этом будут наблюдаться осцилляции. Поэтому данный метод не находит практического применения в случае наличия погрешности измерений.

В настоящее время математический аппарат вейвлет-преобразования используется для решения широкого круга задач [2, 3, 4]. Прямое непрерывное вейвлет-преобразование [2, 3] есть скалярное произведение $S(t)$ и базисных масштабирующих функций $\psi_{a,b}(t) = a^{-1/2}\psi\left(\frac{t-b}{a}\right)$:

$$CTWT_S(a,b) = a^{-1/2}\int_{-\infty}^{\infty}\psi\left(\frac{t-b}{a}\right)S(t)dt, \quad (3)$$

где a - параметр масштаба, b - параметр показывающий расположение во времени. Базисные функции $\psi_0(t)$ предполагаются заданными как функции определенного вида.

Обратное вейвлет-преобразование осуществляется в соответствии с выражением [2, 3]:

$$S(t) = \frac{1}{C_\psi}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}CTWT_S(a,b)a^{-1/2}\psi\left(\frac{t-b}{a}\right)\frac{dadb}{a^2}, \quad (4)$$

где $C_\psi = 2\pi\int_{-\infty}^{\infty}\frac{|\tilde{\psi}(\omega)|^2}{|\omega|^{-1}}d\omega$ - постоянная, которая зависит только от $\psi(t)$, $C_\psi < \infty, C_\psi = 1$ - в данном случае, $\tilde{\psi}(\omega)$ - Фурье-образ $\psi(t)$.

Прямое дискретное вейвлет-преобразование вычисляется по следующей формуле:

$$CTWS\ (m,n) = \sum_{k=0}^{N-1}\phi_{m,n}(t_k)S(t_k), \quad (5)$$

где k - отсчеты сигнала, *k=0...N-1*. $\phi_{m,n}(t) = a^{-m/2}\psi(a^{-m}t - n)$ - дискретные значения вейвлет-функции, $m,n \in Z$, Z - множество целых чисел.

Если $a = 2$, то возможно восстановление сигнала в соответствии со следующим выражением [2]:

$$S(t_k) = C_\psi\sum_{m=1}^{NK}\sum_{n=0}^{N-1}CTWS\ (m,n)\phi_{m,n}(t_k). \quad (6)$$

Рассмотрим возможности аппарата вейвлет-преобразования на примере дифференцирования нестационарных сигналов. Вычислим производную сигнала $S(t)$ с использованием вейвлет-преобразования:

$$\frac{dS(t)}{dt} = C_\psi \sum_{m=1}^{NK} \sum_{n=0}^{N-1} CTWS\ (m,n) \frac{d\phi_{m,n}(t)}{dt} . \quad (7)$$

Очевидно, что в этом случае, если $\frac{d\phi_{m,n}(t)}{dt}$ будет обладать свойствами вейвлета, т.е.:

- нулевым средним $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{d}{dt} \phi_{m,n}(t) dt = 0$; (8)

- ограниченностью $\int_{-\infty}^{\infty} \left| \frac{d}{dt} \phi_{m,n}(t) \right|^2 dt < \infty$, (9)

то возможно обратное вейвлет-преобразование. Для нахождения второй производной $\frac{d^2\phi_{m,n}(t)}{dt^2}$ необходимо проверить равенства, аналогичные выражениям (8), (9) для .

Выражение для производной результатов измерений с использованием их вейвлет-преобразований с учетом (7) запишется в следующем виде:

$$\frac{dS(t_k)}{dt} = C_\psi \sum_{m=1}^{NK} \sum_{n=0}^{N-1} CTWS\ (m,n) \frac{d\phi_{m,n}(t_k)}{dt} . \quad (10)$$

Соответственно, вторая производная может быть найдена из выражения:

$$\frac{d^2S(t_k)}{dt^2} = C_\psi \sum_{m=1}^{NK} \sum_{n=0}^{N-1} CTWS\ (m,n) \frac{d^2\phi_{m,n}\ (t_k)}{dt^2} . \quad (11)$$

При этом предлагаемый метод реализуется следующей последовательностью преобразований:

1. Получаем выборку из непрерывного сигнала $S(t) \Rightarrow S(t_k)$;
2. Проводим прямое вейвлет-преобразование по формуле (5);
3. При обратном преобразовании используем выражение (6).
4. Для нахождения первой и второй производных используем (10) и (11).

2. Вейвлет-дифференцирование

Пример 1.

Рассмотрим пример реализации предложенного метода на примере численного вейвлет-дифференцирования априорно известного сигнала на фоне шума. Математическое моделирование проведем с использованием пакета Mathcad 14 [5].

Зададим тестовый измеряемый нестационарный сигнал вида:

$$S_k = (\sin(k/8)\sin(k/2))\exp(k/N), \quad (12)$$

Для сокращения записи здесь и в дальнейшем используем обозначения $S_k = S(t_k)$.

где $N = 256$ - количество отсчетов, $k = 0,1...N-1$. Необходимость задания сигнала в такой форме обусловлена тем, что для такого представления легко найти аналитически точную производную $\frac{dS_k}{dt}$.

Найдем производную сигнала S_k:

$$\frac{dS_k}{dt} = 1/8\cos(k/8)\sin(k/2)\exp(k/N) + 1/2\sin(k/8)\cos(k/2)\exp(k/N) + \sin(k/8)\frac{\sin(k/2)}{N}\exp(k/N). \quad (13)$$

Запишем разностное соотношение численного дифференцирования:

$$S_{t,k} = \frac{S_k - S_{k-1}}{h}, \quad (14)$$

где $h = 0{,}2$ - шаг сетки.

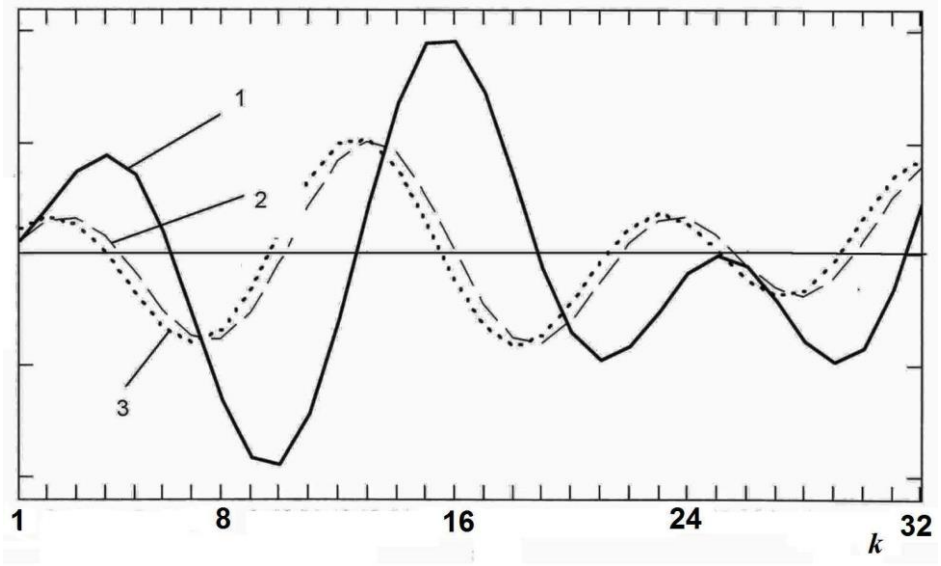


Рисунок 1. 1- значения нестационарного сигнала S_k; 2- значения аналитической производной - $\frac{dS_k}{dt}$; 3- значения производной, вычисленной по разностной схеме - $S_{t,k}$

Из рисунка 1 видно, что значения производной $S_{t,k}$, полученные по разностной схеме, практически совпадают со значениями производной сигнала $\frac{dS_k}{dt}$. Для удобства на рисунке 1 показаны только первые 32 отсчета.

Проведем прямое дискретное вейвлет-преобразование при помощи вейвлета «мексиканская шляпа»:

$$\psi(t) = \left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)\pi^{-\frac{1}{4}}(1-t^2)e^{\frac{-t^2}{2}}. \quad (15)$$

Его производная будет равна:

$$\frac{d\psi(t)}{dt} = \left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)\pi^{-\frac{1}{4}}\left(-3te^{\frac{-t^2}{2}} + t^3e^{\frac{-t^2}{2}}\right). \quad (16)$$

Она является вейвлетом, т.к. выполняются следующие условия:

$$\int_{-\infty}^{\infty}\left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)\pi^{-\frac{1}{4}}\left(-3te^{\frac{-t^2}{2}} + t^3e^{\frac{-t^2}{2}}\right)dt = 0, \quad (17)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty}\left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)\pi^{-\frac{1}{4}}\left|-3te^{\frac{-t^2}{2}}+t^3e^{\frac{-t^2}{2}}\right|^2 dt<\infty \quad . \tag{18}$$

Выражение (20) имеет место, т.к. выполняется следующее условие:

$$\lim_{t\to\infty}\left(t^3e^{\frac{-t^2}{2}}\right)=l\lim_{t\to\infty}\left(\frac{3t^2}{e^{\frac{t^2}{2}}}\right)=\lim_{t\to\infty}\left(\frac{6t}{e^{\frac{t^2}{2}}}\right)\to 0 \quad . \tag{19}$$

Запишем вейвлет (18) в дискретной форме:

$$\phi(t,m,n)=a^{-m/2}\psi(a^{-m}t-n),$$

$$\phi(t,m,n)=\left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)\pi^{-\frac{1}{4}}a^{-m/2}(1-(a^{-m}t-n)^2)e^{-1/2(a^{-m}t-n)^2} \quad . \tag{20}$$

Его производная будет равна:

$$\frac{d\phi(t,m,n)}{dt}=\left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)\pi^{-\frac{1}{4}}a^{-m/2}(-3(a^{-m}t-n)+(a^{-m}t-n)^3)e^{-1/2(a^{-m}t-n)^2} \quad . \tag{21}$$

Для моделирования погрешности измерений добавим к исходному сигналу S_k с помощью датчика случайных чисел «белый» гауссовский шум N_1, с математическим ожиданием равным m_N и дисперсией $D_ш$:

$$S_k^N=S_k+N_1 \quad . \tag{22}$$

Проведем дифференцирование зашумленного сигнала S_k^N с помощью разностной схемы.

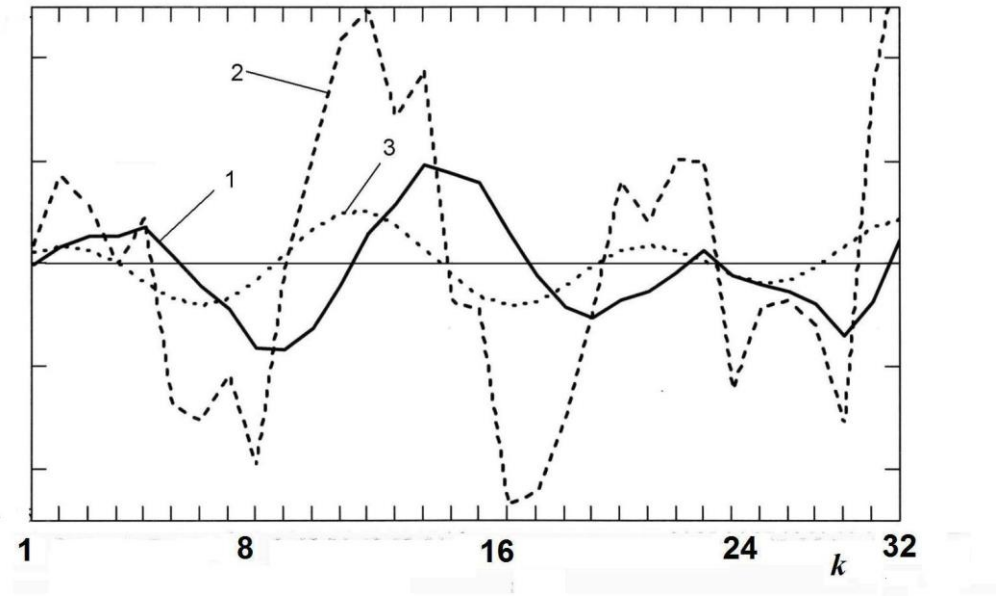


Рисунок 2. 1- значения нестационарного сигнала + шум S_k^N ; 2 - значения производной, вычисленной по разностной схеме - $S_{t,k}$, 3 –значения аналитической производной - $\frac{dS_k}{dt}$

Из рисунка 2 следует, что значения производной $S_{t,k}$, полученные с использованием разностной схемы, сильно отличаются от значений аналитической производной $\frac{dS_k}{dt}$ данного сигнала, то есть на практике данный метод неприменим.

Дискретное вейвлет-преобразование найдем в соответствии с выражением:

$$CTWS(m,n)=\sum_{k=0}^{N-1}\left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)\pi^{-\frac{1}{4}}a^{-m/2}(1-(a^{-m}k-n)^2)e^{-1/2(a^{-m}k-n)^2}S_k^N \quad , \qquad (23)$$

где $m=1...NK, n=0...N-1, NK=6$ NK - количество коэффициентов вейвлет-разложения.

Обратное вейвлет-преобразование, т.е. восстановление исходного сигнала S_k произведем по следующей формуле:

$$S_k=\sum_{m=1}^{NK}\sum_{n=1}^{N-1}\left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)\pi^{-\frac{1}{4}}a^{-m/2}(1-(a^{-m}k-n)^2)e^{-1/2(a^{-m}k-n)^2}CTWS(m,n) \quad . \qquad (24)$$

Тогда выражение для восстановления первой производной сигнала $\frac{dS_k^W}{dt}$ будет иметь следующий вид:

$$\frac{dS_k^W}{dt}=\sum_{m=1}^{NK}\sum_{n=0}^{N-1}\left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)\pi^{-\frac{1}{4}}a^{-m/2}(-3(a^{-m}t-n)+(a^{-m}t-n)^3)e^{-1/2(a^{-m}t-n)^2}CTWS(m,n) \quad . \qquad (25)$$

Выражение для восстановления второй производной запишем как:

$$\frac{d^2S_k^W}{dt^2}=\sum_{m=1}^{NK}\sum_{n=0}^{N-1}\left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)\pi^{-\frac{1}{4}}a^{-m/2}(-(a^{-m}t-n)^4+6(a^{-m}t-n)^2+3)e^{-1/2(a^{-m}t-n)^2}CTWS(m,n) \quad .(26)$$

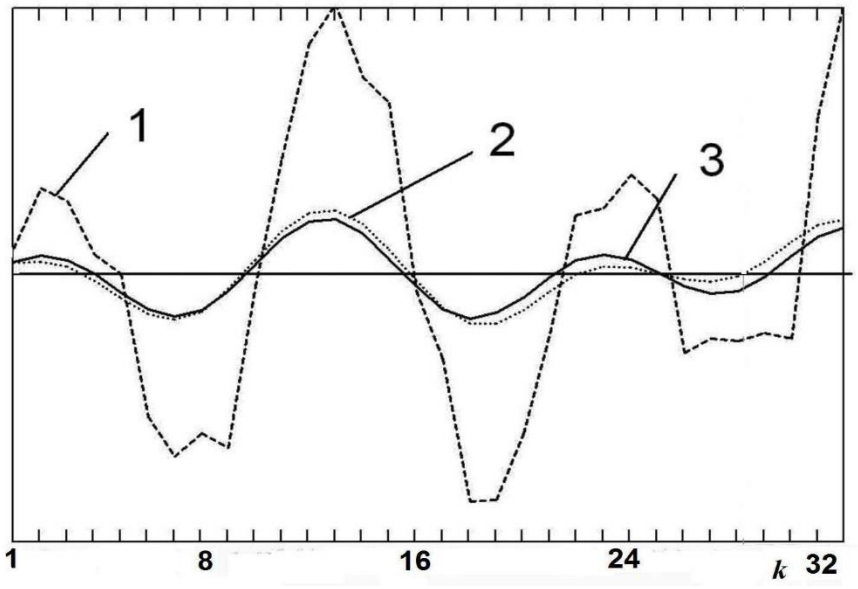


Рисунок 3. 1- значения производной, вычисленной по разностной схеме - $S_{t,k}$, 2 - значения аналитической производной - $\frac{dS_k}{dt}$; 3 - значения производной, вычисленной с использованием вейвлет-преобразования - $\frac{dS_k^W}{dt}$.

На рисунке 3 приведен результат дифференцирования с использованием вейвлет-преобразования и разностной схемы, который дает нам право сделать вывод о том, что производная зашумленного сигнала успешно восстановлена при помощи вейвлет-преобразования.

Аналогично был проведен вычислительный эксперимент для вычисления второй производной. При этом для оценки точности дифференцирования дисперсия ошибки восстановления рассчитывалась в соответствии со следующими выражениями:

$$D_1 = \frac{1}{N-1}\sum_{k=}^{N}\left(\frac{dS_k}{dt} - S_{t,k}\right)^2, \quad (27)$$

$$D_2 = \frac{1}{N-1}\sum_{k=0}^{N-1}\left(\frac{dS_k}{dt} - \frac{dS_k^W}{dt} - \right)^2, \quad (28)$$

$$D_3 = \frac{1}{N-1}\sum_{k=0}^{N-1}\left(\frac{d^2S_k}{dt^2} - \frac{d^2S_k^W}{dt^2}\right)^2. \quad (29)$$

где D_1 - дисперсия ошибки для разностной схемы вычисления производной, D_2 - дисперсия ошибки для первой производной сигнала, дифференцированного с использованием вейвлет-преобразования, D_3 - дисперсия ошибки для второй производной сигнала, дифференцированного с использованием вейвлет-преобразования.

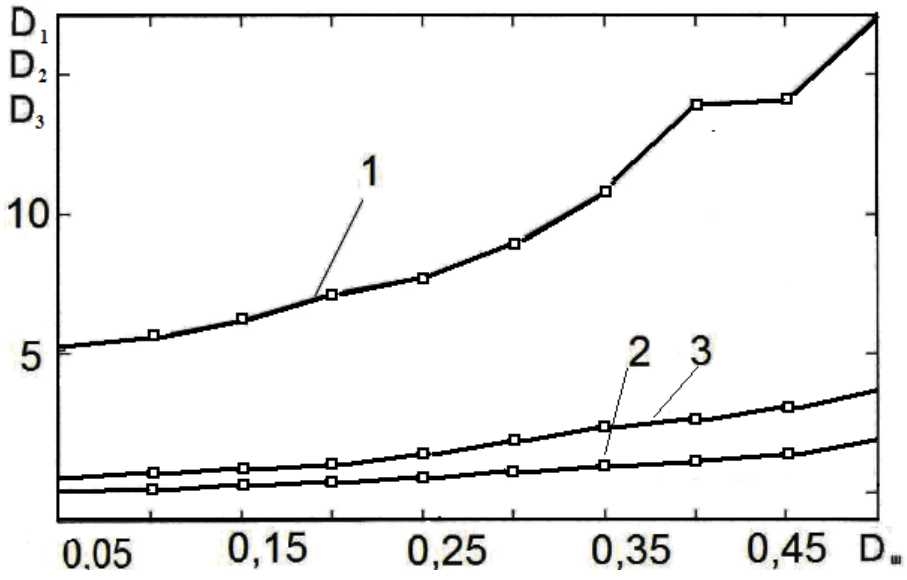


Рисунок 4. 1 – дисперсия ошибки для разностной схемы вычисления производной - D_1, 2 - дисперсия ошибки для первой производной сигнала, дифференцированного с использованием вейвлет-преобразования - D_2. 3 - дисперсия ошибки для второй производной сигнала, дифференцированного с использованием вейвлет-преобразования - D_3.

На рисунке 4 приведены результаты вычислительного эксперимента – зависимость дисперсий D_1, D_2, D_3 от дисперсии белого гауссовского шума $D_ш$. Предложенный метод вейвлет-преобразования дает возможность дифференцировать результаты измерений с меньшей погрешностью, чем разностная схема. Это хорошо видно из рисунка 4. При увеличении дисперсии шума (увеличении погрешности измерений) разностная схема дифференцирования начинает давать значительную погрешность, а вейвлет-преобразование восстанавливает первую и вторую

производные сигнала. При этом погрешность дифференцирования практически не зависит от дисперсии шума (погрешности измерений).

Пример 2.

Рассмотрим использование предложенного метода на примере дифференцирования кардиосигнала. На рисунке 5 приведен результат нахождения первой $\frac{dS_k^{кс}}{dt}$ и второй $\frac{d^2S_k^{кс}}{dt^2}$ производных кардиосигнала $S_k^{кс}$ с использованием предложенного метода. Размер выборки был равен N=1024. В нижней части рисунка приведены значения знаков первой $sign(\frac{dS_k^{кс}}{dt})$ и второй $sign(\frac{d^2S_k^{кс}}{dt^2})$ производных кардиосигнала $S_k^{кс}$. Значения знаков производных могут быть использованы при реализации соответствующей информационной технологии для точного определения моментов экстремумов кардиосигнала.

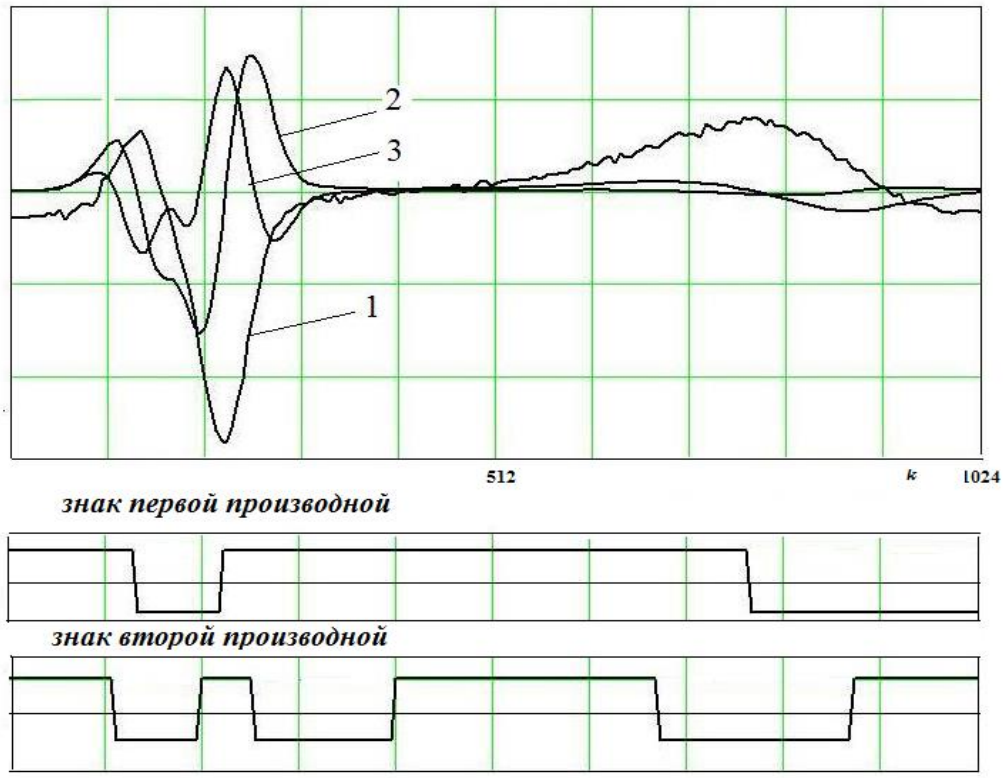


Рисунок 5. 1- значения кардиосигнала $S_k^{кс}$, 2- значения первой производной кардиосигнала $\frac{dS_k^{кс}}{dt}$, 3- значения второй производной кардиосигнала $\frac{d^2S_k^{кс}}{dt^2}$.

Таким образом, применение предложенного метода дифференцирования сигнала на фоне шума позволяет с достаточной точностью вычислить первую и вторую производную кардиосигнала. В дальнейшем, при реализации информационной технологии это позволит с высокой точностью определить моменты экстремумов кардиосигнала, что в свою очередь позволит автоматизировать его обработку.

3. Процедура определения экстремума сигнала

Очевидно, что имея информацию о поведении первой и второй производных, можно определять локальные максимумы сигналов на фоне шума и другие особенности сигналов.

Процедура определения параметров сигналов по первой и второй производной с использованием предложенного нового метода вейвлет-дифференцирования следующая:

1. Выбирается базис вейвлет-преобразования.
2. Вычисляются первая и вторая производные базисных вейвлетов.
3. Производится прямое вейвлет-преобразование.
4. При обратном вейвлет-преобразовании восстанавливается первая и вторая производная, которые анализируются в устройстве сравнения.

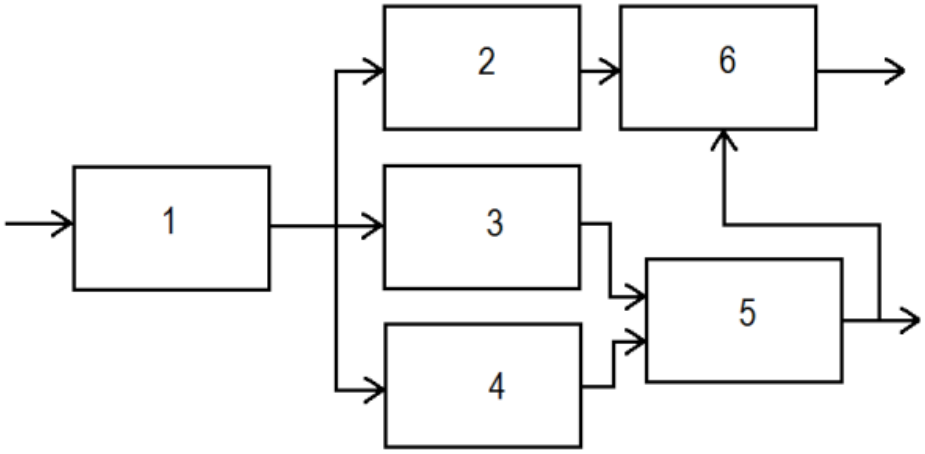


Рисунок 6. 1- подпрограмма вычисления прямого вейвлет-преобразования; 2 - подпрограмма вычисления обратного вейвлет-преобразования; 3 - подпрограмма вычисления первой производной при помощи вейвлет-дифференцирования; 4 - подпрограмма вычисления второй производной при помощи вейвлет-дифференцирования; 5 - блок анализа производных; 6 –блок выделения экстремума.

При этом предложенный метод дифференцирования может быть реализован как программно, с использованием языков высокого уровня Mathcad, Matlab, так и аппаратно, с использованием современной микропроцессорной техники.

Заключение

Таким образом, разработан метод автоматизированного анализа результатов измерений на фоне шума с использованием математического аппарата вейвлет- дифференцирования. При этом предложенный впервые новый метод цифрового дифференцирования сигналов, основанный на вейвлет-дифференцировании, позволяет не пользуясь стандартными процедурами с достаточно высокой точностью вычислять, как значение самого сигнала, так и значения его первой и второй производных. Предложенный метод, как это показали экспериментальные исследования, имеет значительно более высокую помехоустойчивость, чем алгоритмы, основанные на использовании стандартных процедур дифференцирования, реализованные во многих современных языках программирования и пакетах прикладных программ [6,7]. Модификации метода могут быть получены при использовании различных базисов вейвлетов.

Литература:

1. Безуглов Д.А., Швидченко С.А. Информационная технология вейвлет-дифференцирования результатов измерений на фоне шума // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2011. – № 6. – С. 40-45.

2. Безуглов Д.А., Рытиков С.Ю., Швидченко С.А., Гаврин М.С., Гаврин Д.С. Выделение контуров изображений в информационных и управляющих системах с использованием метода вейвлет-преобразования // Нелинейный мир. – 2012. – Т. 10. – № 11. – С. 846-852.

3. Безуглов Д.А., Рытиков С.Ю., Швидченко С.А. Метод вейвлет-дифференцирования в задаче выделения контуров // Успехи современной радиоэлектроники. Зарубежная радиоэлектроника. – 2012. – № 6. – С. 52-57.

4. Швидченко С.А., Безуглов Д.А., Рытиков С.Ю., Решетникова И.В. Выделение контуров изображений с использованием метода вейвлет-дифференцирования. Часть 1 // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. – 2012. – № 1. – С. 33-36.
5. Швидченко С.А., Безуглов Д.А., Рытиков С.Ю., Решетникова И.В. Выделение контуров изображений с использованием метода вейвлет-дифференцирования. Часть 2 // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. – 2012. – № 1. – С. 37-40.
6. Швидченко С.А. Синтез алгоритмов выделения фрагментов изображений в условиях априорной неопределенности на случайном фоне. Часть 1 // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. – 2013. – № 1. – С. 264-268.
7. Швидченко С.А. Синтез алгоритмов выделения фрагментов изображений в условиях априорной неопределенности на случайном фоне. Часть 2 // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. – 2013. – № 1. – С. 269-273.

А.В. Лемешко, Арус Кинан

ОСОБЕННОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССОВ МНОГОАДРЕСНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ ПОТОКОВЫМИ МОДЕЛЯМИ

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Ключевые слова: потоковая модель, отказоустойчивость, маршрутизация, Fast ReRoute, схема резервирования, многоадресный поток.

Предложена модель отказоустойчивой маршрутизации многоадресных и широковещательных потоков в MPLS-сети. Потоковая модель представлена алгебраическими уравнениями и неравенствами, которые характеризуют состояние MPLS-сети, т.е. загруженность ее каналов связи. В рамках предложенной модели заложена возможность реализовать в соответствии с концепцией Fast ReRoute три основных схемы резервирования: защиты канала, узла и дерева маршрутов. Расчет основного и резервного маршрутов осуществляется в ходе решения оптимизационной задачи нелинейного смешанного программирования.

A.V. Lemeshko, Arous Kinan

FEATURES A MATHEMATICAL DESCRIPTION OF MULTICAST ROUTING FLOW-BASED MODELS

Kharkiv National University of Radio Electronics

Keywords: flow-based model, fault tolerance, routing, Fast ReRoute, backup scheme, multicast flow.

A model of fault-tolerant routing multicast and broadcast flows in MPLS-network is proposed in the paper. Threading model represented by algebraic equations and inequalities, which are characterized by the state of MPLS-network, i.e. load its links. In the proposed model is the possibility to implement in accordance with the concept of Fast ReRoute three basic backup scheme: channel protection, node and tree routes. Calculation of primary and backup paths is carried out in the course of solving a nonlinear optimization problem of mixed programming

В условиях возможной перегрузки отдельных каналов связи и маршрутизаторов телекоммуникационной сети (ТКС) на первое место выходят требования относительно повышения отказоустойчивости маршрутных решений. В технологии многопротокольной коммутации по меткам (MultiProtocol Label Switching, MPLS) функции по повышению отказоустойчивости процесса маршрутизации регламентируются в рамках концепции быстрой перемаршрутизации (Fast ReRoute) [1, 2]. В этой связи предлагается дальнейшее развитие потоковых моделей многоадресной

и широковещательной маршрутизации [3, 4] за счет придания им функций отказоустойчивости [5, 6].

Пусть при разработке модели многоадресной маршрутизации структура ТКС описывается с помощью ориентированного графа $\mathbf{\Gamma} = (V, E)$, где $V = \{v_i, i = \overline{1,m}\}$ – множество вершин – узлов (маршрутизаторов) сети, а $(i, j) \in E$ – множество дуг графа, моделирующих каналы связи (КС) ТКС. Для каждого КС, моделируемого дугой $(i, j) \in E$, задана пропускная способность, измеряемая в пакетах в секунду (1/с), которая будет обозначаться как $\varphi_{(i,j)}$. С каждым k-м потоком связано ряд параметров: r_k – средняя интенсивность потока на входе в сеть; s_k – узел-отправитель;

$$d_k^* = \{d_k^1, d_k^2, ..., d_k^{m_k}\} \quad (1)$$

– множество узлов-получателей, где m_k – число получателей пакетов k-го потока.

В ходе решения задачи многоадресной маршрутизации необходимо рассчитать множество булевых переменных

$$x_{(i,j)}^k \in \{0;1\}, \quad (2)$$

каждая из которых характеризует долю интенсивности k-го потока в КС $(i, j) \in E$; $k \in K$, где K – множество потоков в сети.

На маршрутные переменные (2) накладывается ряд ограничений:

$$\sum_{j:(i,j)\in E} x_{(i,j)}^k \geq 1 \quad при \quad k \in K, \; v_i = s_k, \quad (3)$$

а также

$$\sum_{i:(i,j)\in E} x_{(i,j)}^k = 1 \quad при \quad k \in K; \; v_j \in d_k^*. \quad (4)$$

Ограничение (3) вводится для узла-отправителя, а его выполнение ориентирует на то, что от этого узла поток, поступающий на обслуживание, будет передан хотя бы одному смежному узлу. Условие (4) нацелено на обеспечение доставки пакетов на каждый узел-получатель, причем поток должен поступать на эти узлы лишь с одного смежного узла. Для каждого транзитного узла $v_j \in V$, в качестве которого может выступать любой узел, кроме отправителя, дополнительно вводятся следующие условия:

$$\sum_{i:(i,j)\in E} x_{(i,j)}^k \geq x_{(j,p)}^k \quad при \quad k \in K; \; v_j \notin s_k, \quad (5)$$

выполнение которых делает возможным наличие потока в любом из исходящих от транзитного узла каналах связи ($(j, p) \in E$) лишь в том случае, когда этот поток поступает на этот узел хотя бы через один входящий КС ($(i, j) \in E$).

Если в структуре сети возможно образование контуров (циклов), то при выполнении условий (2)-(5) может и не обеспечиваться связность отдельных каналов при формировании дерева маршрутов [4]. Для предотвращения образования контуров в предлагаемую модель вводятся условия (по числу контуров в сети) вида

$$\sum_{(i,j)\in E_\pi^i} x_{(i,j)}^k < \left|E_\pi^i\right|, \quad (6)$$

где E_π^i – множество дуг графа, образующих в соответствии со своей ориентацией i-й контур (π); $\left|E_\pi^i\right|$ – мощность множества E_π^i.

Выполнение условия (6) гарантирует, что число задействованных в ходе многоадресной маршрутизации дуг, составляющих тот или иной контур, всегда меньше общего количества дуг в этом контуре, т.е. контур в рассчитываемый маршрут не входит.

С целью недопущения перегрузки каналов связи маршрутизируемыми потоками необходимо выполнить следующие условия:

$$\sum_{k \in K} r_k x_{(i,j)}^k \le \varphi_{(i,j)}, \quad (i,j) \in E. \tag{7}$$

При описании потоковой модели широковещательной маршрутизации [4] с каждым k-м потоком связано расширенное по сравнению с (1) множество узлов-получателей пакетов

$$d_k^{**} = \left\{ d_k^1, d_k^2, ..., d_k^{m-1} \right\}, \tag{8}$$

куда входят все узлы ТКС, кроме s_k.

При этом в ходе решения задачи широковещательной маршрутизации также необходимо рассчитать множество булевых маршрутных переменных $x_{(i,j)}^k$ (2), на которые накладываются ограничения, аналогичные (3), (4), (6) и (7), с сохранением ранее вкладываемого физического смысла. При этом стоит учесть, что ввиду того, что условие (4) касается всех узлов сети (кроме узла-отправителя), т.е. $v_j \in d_k^{**}$, то в потоковой модели широковещательной маршрутизации нет необходимости в дополнительном введении условий (5), т.к. в каждый узел сети (8) «по умолчанию» поступает поток заданной интенсивности r_k (4).

С целью повышения отказоустойчивости многоадресной и широковещательной маршрутизации, наряду с основным деревом маршрутов с корнем в узле-отправителе (s_k), необходимо определить запасное дерево маршрутов с тем же корнем. С математической точки зрения для определения запасного (резервного) дерева маршрутов необходимо, наряду с неизвестными (2), рассчитать дополнительные переменные $\bar{x}_{ij}^k$, которые характеризует долю k-го потока, протекающего в канале $(i,j) \in E$ запасного дерева маршрутов. На переменные $\bar{x}_{ij}^k$ также накладываются ограничения, подобные (2)-(7).

Кроме того, в структуру предлагаемой модели для предотвращения пересечения основного и запасного маршрутов с реализацией различных схем резервирования [2] вводится ряд дополнительных условий-ограничений, связывающих маршрутные переменные для расчета основного и резервного деревьев путей [6]. Например, при реализации схемы защиты (i,j)-канала в предлагаемую модель (1)-(8) вводятся условия вида:

$$x_{ij}^k \bar{x}_{ij}^k = 0, \tag{9}$$

выполнение которых гарантирует использование (i, j)-канала лишь одним деревом маршрутов – либо основным, либо запасным.

При реализации схемы защиты i-го узла модель дополняется следующим условием:

$$\sum_{i:(i,j) \in E} x_{ij}^k \bar{x}_{ij}^k = 0, \tag{10}$$

выполнение которого гарантирует использование i-го узла (т.е. всех инцидентных ему каналов) либо основным, либо запасным деревом маршрутов.

Для обеспечения защиты основного дерева маршрутов в структуру модели необходимо ввести условие-равенство

$$\sum_{(i,j) \in E} x_{ij}^k \bar{x}_{ij}^k = 0, \tag{11}$$

что эквивалентно удовлетворению требований относительно отсутствия в основном и запасном деревьях маршрутов любых общих каналов ТКС.

В ходе расчета маршрутных переменных x_{ij}^k и $\bar{x}_{ij}^k$ при решении задач Fast ReRoute в ТКС целесообразно минимизировать следующую целевую функцию:

$$F = \sum_{k \in K} \sum_{(i,j) \in E} c_{ij}^k x_{ij}^k + \sum_{k \in K} \sum_{(i,j) \in E} \bar{c}_{ij}^k \bar{x}_{ij}^k , \quad (12)$$

где c_{ij}^k и $\bar{c}_{ij}^k$ – метрики каналов, которые используются при расчете основного и запасного деревьев маршрутов соответственно.

В результате минимизации выражения (12) осуществляется расчет переменных x_{ij}^k и $\bar{x}_{ij}^k$, чему на практике отвечает определение двух типов деревьев маршрутов между парой узлов отправитель-получатель – основного и запасного. Причем параллельно с расчетом маршрутов определялся порядок их использования потоками пользователей. Кроме того, в работе [6] установлена необходимость введения условия

$$\sum_{k \in K} \sum_{(i,j) \in E} c_{ij}^k x_{ij}^k \le \sum_{k \in K} \sum_{(i,j) \in E} \bar{c}_{ij}^k \bar{x}_{ij}^k , \quad (13)$$

выполнение которого гарантирует то, что основное дерево маршрутов всегда будет эффективнее (производительнее по скорости, задержке пакетов), т.е. «короче» запасного в рамках выбранных маршрутных метрик c_{ij}^k и $\bar{c}_{ij}^k$.

При реализации отказоустойчивой маршрутизации многоадресных и широковещательных потоков оптимизационная задача (12) с ограничениями (2)-(11) и (13) относится к классу задач смешанного целочисленного нелинейного программирования, что предполагает применение соответствующих методов расчета.

Выводы

Таким образом, предложенная модель (1)-(13) позволяет для одного и того же многоадресного или широковещательного потока рассчитать два типа деревьев маршрутов: основное и запасное (резервное). В зависимости от применяемых в модели условий (9), (10) или (11) можно реализовать различные схемы резервирования: с защитой канала, узла и дерева маршрутов. В ходе решения задачи MPLS Fast ReRoute минимизируется аддитивная метрика основного и резервного маршрутов. При этом в качестве метрики могут выступать функции от ключевых функциональных характеристик каналов связи: пропускной способности, задержки, уровня потерь пакетов и др. Применение предложенной модели (1)-(13) позволяет расширить область применения отказоустойчивой маршрутизации с одноадресных потоков [6] на многоадресные и (или) широковещательные потоки пакетов.

Литература:

1. Pragyansmita P., Raghavan S. V. Survey of Multicast Routing Algorithms and Protocols // Proceedings of the Fifteenth International Conference on Computer Communication (ICCC 2002), 2002, p. 902-926.

2. Xi K., Chao H. IP fast reroute for double-link failure recovery // Proceeding GLOBECOM'09 Proceedings of the 28th IEEE conference on Global telecommunications, 2009, p. 1035-1042.

3. Лемешко А.В., Кинан Моххамед Арус. Потоковая модель многоадресной маршрутизации // Материалы 23-й Международной конференции "СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии" (КрыМиКо'2013), Севастополь, 8-13 сентября 2013 г., в 2 т. – Севастополь: Вебер, 2013, Т.1, с. 523-524.

4. Лемешко А.В. Потоковые модели многоадресной и широковещательной маршрутизации в телекоммуникационных сетях [Электронный ресурс] / А.В. Лемешко, К.М. Арус // Проблеми телекомунікацій. – 2013. – № 1 (10), с. 38 - 45. – Режим доступа: http://pt.journal.kh.ua/2013/1/1/131_lemeshko_multicast.pdf.

5. Лемешко А.В., Романюк А.А., Козлова Е.В. Модель отказоустойчивой маршрутизации в MPLS-сети // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. – Ростов-на-Дону: ПЦ «Университет» СКФ МТУСИ, 2013, с. 203-206.

6. Лемешко А.В., Козлова Е.В., Романюк А.А. Математическая модель отказоустойчивой маршрутизации, представленная алгебраическими уравнениями состояния MPLS-сети // Системи обробки інформації. – Вип. 2 (109), 2013, с. 217-219.

К.А. Батенков

ПРОБЛЕМА СИНТЕЗА ДИСКРЕТНЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ НЕПРЕРЫВНЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ В ФОРМЕ ОБОБЩЕННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Академия ФСО России, г. Орёл, Россия

Ключевые слова: дискретное отображение непрерывного канала связи, оператор, модуляция, демодуляция, непрерывный канал связи

Обоснована и сформулирована научная проблема синтеза дискретных отображений непрерывных каналов связи в форме обобщенных преобразований, переводящих целостное пространство операторов непрерывных каналов связи в пространство операторов дискретных каналов.

K.A. Batenkov

SYNTHESIS PROBLEM OF CONTINUOUS CHANNEL DISCRETE MAPPING IN GENERALIZED TRANSFORMATION FORM

The Academy of Federal Security Guard Service of the Russian Federation, Orel

Keywords: continuous channel discrete mapping, operator, modulation, demodulation, continuous channel.

Synthesis problem of continuous channel discrete mapping in generalized transformation form transferring continuous channel operator unity space to discrete channel operator space is validated and stated.

Хорошо известно, что среды передачи информации являются некоторыми преобразователями непрерывных сигналов. В то же время современные системы связи с целью повышения достоверности передаваемых сообщений оперируют с цифровыми данными. В результате одной из главных задач, решаемых при проектировании любой цифровой системы связи, оказывается трансформация непрерывного канала связи в дискретный, называемый так же дискретным отображением исходного непрерывного канала связи [1, 2]. Устройствами, осуществляющими подобное преобразование, являются модулятор и демодулятор, характеристики которых наряду со свойствами непрерывного канала связи однозначно определяют все параметры дискретного канала связи.

Естественно, что наилучшим решение подобной задачи является совместная оптимизация модулятора и демодулятора в целом [3]. Однако в данном случае существует серьезные затруднения, связанные, прежде всего, со сложностью описываемых математическими моделями каналов связи, и как следствие невозможностью получения аналитических решений в явном виде [4].

В то же время для ряда простейших моделей, например канала связи с аддитивным белым гауссовским шумом, аналитический вид оптимальных дискретных отображений формализован [2, 5, 6]. Однако используемый критерий качества (отсутствие шумов ортогональности) приводит к тому, что система связи оказывается настроенной не на максимизацию достоверности либо скорости передачи информации, а, по сути, на поиск решения, которое позволяет получить в явном виде функцию правдоподобия результирующего дискретного канала связи и, как следствие,

обеспечить простоту дальнейших математических выкладок при проектировании других функциональных устройств системы (кодера и декодера). Использование других критериев (минимального среднего риска в общем случае) наталкивается на серьезные трудности вследствие сложности аналитического описания как функции правдоподобия самого непрерывного канала связи, так и трудностью математических преобразований общей формы среднего риска [7].

Одним из способов решения возникающих затруднений оказывается использование линейных как модулятора, так и демодулятора. В результате появляется возможность описания дискретных отображений в аналитическом виде для целого набора критериев качества. Причем для ряда модулей непрерывных каналов связи, например с аддитивным гауссовским шумом, оказываются справедливы теоремы об отсутствии информационных потерь при подобной линейной трансформации [8]. Однако более сложные модели каналов не обладают схожими свойствами с точки зрения простоты математических выкладок, и как следствие не позволяют даже для линейных модулятора и демодулятора получать приемлемые отображения.

В результате для более точного согласования линейных модулятора и демодулятора со свойствами канала связи вводят дополнительные устройства, например банки фильтров, позволяющие несколько видоизменить передаточную функцию как модулятора, так и модулятора [9]. Однако даже в подобной ситуации зачастую оказывается не под силу воспроизвести максимально достижимые показатели качества дискретного канала связи.

Во многих задачах теории связи так же пользуются приемом, когда один из блоков (модулятор или демодулятор) считают заданным и оптимизация производится либо только для другого блока, либо же осуществляют последовательную оптимизацию: сначала при фиксированном демодуляторе оптимизируют модулятор, затем при полученном модуляторе – демодулятор, а далее процедуру циклически повторяют. В результате получаются дискретные отображения, являющиеся, по сути, компромиссом между достигаемым техническим эффектом и требуемой вычислительной сложностью [10]. Однако данный подход оказывается допустимым так же лишь для ряда достаточно простых моделей каналов связи, а для более точных моделей трудоемкость аналитических выкладок сопоставима с общим подходом совместной оптимизации модулятора и демодулятора.

Наиболее широко используемым методом синтеза дискретных отображений непрерывных каналов связи в настоящее время является метод, который предполагает оптимизацию лишь демодулятора при фиксированности модулятора [11]. При этом модулятор пытаются как можно лучше согласовать со свойствами непрерывного канала либо на основе интуитивного подхода, используя, например, гармонические сигналы, либо проводят предварительную оптимизацию для более простых, но близких по природе моделей каналов связи. В этой связи возникает две основные проблемы. Первая – это аналитическая сложность в общем виде получения структуры демодулятора, а вторая – необходимость дополнительной подстройки модулятора под свойства используемой модели канала и меняющего демодулятора.

Первую трудность преодолевают различными путями – используют более простые критерии качества, причем не всегда согласованные с требованиями к системе связи, применяют различного рода квазиоптимальные алгоритмы демодуляции (итерационные, линейные и другие), зачастую существенно проигрывающие оптимальным схемам обработки, но значительно менее требовательные с точки зрения вычислений [12].

Для разрешения второй проблемы разработаны достаточно мощные методы, по сути, представляющие собой отдельное направление в теории кодирования, нашедшие наиболее широкое применение как в проводной, так и беспроводной связи при использовании систем с несколькими входами и выходами (с векторными каналами). Однако в настоящее время найдено лишь ограниченное число кодов, позволяющих существенно повысить технический эффект системы связи, причем модели каналов, для которых они разработаны так же весьма просты и зачастую не совсем полно отражают физику реального канала связи.

Наиболее общий подход к синтезу дискретных отображений непрерывных каналов связи предполагает рассмотрение модулятора и демодулятора не как детерминированных, а как стохастических систем. В данном направлении существует несколько работ [13], посвященных в основном оптимизации демодулятора (решающей схемы), причем в качестве критериев оптимальности используются частные случаи критерия минимального среднего риска, либо же его минимаксное обобщение. В то же время вопросы совместной оптимизации рандомизированных модулятора и демодулятора практически не освещены в доступной литературе.

Существует так же достаточно серьезная проблема, связанная с согласованностью структуры модулятора и демодулятора лишь со свойствами непрерывного канала связи, хотя поведение источника информации (в данном случае выход кодера сигнальных конструкций) так же накладывает отпечаток на качество и количество переданной информации. Именно поэтому существует довольно значительное число методов, например процедура наполнения водой, по сути, направленных изменение статистики источника таким образом, чтобы достичь предельных значений скорости передачи информации (пропускной способности). В то же время поскольку согласование статистических свойств источника осуществляется практически для заданного дискретного канала связи (обычно предполагается равновероятность появления точек сигнального созвездия), то подобное решение заведомо проигрывает тем методам синтеза дискретных отображений непрерывных каналов связи, которые учитывали бы стохастические свойства последовательности на выходе кодера сигнальных конструкций.

С позиции математической теории и функционального анализа в частности модулятор отождествим с преобразованием, переводящим элементы векторного пространства в пространство непрерывных в общем случае многомерных функций, а демодулятор – с обратным преобразованием, переводящим элементы пространства многомерных функций в векторное пространство. В свою очередь дискретное отображение непрерывного канала связи представимо как отображение элементов пространства операторов непрерывного канала в пространство операторов дискретного канала и, по сути, включает в себя преобразования модулятора и демодулятора [6, 14, 15].

Таким образом, современные методы модуляции и демодуляции предполагают разбиение преобразований модулятора и демодулятора на последовательность преобразований, каждое из которых переводит лишь элементы определенного выделенного подпространства сигналов (векторов или многомерных функций), а не всего пространства. При этом зачастую в качестве правил выделения подпространств выступают заданные ограничения параметров сигналов, например пространственные, частотные или временные аргументы, что приводит к сужению классов применяемых преобразований. Кроме того, данные правила в большинстве случаев не учитывают целостность пространств сигналов и, как следствие, взаимосвязанность подпространств, а следовательно вносят дополнительные информационные потери. В результате, дискретное отображение непрерывного канала связи формируется на основе последовательности преобразований заданного класса, осуществляющих трансформацию только выделенной области пространства сигналов. Следовательно и само дискретное отображение в данном случае сводится к последовательности фиксированных классов отображений (не обязательно дискретных) операторов каналов связи с областями определения и значения, являющимися подпространствами исходных векторных и функциональных пространств сигналов на входах и выходах модулятора и демодулятора.

В итоге, существует объективное противоречие, заключающееся в применении дискретных отображений непрерывных каналов связи в форме последовательности заданного класса преобразований, не смотря на взаимосвязанность пространств операторов каналов связи.

В итоге порождаемую заявленным противоречием научную проблему исследований целесообразно сформулировать как синтез дискретных отображений непрерывных каналов связи в форме обобщенных преобразований, переводящих целостное пространство операторов непрерывных каналов связи в пространство операторов дискретных каналов.

Таким образом, актуальным является разработка систем модуляции и демодуляции, учитывающих одновременно свойства источника (кодера сигнально-кодовых конструкций) и стохастические характеристики непрерывного канала связи, на основе аналитического моделирования модулятора, непрерывного канала и демодулятора в форме операторов общего вида.

Литература:

1. Финк Л. М. Теория передачи дискретных сообщений / Л. М. Финк. – М. : Советское радио, 1970. – 533 с.

2. Батенков, А. А. Дискретизация линейного канала связи с памятью и аддитивным белым гауссовским шумом численным методом / А. А. Батенков, К. А. Батенков // Математическое моделирование. – 2009. – Т. 21, № 1. – С. 53–74.

3. Middleton, D. An Introduction to Statistical Communication Theory / D. Middleton. – N. Y. : McGraw-Hill Book Co, 1960. – 1184 p.

4. Кловский, Д. Д. Модели непрерывных каналов связи на основе стохастических дифференциальных уравнений / Д. Д. Кловский, В. Я. Конторович, С. М. Широков ; ред. Д. Д. Кловский. – М. : Радио и связь, 1984. – 247 с.

5. Cioffi, J. M. Advanced Digital Communication. Class reader EE379C / J. M. Cioffi. – Stanford University. – 2005. – URL: http://www.stanford.edu/class/ee379c/. Дата обращения: 12.09.2012.

6. Батенков, К. А. Необходимые условия оптимальности операторов модуляции и демодуляции // Многоядерные процессоры, параллельное программирование, ПЛИС, системы обработки сигналов: сб. ст. / [сост. А.В. Калачев, В.В. Белозерских]. – Барнаул : Барнаул, 2013. – С. 58–62.

7. Тихонов, В. И. Статистическая радиотехника / В. И Тихонов. – М. : Советское радио, 1966. – 681 с.

8. Витерби, А. Д. Принципы цифровой связи и кодирования / А. Д. Витерби, Дж. К. Омура. – М. : Радио и связь, 1982. – 536 с.

9. Scaglione, A. Filterbank Transceivers Optimizing Information Rate in Block Transmissions over Dispersive Channels / Anna Scaglione, Sergio Barbarossa, Georgios B. Giannakis // IEEE transactions on information theory. – 1999. – Vol. 45, No. 3. P. 1019–1032.

10. Zhang, J. Optimum Signal Constellation Design for Rotationally Symmetric Optical Channel with Coherent Detection / Jianyong Zhang, Ivan B. Djordjevic // OSA/OFC/NFOEC. – 2011.

11. Sykora, J. Information Waveform Manifold Based Preprocessing for Nonlinear Multichannel Modulation in MIMO Channel.

12. Louchet H. Top-Down Analysis of High-Capacity Fiber-Optic Transmission : diss. … Doktor der Ingenieurwissenschaften Dr.-Ing. genehmigte. / Hadrien Louchet. – Berlin, Technischen Universität Berlin, 2006. – 123 p.

13. Репин, В. Г. Статистический синтез при априорной неопределенности и адаптация информационных систем / В. Г. Репин, Г. П. Тартаковский. – М. : Советское радио, 1977. – 432 с.

14. Батенков, К. А. Математическое моделирование непрерывных многопараметрических каналов связи в операторной форме // Телекоммуникации. – 2013. – № 10. – С. 2–4.

15. Батенков, К. А. Обобщенный пространственно-матричный вид энергетических ограничений систем связи // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – № 3. – С. 238–245.

А.Н. Буренин, К.Е. Легков

К ВОПРОСУ УПРАВЛЕНИЕ СОВРЕМЕННЫМИ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫМИ СЕТЯМИ, ФУНКЦИОНИРУЮЩИМИ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

ОАО НИИ «Рубин», г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: инфокоммуникационная сеть, управление, воздействие, автоматизация, функционирование.

В настоящее время во всем мире построена масштабная разветвленная структура инфокоммуникационных сетей. В современных инфокоммуникационных сетях используются передовые информационные и телекоммуникационные технологии. На настоящем этапе их развития наиболее актуальной стоит проблема обеспечения передачи максимально возможного объема информации с гарантированным качеством от индивидуальных или корпоративных пользователей органов административного управления, в условиях интенсивных разрушительных и информационных воздействий на программно-аппаратные комплексы и оборудование как самой сети, так и системы управления ею. Данные обстоятельства предопределяют разработку специальных подходов к организации управления с целью обеспечения требуемого уровня эффективности их функционирования, которые и описаны авторами в статье.

A.N. Burenin, K.E. Legkov

TO THE MANAGEMENT OF MODERN INFORMATION AND COMMUNICATION NETWORKS THAT OPERATE UNDER THE INTENSITY OF EXPOSURE

Public corporation research Institute of "Ruby", St. Petersburg

Keywords: infocommunication network management , effects , automation , operation.

Currently worldwide scale branched structure built Infocomm networks. In the modern information and communication networks use advanced information and telecommunication technologies . At this stage of their development the most urgent problem of ensuring transfer much information as possible with a guaranteed quality of individual or corporate users of the administration , under intense and devastating impacts on information hardware and software systems and equipment as the network itself , and its management system . These circumstances determine the development of specific approaches to management to ensure the required level of efficiency of their operation , which are described by the authors in the article.

Разветвленная структура инфокоммуникационных сетей, в которых используются современные информационные и телекоммуникационные технологии, необходимость обеспечения передачи максимально возможного объема информации с гарантированным качеством от индивидуальных или корпоративных пользователей органов административного управления, в условиях интенсивных разрушительных и информационных воздействий на программно-аппаратные комплексы и оборудование как самой сети, так и системы управления ею, предопределяют разработку специальных подходов к организации управления с целью обеспечения требуемого уровня эффективности их функционирования.

В последние годы при создании современных инфокоммуникационных сетей, строящихся на основе концепции глобальной информационной инфраструктуры (GII), все более широкое применение находят технологии предоставления высокотехнологичных информационных и телекоммуникационных услуг на базе IP-сервиса, а также услуг многочисленных виртуальных частных сетей (VPN) на основе технологий IP-sek и MPLS (Multi Protocol Label Switching), требующих организации оперативного управления.

Известно значительное число способов управления сетями и услуга-ми, которые не всегда применимы и эффективны в инфокоммуникационных сетях органов административного управления, функционирование которых осуществляется в условиях интенсивных разрушающих и информационных воздействий. При этом в процессе управления инфокоммуникационной сетью требуется принимать управляющие решения при существенной неопределенности.

Так как архитектура современных инфокоммуникационных сетей, построенных в соответствии с концепцией GII, содержит три основных уровня, то управление ею также целесообразно декомпозировать на три уровня управления: управление инфраструктурным уровнем, управление промежуточным уровнем, управление базовым уровнем инфокоммуникационной сети, на каждом из которых управление осуществляется по пяти основным задачам управления, к которым относятся задачи управления производительностью уровня, безопасностью, структурой и адресацией, ресурсами уровня и сбойными ситуациями.

Особенности функционирования сети при интенсивных воздействия-х приводят к необходимости применения в контурах управления подходов к организации управления в условиях неопределенности, при этом задачи мониторинга состояния инфокоммуникационной сети сводятся к некоторым минимаксным задачам наблюдения, а информация о реализациях того или иного параметра возмущений ограничена заданием допустимой области его изменения.

Если бы параметры состояния инфокоммуникационной сети были вполне наблюдаемыми, то, воспользовавшись стандартными приемами, можно было бы восстановить значение координат вектора ее состояния. Однако из-за наличия неопределенных возмущений это осуществить, вообще говоря, невозможно и речь может идти лишь о наилучшей в некотором смысле его аппроксимации.

Таким образом, задача заключается в том, чтобы построить отображение, осуществляющее операцию мониторинга, дающее оценку векторного параметра состояния. Среди отображений ищется определенное то наилучшее значение, удовлетворяющее некоторому минимаксному соотношению, в котором максимум берется по всем векторам, которые только могут реализоваться.

В указанных условиях требуется так сформировать процедуры управления, чтобы они обеспечивали оптимальный режим адаптивной настройки.

Литература:

1. Легков К.Е. Основные теоретические и прикладные проблемы технической основы системы управления специального назначения и основные направления создания инфокоммуникационной системы специального назначения.// Телекоммуникации и транспорт. Вып. № 6. Москва, 2013. С. 43-47.

2. Легков К.Е. Методы оценки качества информационного обмена // Сборник трудов СКФ МТУСИ - 2009. Ростов-на-Дону: СКФ МТУСИ, 2009. С. 64-68.

3. Донченко А.А., Легков К.Е. Анализ эффективности применения алгоритмов динамического управления пропускной способностью канала //Сборник трудов СКФ МТУСИ - 2009. Ростов-на-Дону: СКФ МТУСИ, 2009. С. 69-72.

А.Р. Врублевский, И.В. Штельмах, И.П. Лесовой

МОДЕЛЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ НАГРУЗКИ НА БАЗЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Одесская национальная академия связи им. А. С. Попова, г. Одесса, Украина

Ключевые слова: нечеткая логика, функция принадлежности, нечеткое множество, пространство альтернатив.

В статье рассмотрен метод математического моделирования систем управления нагрузкой телекоммуникационной сети на базисе нечеткой логики.

При принятии решений в нечетких условиях применяется логическая схема, основной чертой которой является симметрия по отношению к целям и ограничениям. Что позволило ликвидировать разногласия между целями и ограничениями и достаточно просто формировать решения на их основе.

Рассмотрен общий случай, когда цели и ограничения являются нечеткими множествами в разных пространствах.

A.R. Vrublevsky, I.V. Shtelmah, I.P. Lesovoy

DECISION-MAKING MODEL A TRAFFIC CONTROL BASED ON THE FUZZY LOGIC

Odessa National Academy of Communication, Odessa, Ukraine

Keywords: fuzzy logic, membership function, fuzzy set, space alternatives.

In the article the mathematical modeling method of traffic control systems on the fuzzy logic basis are considered.

When making decisions in terms of fuzzy logic is applied, the main feature of which is the symmetry with respect to the objectives and constraints. Thereby eliminating the differences between objectives and constraints, and simply generate solutions based on them.

The general case, when the objectives and constraints are fuzzy sets in different spaces is considered.

Недостатки традиционных систем управления нагрузкой, а именно - негибкость поведения в незапрограммированных ситуациях и неспособность к анализу явлений внешней среды можно преодолеть, если использовать в качестве прототипа системы управления органического мира. Человек вместо кропотливой обработки всей поступающей информации использует только самые важные данные для полноценной характеристики существенных черт процесса управления, что

компенсирует малую, по сравнению с современными ЭВМ, скорость выполнения формально-логических операций.

В повседневной деятельности человек никогда не пользуется формальным моделированием на основе математических выражений, он не ищет одного выражения, которое описывает все. Модель, которую он использует, не является универсальной, она или описывает свойства фрагментов объекта, или представляет собой набор нескольких локальных моделей, которые поставлены в некоторые условия. Сами же логические модели не используют числовых значений. Имея нечто общее, они просты для понимания на качественном уровне. Язык, которым пользуется человек, является нечетким естественным языком. Принимая решение, человек легко овладевает ситуацией, распределяя ее на события, находит решение в сложных ситуациях, путем применения для отдельных событий соответствующих правил принятия решения. На основании своего опыта, ловко наделяет объект отличительными признаками, и приходит к общему решению.

Решение принимается не на основании унифицированных стоимостных критериев, а с использованием значительного количества критериев стоимости, которые часто противоречат друг другу. Вместо того, чтобы выстраивать ряд числовых значений, человек проводит нечеткие границы типа "малый", " средний", " большой " и т.д. Благодаря использованию нечетких слов можно легко представить случаи с неполными данными [1].

Управление нагрузкой ТКС на базисе нечеткой логики осуществляется путем создания по этому образцу модели действия оператора с помощью высказываний типа "Если ..., то ..." используя обычные слова, и эти слова являются нечеткими, введением методов принятия решений, присущих человеку, в форме распределенных по отдельным состояниям и целям, правил управления и нечетких выводов [2].

Нечеткое множество X состоит из неопределенного числа элементов x: признаки, по которым элементы привлекаются к нечеткого множества не позволяют однозначно отделить все элементы, входящие в нее. Некоторые элементы можно считать как принадлежащие множеству, так и такие, которые не относятся к ней. Степень принадлежности элемента к нечеткому множеству отображает функция принадлежности $\mu_A(x)$. Для каждого элемента x можно задать число $\mu_A(x)$, $0 \le \mu_A(x) \le 1$, которое оценивает степень принадлежности этого элемента к нечеткого множества A: $\mu_A(x) = 0$ - элемент x не принадлежит к нечеткому множеству A; $\mu_A(x) = 1$- элемент принадлежит множеству A. В этих случаях (($\mu_A(x) = 0$ та $\mu_A(x) = 1$) множество A является нечетким. Характерным признаком нечеткости множества присутствие хотя бы одного элемента с функцией принадлежности, не равной ни нулю, ни единице.

Например, множество положительных чисел R^+ становится нечетким, если $\mu_{R^+}(0) = 0{,}5$, когда появляется возможность считать число ноль "частично положительным, но в чем-то отрицательным" числом.

Нечеткое множество A в X определяется как совокупность упорядоченных пар вида

$$A = \{x, \mu_A(x)\}, x \in X.$$

Рассмотрим пример решения задачи принятие решений в системе управления нагрузкой ТКС на базисе теории нечетких множеств. Главными элементами процесса принятия решения являются: а) множество альтернатив; б) множество ограничений, которые необходимо учитывать при выборе альтернатив; и в) функция предпочтения, которая ставит в соответствие каждой альтернативе выигрыш.

При принятии решений в нечетких условиях используем логическую схему, основной чертой которой является симметрия по отношению к целям и ограничений. Это позволит ликвидировать разногласия между целями и ограничениями и достаточно просто формировать решения на их основе. Пусть $X = \{x\}$- заданное множество альтернатив. При этом четкая цель или просто цель, Q будет отождествляться с фиксированным нечетким множеством Q в X.

Например, если $X = R^1$ (действительна прямая), а нечеткая цель формулируется как "x должен быть значительно больше 10", то ее можно представить как нечеткое множество в R^1 с функцией принадлежности, которая имеет следующий вид:

$$\mu_Q(x) = \begin{cases} 0, x \lhd 10, \\ (1+(x-10)^{-2})^{-1}, x \geq 10. \end{cases} \quad (1)$$

По аналогии целью "*x* должно быть около 10" можно поставить в соответствие нечеткое множество с функцией принадлежности

$$\mu_Q(x) = [1+(x-10)^4]^{-1}. \quad (2)$$

Приведенные функции принадлежности должны образовывать линейно упорядоченные множества (выпуклые множества). Функции предпочтения в привычных случаях принятия решений также устанавливают линейную упорядоченность на множестве альтернатив. Поэтому функция принадлежности $\mu_A(x)$ нечеткой цели, можно получить из функции предпочтения посредством нормализации, которая сохраняет установленную линейную упорядоченность. Такая нормализация ведет к общему знаменателю различные цели и ограничения и позволяет оперировать ими одинаково.

В логической схеме принятия решения в нечетких условиях используем понятие цели, а не функции предпочтения. Нечеткое ограничение - или просто ограничение, Ω в пространстве *X* определяется как некоторая нечеткое множество в *X*. Например, в случае $X=R^1$ ограничения "*x* должно находиться примерно в диапазоне 2 ... 10" можно представить нечетким множеством с функцией принадлежности вида:

$$\mu_\Omega(x) = [1+a(x-6)^m]^{-1}, \quad (3)$$

где *a* - положительное число, а *m* - четное положительное число, которое выбирают так, чтобы передать смысл, в котором необходимо понимать "приближение" к интервалу [3]. Если предположить, что *m* = 4 и *a* = 5-4, то в точках *x* = 2 и *x* = 10 функция принадлежности равна $\mu_\Omega(x)$ = 0,7, в то время, когда при *x* = 1 и *x* = 11 $\mu_\Omega(x)$ = 0,5, а при *x* = 0 и *x* = 12 $\mu_\Omega(x)$ = 0,32.

Таким образом, цель и ограничения воспринимаются как нечеткие множества в пространстве альтернатив, это дает возможность не делать различия между ними в ходе принятия решений. Например, нечеткая цель *Q* и нечеткое ограничение Ω задаются следующим выражением:

- *Q*: *x* значительно больше 10 и
- Ω: *x* равна приблизно15.

В данном случае цель *Q* и ограничения Ω соединены между собой с помощью операции "и", причем данная операция соответствует пересечению нечетких множеств. Это означает, что в данном случае совокупное влияние нечеткой цели *Q* и нечеткого ограничения Ω на выбор альтернатив можно подать сечением $Q \cap \Omega$. Функция принадлежности для пересечения задается выражением

$$\mu_{Q\cap\Omega}(x) = \mu_Q(x) \wedge \mu_\Omega(X), \quad (4)$$

или в развернутом виде

$$\mu_{Q\cap\Omega}(x) = = \begin{cases} \min[(1+(x-10)^{-2})^{-1}, (1+(x-15)^4)^{-1}, x \geq 10, \\ 0, x \lhd 10. \end{cases} \quad (5)$$

Известно, что решением является выбор одного или нескольких из имеющихся альтернатив. Нечеткое решение определяется как нечеткое множество в пространстве альтернатив, которое образуется пересечением заданных целей и ограничений.

Таким образом, если в пространстве альтернатив *X* задана нечеткая цель *Q* и нечеткое ограничение Ω, то нечеткое множество *D*, образованное пересечением *Q* і Ω, называется решением. В символической форме

$$D = Q \bigcap \Omega, \tag{6}$$

и соответственно $\mu_D = \mu_Q \wedge \mu_\Omega$.

Для *n* целей и *m* ограничений результирующее решение определяется пересечением всех заданных целей и ограничений, то есть

$$D = Q_1 \bigcap Q_2 \bigcap ... \bigcap Q_n \bigcap \Omega_1 \bigcap ... \bigcap \Omega_m, \tag{7}$$

и соответственно

$$\mu_D = \mu_{Q_1} \wedge ... \wedge \mu_{Q_n} \wedge \mu_{\Omega_1} \wedge ... \wedge \mu_{\Omega_m} \tag{8}$$

В данном случае нечеткого решения цели и ограничения входят в выражение для *D* совершенно аналогично, утверждающее тождество целей и ограничений в предложенной логической схеме процессов принятия решения в нечетких условиях.

Практическое значение имеет более общий случай, когда цели и ограничения являются нечеткими множествами в разных пространствах. Предположим, что f – отображение из $X = \{x\}$ в $Y = \{y\}$, причем *x* входное воздействие (причина), а *y* – соответствующий выход (следствие). Предположим, что цели $Q_1,\ldots,Q_n$ – являются нечеткими множествами в *Y*, а ограничения - нечеткие множества Ω_1, ..., Ω_m в пространстве *X*. Из нечеткого множества Q_i в *Y*, можно найти нечеткое множество в *X*, которое индуцирует Q_i в *Y*. Функция принадлежности задается следующим уравнением

$$\mu_{\overline{Q}_i}(x) = \mu_{Q_i}(f(x)), \quad i = 1,...,n. \tag{9}$$

Выразив этого решение *D* через пересечение множеств $\overline{Q}_1,...,\overline{Q}_n$ и $\Omega_1,...,\Omega_m$, получим результирующую функцию принадлежности:

$$\mu_D(x) = \mu_{Q_1}(f(x)) \wedge ... \wedge \mu_{Q_n}(f(x)) \wedge \mu_{\Omega_1}(x) \wedge ... \wedge \mu_{\Omega_m}(x), \tag{10}$$

где $f : X \to Y$.

Вывод.

Преимущества управления нагрузкой ТКС на базисе теории нечетких множеств заключается в том, что нечеткая логика обеспечивает удачное представление способов принятия решений человеком и способов моделирование сложных объектов и процессов средствами естественного языка.

Литература:

1. *К. Асаи, Д. Ватада, С. Иваи и др.* Прикладные нечеткие системы: Пер с япон. / К. Асаи, Д. Ватада, С. Иваи и др.; Под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно.- М.: Мир, 1993. – 368 с.
2. *Богаенко, Г.Г.Грабовский, Н.А. Рюмшин.* Системы фуцци-управления // В.И. Архангельский, И.Н. - К.: Техніка, 1997.- 208 с.
3. *Заде Л.* Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. –143 с.
4. *Белман Р., Калаба Р.* Динамическое программирование и современная теория управления: Пер. с англ. – М.: Наука, 1969.

И.Ф. Будагян, М.С. Костин

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВИБРОМЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ МЕТОДАМИ СВЕРХКОРОТКОИМПУЛЬСНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ

Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики (МГТУ МИРЭА), г. Москва, Россия

Ключевые слова: аналитическая модель, радиоволновая виброметрия, радиосенсорный локатор, сверхкороткий радиоимпульс, преобразование Габора, кепстральный анализ, дифференциальный масштаб времени, взаимная корреляция.

Рассматривается задача виброакустических исследований элементов конструкций радиоволновыми методами на предмет виброустойчивости и виброметрологической оценки кинематических схем. Сформулированы принципы сверхкороткоимпульсной эхолокации. Приведена математическая реализация аналитической модели радиосенсорного локатора с использованием двух дифференциальных масштабов времени. Произведена оптимизация численной обработки выборочной последовательности эхосигналов методом кепстрального анализа как одного из наиболее эффективных при исследовании механических вибраций. В заключении изложены перспективы исследований.

I.F. Budagyan, M.S. Kostin

CONDITION AND PROSPECTS VIBRATION DIAGNOSTICS OF PARAMETERS MECHANICAL VIBRATIONS BY METHODS OF ULTRASHORT PULSE RADIOLOCATION

Moscow State Technical University of Radio Engineering, Electronics and Automation (MSTU MIREA), Moscow, Russia

Keywords: analytical model, radiowave vibrometric, radiosensory locator, ultrashort radiopulse, the conversion Gabor, cepstral analysis, differential time-scale, cross-correlation.

In this paper the problem of vibroacoustic investigations of designs elements by radio wave methods on the subject of vibration resistance and vibrometrological estimation kinematics schemes is considered. The principles of ultrashort pulse echolocation are formulated. The mathematical realization of analytical model of a radio sensory locator with use of two differentials the time scales are presented. The optimization of numerical processing of custom sequence echo signal of method cepstral analysis as one of the most effective in the study of mechanical vibrations is produced. In conclusion perspectives researches are outlined.

Исследование виброакустических характеристик конструктивных элементов динамических и статических функциональных узлов кинематических схем технических устройств точной радио- и микромеханики требует применения специальных методов, обеспечивающих бесконтактный сбор виброметрических данных, описывающих закон колебательного процесса зондируемой поверхности объекта. Аппаратная реализация бесконтактной диагностики достигается с применением различных средств сенсорного сканирования. Среди бесконтактных методов съема и регистрации вибрационных параметров выделяют три основных принципа косвенного преобразования акустомеханических колебаний в сигнал: оптический, акустический и радиоволновый.

Ввиду актуализации развития перспективных направлений по части применения специальных средств радиометрологической диагностики в сфере инфокоммуникаций, особое внимание в этой области сосредоточено на системах радиоволнового мониторинга, построенных по принципу однопозиционных сверхкороткоимпульсных локаторов – радиосенсорных радаров. Проектирование и анализ высокочувствительных приборов и комплексов в области бесконтактных метрологических измерений характеристик механических вибраций требует применения наиболее оптимальных технических решений и численных методов обеспечения процесса зондирования, регистрации и обработки виброметрических параметров. Решение задачи приема отраженного от

цели сигнала обеспечивается классическими методами оптимального обнаружения, например, критерием максимального отношения правдоподобия, в то время как оптимизация обработки принимаемых эхосигналов в модели достигается с применением оконного преобразования Фурье и кепстрального анализа. В работе предлагается реализация численного метода с использованием двух дифференциальных масштабов времени для медленно и мгновенно изменяющихся колебаний относительно оси времени, что существенно повышает эффективность процессорных вычислений. Система радиосенсорной локации представляет собой радиоволновый программно-аппаратный комплекс на базе однокристального приемопередатчика NVA6100 норвежской компании Novelda AS, предназначенный для бесконтактного дистанционного зондирования поверхности динамических и статических элементов функциональных узлов технических устройств, генерирующих собственные механические колебания или промодулированных внешними виброакустическими возмущениями среды с целью регистрации динамических характеристик. Данный приемопередатчик снабжен высокоскоростным АЦП с частотой дискретизации 40 Гвыб/с, что соответствует шагу дискретизации 25 пс [1].

Сверхкороткоимпульсная радиосенсорная эхолокация

Среди применяемых радиоволновых методов измерения вибраций классифицируют следующие: резонаторные, интерференционные и фазовые. Для приведенных методов, главным образом, можно выделить следующие недостатки обеспечения генерации зондируемого сигнала и регистрации фиксируемых параметров. К ним относятся: необходимость сохранения высокой стабильности частоты зондирующего радиосигнала с целью уменьшения его флуктуации, повышения чувствительности и качества работы системы; увеличение глубины проникающей способности радиоимпульсов при реализации подповерхностной локации и обеспечение достаточно удаленного от цели съема виброакустических параметров с требуемым разрешением [2]. Перечисленные недостатки в работе радиоволновых систем могут компенсироваться за счет применения технологий, построенных на принципах сверхкороткоимпульсной радиолокации, что в рамках современной науки способно решить многие радиотехнические задачи с перспективой дальнейшей модернизации. Так, с применением радиоимпульсов наносекундной длительности, исключается необходимость генерирования СВЧ сигнала заданной частоты так, как это принято в локаторах с непрерывным и моноимпульсным действием, что кардинально исключает необходимость обеспечения частотной стабилизации в высокочастотной области. Сверхкороткий широкополосный радиоимпульс формируется как результат дифференцирования видеоимпульса наносекундной длительности при его воздействии на сверхширокополосную антенну и не имеет несущей частоты, а характеризуется длительностью, центральной частотой и полосой спектра. В таком случае остается лишь стабилизировать частоту дискретизации зондирования, которую, для регистрации механических колебаний, достаточно взять в диапазоне от сотен кГц до десятков МГц, что не составляет особых затрат в техническом смысле реализации. Распределение во временной последовательности выборки отраженных радиоимпульсов от вибрирующей цели описывается законом фазовой модуляции, девиация которой отражает характеристику плоскопараллельных колебаний вдоль линии визирования. Импульсное зондирование, построенное на временном оконном стробировании, позволяет четким образом локализовать координатную привязку к цели, тем самым максимальным образом исключив помехи от пространственно распределенных поверхностей, генерирующих ложные эхосигналы, и восстановить в более явном виде кривую колебательного закона исследуемой поверхности.

Аналитическая модель системы

Инженерные исследования многопараметрических процессов и сложных устройств априори предполагают планирование эксперимента с описанием математической модели системы в целом. Одним из весовых критериев воспроизводимости ожидаемых результатов данных при радиоизмерениях, является аналитическая модель системы, посредством которой можно с достоверной точностью произвести корреляционную оценку измерений при сравнении с теоретическими – численными результатами программного моделирования. Основными требованиями, предъявляемыми к модели системы, являются ее адекватность, однозначность по отношению к регламентируемым условиям эксперимента и минимальные затраты вычислительных ресурсов [3].

Прием сигнала радиосенсорным локатором устанавливается с заданной частотой зондирования (стробирования) по задержке, определяющей расстояние до потенциально расположенной цели. Обнаружение отраженных от цели импульсов производится по критерию максимального отношения правдоподобия из расчета известной частоты следования радиоимпульсов и времени задержки. Фильтрация принимаемых эхосигналов в устройстве осуществляется на базе оконного одномерного преобразования Габора путем накопления выборки радиоимпульсов, прошедших предварительное усиление через пороговое устройство и высокоскоростное АЦП. При этом выделение низкочастотной компоненты механического колебания, содержащегося в фазораспределенной последовательности отраженных радиоимпульсов, производится путем кепстрального анализа реперного и преобразованного одиночного эхосигнала, либо очередной соседней последовательности аналогично принятых радиоимпульсов [4].

При одновременном моделировании быстроизменяющихся (сверхкороткий импульс, нано- и пикосекундное колебание) и медленно протекающих (механические вибрации – от миллисекундного до секундного цикла) процессов на одной временной оси возникают трудности вычислений, которые сводят в предел оперативные ресурсы ПЭВМ. Это связано с тем, что шаг дискретизации времени приходится выбирать из расчета минимального, т.е. для радиоимпульса, в то время как конечная точка исследуемого процесса будет определяться низкочастотным колебанием. В работе предлагается реализация модели в среде MatLab с использованием двух дифференциальных масштабов времени для каждого из колебательных процессов в отдельности относительно оси выборки.

Аналитическая модель предполагает рассмотрение частного случая радиоимпульсного эхоприема сигнала от поверхности вибрирующей цели при наличии гауссовых коррелируемых шумов от подстилающей поверхности и элементов пространства. Численный алгоритм приема и обработки данных основаны на принципе определения дальности относительно изменения фазы отраженного сигнала [1]:

$$\Delta\varphi = \Delta\varphi_1 - \Delta\varphi_2 = -\frac{4\pi}{c} f\left(R_1 - R_2\right) = -\frac{4\pi}{c} f_c \upsilon_s T_{\Pi}. \qquad (1)$$

Здесь $\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2$ – разности фаз при смещении поверхности объекта с расстояния R_1 до R_2; f_c – центральная частота спектра радиоимпульса; c – скорость света; $\upsilon_s = \upsilon_m \sin(\omega_s t + \varphi)$ – виброскорость; ($\upsilon_m = 2\pi F A_0$; F, A_0 – частота и амплитуда вибрации); $T_{\Pi} = 1/F_{\Pi}$ – период следования зондируемых импульсов. При этом закон девиации частоты следования отраженных импульсов имеет следующий вид [1]:

$$F_s = \frac{1}{T_s} = \frac{c}{d - T_{\Pi}\upsilon_m \sin(\omega_s t)} = \frac{F_{\Pi}}{1 - \upsilon_m \sin(\omega_s t)/c}, \qquad (2)$$

где d – пространственное расстояние между импульсами вдоль линии визирования, $\omega_s = 2\pi F$ – угловая частота механических колебаний.

Селективная обработка эхосигнала

Задача оптимальной фильтрации сверхкороткоимпульсного радиосигнала, описанного несколькими периодами колебаний с гауссовой огибающей, решается в работе с применением оконного преобразования Фурье. Причем результатом оконного преобразования является не спектр исходного сигнала, а спектр от произведения сигнала и оконной функции. Идейная особенность такого преобразования заключается в том, что весь временной интервал сигнала разделяется на подинтервалы – оконные стробы, и преобразование проводится последовательно для каждого окна в отдельности. Тем самым осуществляется переход к частотно-временному представлению, что позволяет анализировать особенности нестационарных сигналов. В качестве оконного строба выбрана функция Гаусса, что практически исключает эффект Гиббса, поскольку известно, что применение окон, отличных от прямоугольной формы, уменьшает влияние боковых лепестков в спектре за счет увеличения ширины главного, и определяет данный вид фильтрации как преобразование Габора. Однако спектр, полученный путем оконного преобразования Фурье,

является оценкой спектра исходного сигнала и допускает искажения. Преобразование можно записать следующим образом [4]:

$$S(\omega, b_k) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t)\psi(t - b_k)\exp(-j\omega t)dt, \tag{3}$$

где $\psi(t - b_k)$ есть функция окна сдвига преобразования по координате времени t на фиксированные значения параметра b_k. В случае преобразования Габора $\psi(t - b_k)$ описывается кривой Гаусса [4]:

$$\psi(t - b_k) = \frac{A}{\sigma\sqrt{2\pi}}\exp\left(-\frac{(t - b_k)^2}{2\sigma^2}\right). \tag{4}$$

Таким образом, оконное преобразование состоит в умножении исследуемого сигнала $s(t)$ на функцию окна $\psi(t - b_k)$, распределенную в окрестности $t = b_k$, и вычислении коэффициентов Фурье подынтегрального произведения (3). Представим $\psi_{\omega,b}(t) = \psi(t - b_k)\exp(-j\omega t),$ в этом случае выражение (3) имеет вид:

$$S(\omega, b_k) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t)\psi_{\omega,b}(t)dt, \tag{5}$$

как можно заметить, из формулы (5), следует, что фактически оконное преобразование представляет собой взаимную корреляционную функцию двух сигналов. При этом сигнал $\psi_{\omega,b}(t)$ есть произведение гармонического сигнала и огибающей $\psi(t - b_k)$. Так, для каждого состояния окна на временной оси сигнала вычисляется свой комплексный спектр. Однако в данном случае преобразование осуществляется с заданной периодичностью относительно частоты зондирования. При этом оптимальная длительность окна определяется из расчета максимально выделяемой мощности согласно выражению [3]:

$$\tau_{opt} = T_c\tau\frac{\sqrt{(\pi\tau)^2 - T_c^2}}{T_c^2 - (\pi\tau)^2}, \tag{6}$$

где T_c – период заполнения, соответствующий центральной частоте f_c радиоимпульса; τ – длительность принимаемого радиоимпульса.

Кепстральный анализ выборочной последовательности

Кепстральный анализ применяют для сигналов, представляющих собой свертку двух временных функций, причем таких, что после преобразования их в спектр они образуют неперекрывающиеся на оси кепстрального времени q импульсы. Кепстральное преобразование можно представить следующим образом [4]:

$$C_S(q) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\ln[S(\omega)]^2\exp(j\omega q)d\omega, \tag{7}$$

где $S(\omega)$ – амплитудный спектр континуального сигнала $s(t).$

Поскольку $S^2(\omega)$ имеет смысл спектральной плотности энергии сигнала $s(t),$ то $C_S(q)$ определяется как энергетический спектр функции $\ln[S(\omega)]^2,$ поэтому выражение (7) принято называть кепстром мощности. Здесь аргумент q имеет размерность времени.

Определение кепстра мощности свертки сигналов решается для двух соседних отраженных импульсов или опорного и очередного принимаемого эхосигнала. В случае цифровой обработки сигналов данная задача использует алгоритм БПФ-ОБПФ. Для надежного определения опережения (запаздывания) эхосигнала, вызванного возвратно-поступательными колебаниями цели вдоль линии визирования, используется первый импульс кепстра. Координатное (номер первого максимума выборки) положение первого максимума относительно нуля времени будет определять

мгновенное значение амплитуды колебания, а его высота – коэффициент отражения зондируемой поверхности. Поэтому важно, чтобы кепстр концентрировался вблизи начала отсчета кепстрального времени. При этом амплитудный кепстр должен быть свободен от ложных всплесков, что зависит от структуры спектра $S(\omega)$ исходного сигнала, а, следовательно, и фильтрации.

Достоверность принятого и обработанного эхосигнала в модели определяется коэффициентом корреляции по отношению к заранее известному произвольному реперному механическому колебанию путем сравнения [1,5].

Заключение

Радиосенсорный метод сбора параметров виброметрических данных способен существенно расширить информативные возможности проведения научных и инжереных теоретических и практических исследований в области бесконтактных радиоизмерений механических вибраций методами сверкороткоимпульсной эхолокации. Предложенный метод кепстральной обработки сигнала и дифференциального масштаба его обработки во времени, реализованный на базе аналитической модели радиосесорного радара, представленной системой мгновенно и медленно протекающих процессов, позволяет повысить эффективность программных вычислений и может быть полезным при отладке и тестировании численных методов обработки сигналов в нелабораторных условиях. В перспективе планируется дальнейшее совершенствование модели с целью реализации оптимальных способов фильтрации сигнала для восстановления низкочастотной компоненты.

Литература:

1. Будагян И.Ф., Костин М.С. Радиосенсорный виброметрический локатор // Materiały IX Międzynarodowej naukowi-praktycznej konferencji «Wykształcenie i nauka bez granic - 2013». Techniczne nauki. – Przemyśl.: Nauka i studia, 2013. – Vol. 46. – p. 31 – 35.

2. Костин М.С. Технологические аспекты радиоволновой виброметрии при неразрушающем контроле несущих конструкций и механизмов радиоэлектронных средств // Сборник трудов 62-й НТК МГТУ МИРЭА. – М.: МИРЭА, 2013. – с. 111 – 116.

3. Mahafza, Bassem R. Radar systems & analysis and design using Matlab. – USA.: CHAPMAN & HALL/CRC, 2009. – 533 p.

4. В. П. Дьяконов. MATLAB и SIMULINK для радиоинженеров. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 975 с.

5. Костин М.С. Моделирование виброметрического СШП радара // Актуальные проблемы и перспективы развития радиотехнических и инфокоммуникационных систем: Сб. научн. тр. – М.: РАДИОИНФОКОМ, 2013. – Ч.1. – с.246 – 249.

Д.В. Старцев, К.Е. Легков

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ И СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

ОАО НИИ «Рубин», г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: компьютерные сети, информация, пользователи, автоматизация.

В современном мире компьютерные сети пользуются огромной популярностью. Их используют настолько широко, что уже сложно представить область работы человека с информацией, где бы не было компьютерной сети. Локальные компьютерные сети завоевали популярность в связи с относительной простотой в монтаже, стоимости оборудования и простого администрирования.

Всемирная тенденция к объединению компьютеров в сети обусловлена рядом важных причин, таких как ускорение передачи информационных сообщений, возможность быстрого обмена информацией между пользователями, получение и передача сообщений (факсов, e-mail и прочего) не отходя от рабочего места, возможность мгновенного получения любой информации из любой

точки земного шара, а так же обмен информацией между компьютерами разных фирм-производителей работающих под разным программным обеспечением.

В данной статье мы рассмотрим основные виды компьютерных сетей, которые используются в интересах органов государственного и военного управления, а так среды передачи данных.

D.V.Startcev, K.E.Legkov

ANALYSIS OF MODERN COMPUTER NETWORKS AND COMMUNICATION MEDIA

Public corporation research Institute of "Ruby", St. Petersburg

Keywords: computer networks, information, users, automation.

In today's world computer networks are extremely popular. They are used so widely that it is hard to imagine the area of human information, which would not have a computer network. Local computer networks have gained popularity due to the relative ease of installation, cost of equipment and simple administration.

Worldwide trend to unite computers on the network due to a number of important reasons, such as the acceleration of information transmission, the possibility of rapid exchange of information between users, receiving and sending messages (fax, e-Mail Subject and others) without departing from the workplace, the possibility of instant any information from all over the globe, as well as the exchange of information between computers from different manufacturers running different software.

In this article we consider the basic types of computer networks, which are used in the interests of state and military command and control, as well as data transmission medium.

Существующие компьютерные сети можно условно разделить на три основных вида по их масштабу:

- локальная вычислительная сеть (ЛВС);
- региональная вычислительная сеть (РВС);
- глобальная вычислительная сеть (Internet);
- Кроме того, каждая из перечисленных сетей может быть:
- односерверной - сеть обслуживается одним файл-сервером (ФС);
- многосерверной - сеть обслуживается несколькими ФС;
- распределенной - две или более локальных сетей, соединенных внутренним или внешним мостами (мост или межсетевое соединение управляет процессом обмена пакетами данных из одной кабельной системы в другую). Пользователи распределенной сети могут использовать резервы (такие как: файлы, принтеры или дисковые драйвы) всех соединенных локальных сетей;
- многосерверной локальной - когда локальная сеть обслуживается более чем одним файл-сервером;
- многосерверной распределенной.

Также ЛВС могут быть одноранговыми (все компьютеры в сети равноправны, т.е. нет ФС, любая рабочая станция может получить доступ к любой другой рабочей станции) и с централизованным управлением (выделенным сервером).

Локальная сеть - это группа компьютеров, которые могут связываться друг с другом, совместно использовать периферийное оборудование (например, жесткие диски, принтеры и т.д.) и обращаться к удаленным центральным ЭВМ или другим локальным сетям. Локальная сеть может состоять из одного или более файл-серверов, рабочих станций и периферийных устройств. Пользователи сети могут совместно использовать одни и те же файлы (как файлы данных, так и файлы программ), посылать сообщения непосредственно между рабочими станциями и защищать файлы с помощью мощной системы защиты.

Основными видами локальных вычислительных сетей являются Ethernet и ARCNET, причем Ethernet может иметь несколько типов кабеля: тонкий кабель Ethernet - иначе называется Thinnet. Имеет ряд преимуществ, таких как использование более дешевого кабеля по сравнению с системой

толстого кабеля Ethernet и использование аппаратуры, которую проще устанавливать толстый кабель Ethernet (также известная как Thicknet) получила свое название благодаря используемому в ней стандартному, или толстому кабелю Ethernet. Толстый кабель позволяет включать в систему большее количество компьютеров и увеличивать расстояние между компьютерами. Однако этот кабель дороже, а его установка сложнее по сравнению с тонким кабелем Ethernet; витая пара Ethernet. Преимущество системы Ethernet на витой паре в том, что кабель дешевле по сравнению с перечисленными выше кабелями, а его установка проще.

Наравне с приведенными выше способами подключения встречается способ Token-ring. Одним из преимуществ системы является прогнозируемость: одна часть системы может испортиться, но все-таки не остановится. Также, система поддерживается программным обеспечением для больших ЭВМ фирмы IBM, что может в некоторых ситуациях принести выгоду. Слабые стороны системы всравнении с другими системами заключаются в дороговизне и усложненности кабелей. К тому же, в некоторых случаях трудно вести поиск неисправностей. Региональная сеть - это города, объединенные в сеть посредством расположенных в них компьютерах.

К глобальной вычислительной сети следует отнести Internet. На данный момент это единственная сеть, объединяющая целые государства. На данный момент американскими компаниями ведутся разработки по созданию альтернативной глобальной сети.

Среды передачи данных и их краткая характеристика

Средой передачи информации называются те линии связи (или каналы связи), по которым производится обмен информацией между компьютерами. В подавляющем большинстве компьютерных сетей (особенно локальных) используются проводные или кабельные каналы связи, хотя существуют и беспроводные сети, которые сейчас находят все более широкое применение, особенно в портативных компьютерах.

Существует 4 вида сред передачи данных:

- кабели на основе витых пар;
- коаксиальные кабели;
- оптоволоконные кабели;
- бескабельные каналы связи;

Витые пары проводов используются в дешевых и сегодня, пожалуй, самых популярных кабелях. Кабель на основе витых пар представляет собой несколько пар скрученных попарно изолированных медных проводов в единой диэлектрической (пластиковой) оболочке. Он довольно гибкий и удобный для прокладки. Скручивание проводов позволяет свести к минимуму индуктивные наводки кабелей друг на друга и снизить влияние переходных процессов, обычно в кабель входит две или четыре витые пары. Как правило, линии связи на основе витых пар, довольно короткие (обычно в пределах 100 метров). В настоящее время витая пара используется для передачи информации на скоростях до 1000 Мбит/с, хотя технические проблемы, возникающие при таких скоростях, крайне сложны.

Коаксиальный кабель представляет собой электрический кабель, состоящий из центрального медного провода и металлической оплетки (экрана), разделенных между собой слоем диэлектрика (внутренней изоляции) и помещенных в общую внешнюю оболочку.

Коаксиальный кабель до недавнего времени был очень популярен, что связано с его высокой помехозащищенностью (благодаря металлической оплетке), более широкими, чем в случае витой пары, полосами пропускания (свыше 1ГГц), а также большими допустимыми расстояниями передачи (до километра). В настоящее время считается, что коаксиальный кабель устарел, в большинстве случаев его вполне может заменить витая пара или оптоволоконный кабель. И новые стандарты на кабельные системы уже не включают его в перечень типов кабелей.

Оптоволоконный (он же волоконно-оптический) кабель - это принципиально иной тип кабеля по сравнению с рассмотренными двумя типами электрического или медного кабеля. Информация по нему передается не электрическим сигналом, а световым. Главный его элемент - это прозрачное стекловолокно, по которому свет проходит на огромные расстояния (до десятков километров) с незначительным ослаблением. Теоретически возможная полоса пропускания такого кабеля достигает величины 1012 Гц, то есть 1000 ГГц, что несравнимо выше, чем у электрических кабелей. Стоимость оптоволоконного кабеля постоянно снижается и сейчас примерно равна стоимости тонкого коаксиального кабеля. Применяют оптоволоконный кабель только в сетях с

топологией звезда и кольцо. Никаких проблем согласования и заземления в данном случае не существует. Кабель обеспечивает идеальную гальваническую развязку компьютеров сети. В будущем этот тип кабеля, вероятно, вытеснит электрические кабели или, во всяком случае, сильно потеснит их. Запасы меди на планете истощаются, а сырья для производства стекла более чем достаточно.

Кроме кабельных каналов в компьютерных сетях иногда используются также бескабельные каналы. Их главное преимущество состоит в том, что не требуется никакой прокладки проводов (не надо делать отверстий в стенах, закреплять кабель в трубах и желобах, прокладывать его под фальшполами, над подвесными потолками или в вентиляционных шахтах, искать и устранять повреждения). К тому же компьютеры сети можно легко перемещать в пределах комнаты или здания, так как они ни к чему не привязаны.

Радиоканал использует передачу информации по радиоволнам, поэтому теоретически он может обеспечить связь на многие десятки, сотни и даже тысячи километров. Скорость передачи достигает десятков мегабит в секунду (здесь многое зависит от выбранной длины волны и способа кодирования).

Особенность радиоканала состоит в том, что сигнал свободно излучается в эфир, он не замкнут в кабель, поэтому возникают проблемы совместимости с другими источниками радиоволн (радио- и телевещательными станциями, радарами, радиолюбительскими и профессиональными передатчиками и т.д.). В радиоканале используется передача в узком диапазоне частот и модуляция информационным сигналом сигнала несущей частоты. Радиоканал широко применяется в глобальных сетях как для наземной, так и для спутниковой связи. В этом применении у радиоканала нет конкурентов, так как радиоволны могут дойти до любой точки земного шара.

Если говорить о возможных топологиях, то наиболее естественно все беспроводные каналы связи подходят для топологии типа шина, в которой информация передается одновременно всем абонентам. Но при использовании узконаправленной передачи и/или частотного разделения по каналам можно реализовать любые топологии (кольцо, звезда, комбинированные топологии) как на радиоканале, так и на инфракрасном канале.

Литература:

1. Легков К.Е. Основные теоретические и прикладные проблемы технической основы системы управления специального назначения и основные направления создания инфокоммуникационной системы специального назначения.// Телекоммуникации и транспорт. Вып. № 6. Москва, 2013. С. 43-47.

2. Легков К.Е. Методы оценки качества информационного обмена // Сборник трудов СКФ МТУСИ - 2009. Ростов-на-Дону: СКФ МТУСИ, 2009. С. 64-68.

3. Донченко А.А., Легков К.Е. Анализ эффективности применения алгоритмов динамического управления пропускной способностью канала //Сборник трудов СКФ МТУСИ - 2009. Ростов-на-Дону: СКФ МТУСИ, 2009. С. 69-72.

А.Д. Мазур

УМЕНЬШЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ПОМЕХ В ВОСП – СРК, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ОПТИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА С МАЛОЙ ВЕЛИЧИНОЙ ДИСПЕРСИИ

Одесская национальная академия связи им. А. С. Попова, г. Одесса, Украина

Ключевые слова: Пропускная способность, ВОСП – СРК, нелинейные искажения, оптические каналы, модули добавления дисперсии.

Известно, что удовлетворить быстрый рост трафика пользователей операторам связи удалось, используя многоканальные ВОСП – СРК за счёт увеличения количества оптических каналов ОК.

Известно, что удовлетворить быстрый рост трафика пользователей операторам связи удалось, используя многоканальные ВОСП – СРК за счёт увеличения количества оптических каналов ОК.

Недостатком многоканальных систем передачи с частотным (спектральным) уплотнением является зависимость защищённости сигнала от величины нелинейных помех, которые зависят от количества ОК. Наиболее опасны нелинейные помехи первого рода, которые возникают в оптических волокнах с «нулевой » т.е. с малой величиной дисперсии.

В работе рассматривается метод уменьшения влияния нелинейных помех при использовании ВОСП – СРК на ОВ с малой величиной дисперсии, который позволяет существенно увеличить пропускную способность ВОСП.

A.D. Mazyr

REDUCTION OF INFLUENCE OF NONLINEAR DISTORTIONS IN WDM OPTICAL SYSTEMS ON THE BASE OF OPTICAL FIBERS WITH SMALL DISPERSION

Odessa A.S. Popov National Academy of Communications, Odessa, Ukraine

Keywords: capacity, optical WDM systems, nonlinear distortions, optical channels, dispersion compensation units

It is known that communications operators satisfy of a traffic increasing of users by means of increasing of quantity of optical channels in WDM optical fiber systems.

Lack of WDM optical systems is influence of value of nonlinear distortions and number of optical channels on the immunity of a reception signal.

Nonlinear distortions of the first order which generates in optical fibers with zero (i.e. with the small size of dispersion) are most dangerous.

Possibility of increase of capacity and number of channels in WDM optical systems on the base of optical fibers with small dispersion is considered.

Волоконно-оптические системы передачи со спектральным разделением каналов ВОСП – СРК являются наиболее перспективной технологией, позволяющей создавать оптические сети с большими возможностями роста пропускной способности. Главное достоинство технологии ВОСП – СРК заключается в том, что по паре одномодовых оптических волокон (ОВ) одновременно передаются десятки оптических каналов (ОК) на разных длинах волн, что позволяет пропускать трафик различных пользователей, не прокладывая новые кабели [1, 2, 3].

При значительной энергетической загрузке в таких ВОСП – СРК ОВ с малой величиной дисперсии нелинейные искажения приводят к появлению больших нелинейных помех [3, 4, 5, 6]. Малая дисперсия имеет место при использовании ОВ типа G. 653 или других ОВ (типа G. 652), если длина участка регенерации существенно меньше номинальной.

Численная оценка влияния дисперсии ОВ на количество оптических каналов $N_{\text{ок}}$ проведена в [4]. Дальнейший анализ влияния на величину $N_{\text{ок}}$ уровня передачи и запаса по затуханию, определяемого различием номинальных и фактических длин, а также коэффициентов затуханий этих участков, проведено в [5, 6].

Зависимости допустимого количества $N_{\text{ок}}$ от уровня передачи P_w группового линейного оптического сигнала для указанных ОВ, (если длина участка близка к номинальной) приведены на рис. 1.

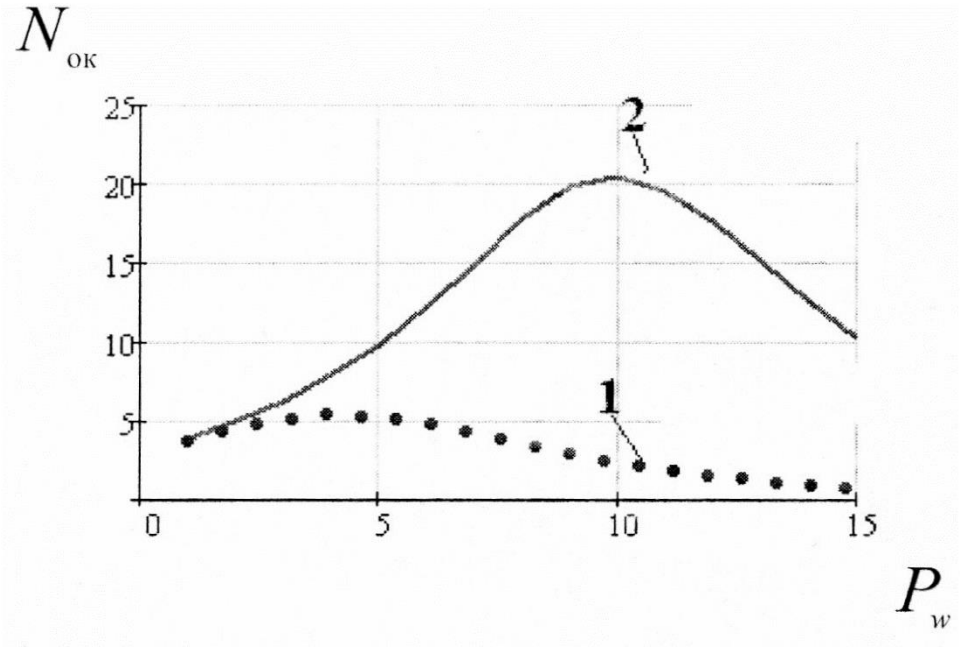


Рисунок 1. Зависимость $N_{ок}(P_w)$ для участков длиной близкой к номинальной при использовании ОВ типа G. 653 (кривая 1) и G. 652 (кривая 2).

Видно, что увеличенная дисперсия ОВ типа G. 652 (кривая 2 рис. 1) позволяет при оптимизации уровня передачи P_w увеличить $N_{ок}$ в четыре раза, по сравнению с ОВ типа G. 653, (кривая 1 рис. 1).

Аналогично этому, если специально увеличить дисперсию в линейном тракте каждого участка ОВ типа G. 652 и G. 653 длиной существенно меньшей номинальной, то количество $N_{ок}$ (кривая 2 рис. 2) увеличивается более чем в три раза по сравнению с исходным вариантом, использования ОВ малой длины, а значит и малой величиной дисперсии (кривая 1 рис. 2). Однако увеличенная дисперсия ограничивает скорость передачи цифрового сигнала в ОК.

Предлагается с целью увеличения пропускной способности ВОСП – СРК вводить дисперсию в групповую часть оптического тракта на каждом усилительном участке, что позволит увеличить количество ОК $N_{ок}$ и одновременно с этим осуществлять индивидуальную компенсацию дисперсии в каждом выделенном ОК, что позволит увеличить скорость передачи цифрового сигнала в каждом ОК, а значит и суммарную скорость передачи (пропускную способность) ВОСП – СРК.

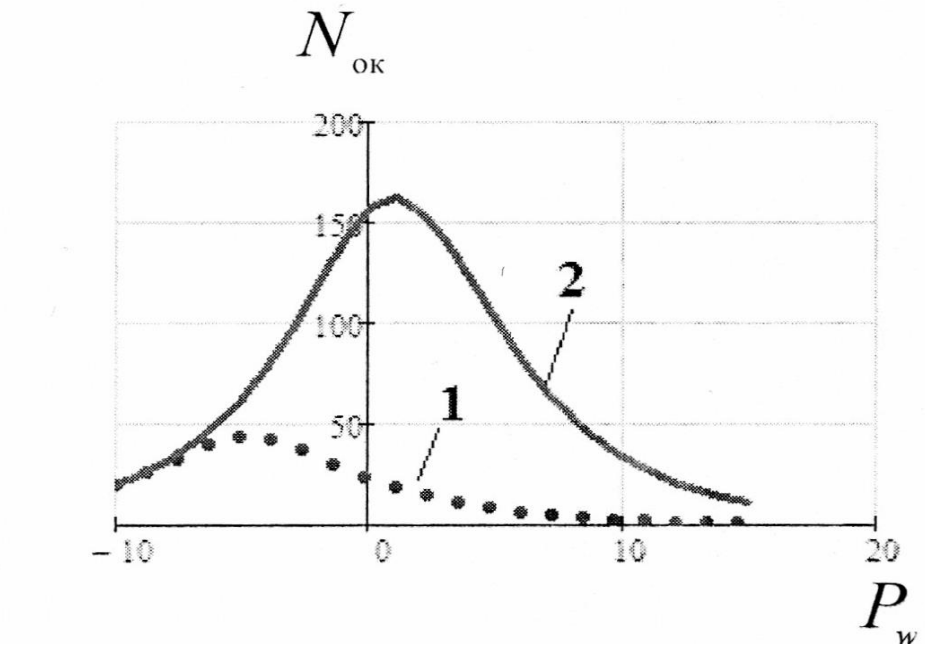


Рисунок 2. Зависимость $N_{ок}(P_w)$ для ОВ типа G. 652 и G. 653 длиной существенно меньшей номинальной, при использовании: – обычного способа передачи – кривая 1; - при добавлении в тракт передачи каждого участка дисперсии, эквивалентной по величине дисперсии ОВ типа SF номинальной длины – кривая 2.

Расчёты показывают, что использование предлагаемого метода позволяет увеличить пропускную способность ВОСП – СРК:

– с 50 Гбит/с до 200 Гбит/с при длинах участков близких к номинальной;

– с 500 Гбит/с до 1500 Гбит/с при длинах участков существенно меньших номинальной.

Известно, что в настоящее время канальную (индивидуальную) компенсацию дисперсии эффективно осуществляют с помощью модулей компенсации дисперсии – DCM (Dispersion Compensation Module) [7, 8, 9], в которых используют специальные оптические волокна с большой по величине отрицательной удельной дисперсией. Величина удельной дисперсии этих ОВ может достигать минус (1560 – 2000) пс/нм км [7, 8, 9], что позволяет сделать эти модули компактными, используя катушки с ОВ малой длины.

Предлагается для ввода положительной дисперсии в групповую часть оптического тракта применять модули аналогичные DCM, но с положительным знаком дисперсии, так как она должна вводится (добавляться) в групповой тракт. Будем называть эти устройства - модули добавления дисперсии - DAM **(**Dispersion Addition Module**).**

Вводимая к существующей дисперсии используемого ОВ – $\sigma_{ОВ}$, положительная дисперсия – $\sigma_{ввод}$, должна обеспечить дисперсию участка, эквивалентную дисперсии ОВ типа G. 652 номинальной длины т.е.

$$\sigma_{ОВ} + \sigma_{ввод} = (1800 - 2000), \left(пс / нм\ км\right)$$

Чем больше вводимая дисперсия, тем больше водится и затухание (например компенсатор с вводимой дисперсией – 1644 $\left(\frac{пс}{нм}\right)$ [9], вносит затухание порядка 10 дБ), для компенсации которого используется предусилитель приёмника.

С целью упрощения метода, предлагается использовать два модуля DAM, устанавливая один (DAM 1) на выходе мультиплексора, а другой (DAM 2) на входе демультиплексора. При этом

уменьшается требуемая величина вводимого каждым DAM дисперсии $\sigma_{\text{ввод}}/2$, которая не будет превышать величины $\sigma_{\text{ввод}}/2 \le 1000, \left(пс/нм\ км\right)$, что уменьшает величину вносимого затухания $A_{\text{в}} \le 6$ дБ.

В качестве канальных компенсаторов дисперсии DCM удобно использовать перестраиваемые модули [10].

Литература:

1. Агравал Г. Нелинейная волоконная оптика. Пер. с англ. Черникова С. В., Хрущева И. Ю., Коробкина Д. В.; под ред. Мамышева П. В.– М.: Мир, 1996.

2. Однорог П. М., Омецінська О. Б., Михайленко Є. В. WDM. Під редакцією Каток В.В. – К, 2005.

3. Макаров Т. В. Когерентные волоконно-оптические системы передачи. – Одесса: ОНАС им А.С. Попова, учебник, 2009.

4. Заславский К. Е., Капустенко Л. М. Расчет мощности помех возникающих из–за четырехволнового смешения в каналах ВОСП- WDM. Электросвязь, 2004, №10, с. 44–46.

5. Брескин В.А. Ресурсы переоборудования на WDM.– Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2009, №2, с. 62-67.

6. Брескин В.А. Параметры цепи мультиплексоров WDM.– Наукові праці ОНАЗ ім. О.С.Попова, 2013, № 1, с. 114–119.

7. Бурдин В. А. Компенсация хроматической дисперсии на регенерационных участках линии передачи сетей связи. – Электросвязь, 2006, №7, с 28 – 33.

8. Слепов Н.Н Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи 2000. Электронный ресурс: http://padabum.com/d.php?id=1877.

9. Компенсатор дисперсии. Электронный ресурс: http://shop.nag.ru/catalog/04764.DWDM/06754.Kompensatory-dispersii/05339.SNR-DCM-100.

10. Перестраиваемые модули компенсации хроматической дисперсии Электронный ресурс: http://www.linkc.ru/article.php?id=199.

Л.Б. Бузюков, Д.В. Окунева

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ ОПТИМАЛЬНОГО АЛГОРИТМА ВЫБОРА ГОЛОВНОГО УЗЛА СЕНСОРНОЙ СЕТИ

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, г. Санкт-Петербург, Россия

Ключевые слова: всепроникающая сенсорная сеть, алгоритм выбора головного узла, балансировка нагрузки, качество обслуживания.

Анализируются существующие алгоритмы выбора головного узла во всепроникающих сенсорных сетях. Рассматриваются централизованные и децентрализованные алгоритмы выбора. Определяются проблемы и задачи при разработке новых алгоритмов с учетом возможностей балансировки нагрузки и обеспечения качества обслуживания.

L.B. Buziukov, D.V. Okuneva

PROBLEMS OF OPTIMAL ALGORITHM CREATION FOR HEAD NODE SELECTION IN SENSOR NETWORK

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications, Saint-Petersburg, Russia

Keywords: ubiquitous sensor network, selection algorithm of head node, load balancing, quality of service.

Analyzes the existing algorithms of choosing the head node in ubiquitous sensor networks. Considers centralized and decentralized selection algorithms. Define problems and challenges in the development of new algorithms based on load balancing and quality of service.

В настоящее время в прогнозах развития сетей связи речь идет о триллионах и десятках триллионов сетевых устройств, что связано с развитием концепции Интернета вещей, в который войдут как сетевые устройства, так и физические объекты окружающей среды [1].

Технологической базой Интернета вещей являются беспроводные сенсорные сети.

Беспроводные сенсорные сети (БСС) представляют собой самоорганизующиеся сети, состоящие из множества беспроводных сенсорных узлов, распределенных в пространстве и предназначенных, например, для мониторинга характеристик окружающей среды или объектов, расположенных в ней [2].

Данные сети обладают рядом преимуществ по сравнению с сетями связи предыдущего поколения. В качестве основных можно выделить их самоорганизацию и возможность использования для передачи данных в местах, где использование проводных сетей невозможно.

Модели БСС, рассматриваемые в различных исследованиях, зачастую носят прикладной характер и, вследствие этого, учитывают лишь некоторые факторы, оказывающие влияние на те или иные характеристики отдельно взятой модели сети.

При использовании протокола ZigBee количество сенсоров может превышать 60 тысяч устройств. Для взаимодействия такого количества сенсорных устройств и обеспечения передачи данных используется кластеризация сети. Обеспечение управления потоками данных внутри кластера требует, в свою очередь, выбора головного узла сети.

Отсюда возникает задача разработки и оптимизации алгоритма выбора головного узла по определенным критериям.

Существующие алгоритмы выбора головного узла делятся на централизованные (алгоритмы, не связанные с жесткими ограничениями по энергопотреблению) и децентрализованные (алгоритмы, связанные с ограниченным энергопотреблением).

При анализе алгоритмов было выявлено, что децентрализованные алгоритмы выбора головного узла являются более эффективными, так они предусматривают выбор головного узла за счет сенсорного поля, учитывая энергетические характеристики сенсорных узлов.

Одним из самых известных механизмов, обеспечивающих функционирование сенсорных сетей и выбор головных узлов является алгоритм LEACH (Low Energy Adaptive Cluster Hierarchy) [3].

Алгоритм LEACH предусматривает вероятностный выбор сенсорного узла на роль головного в начале функционирования сенсорной сети, а впоследствии – ротацию на основе энергетических характеристик сенсорных узлов.

Подобное решение продлевает длительность функционирования сенсорных узлов и сети в целом, но не решает задачи обеспечения лучшего покрытия в течение достаточно длительного времени, поскольку при создании LEACH такая задача и не ставилась.

Основанный на LEACH алгоритм PEGASIS (Lindsey, 2002; Lindsey, 2008) обеспечивает снижение энергопотребления сенсорных узлов за счет создания последовательных цепочек сенсоров с периодически обновляющимся головным узлом. При этом минимизируется расстояние передачи информации, что, в свою очередь, увеличивает время жизни сенсоров и, как следствие, самой сети.

На сегодняшний день достаточно большое внимание уделяется проблеме энергопотребления БСС.

Так, например, М.М. Комаров в 2012 году в ходе написания диссертационной работы, разработал алгоритм выбора головного узла с учетом балансировки энергопотребления в БСС [4].

Не менее важным фактором при разработке алгоритма выбора головного узла является обеспечение качества обслуживания в БСС. Следует иметь в виду, что не все характеристики качества обслуживания, регламентированные стандартами, например, для IP- сетей, могут быть полностью применены для БСС.

На наш взгляд выбор характеристик для обеспечения необходимого качества обслуживания БСС зависит от особенностей каждой сети.

Также следует отметить, что оптимальный алгоритм для любой сенсорной сети вряд ли когда-либо будет разработан в связи с многообразием приложений и топологий БСС.

Все это лишний раз подчеркивает необходимость разработки новых алгоритмов выбора головного узла кластера, учитывающих как накопленный опыт, так и возможно новые параметры.

Литература:

1. Б.С. Гольдштейн, А.Е. Кучерявый. Сети связи пост-NGN. БХВ, С.-Петербург, 2012 г.
2. Абд Эльфтах Ахмед Салим. Разработка алгоритмов выбора головного узла в кластерных беспроводных сенсорных сетях. Автореферат диссертации. СПб ГУТ, С-Петербург, 2010 г.
3. W. Heinzelman, A. Chandrakasan, H. Balakrishnan. Energy-efficient communication protocol for wireless microsensor networks. Proceedings 33rd Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Wailea Maui, Hawaii, USA, Jan. 2000 г.
4. М.М. Комаров. Разработка и исследование метода энергетической балансировки беспроводной стационарной сенсорной сети с автономными источниками питания. Автореферат диссертации. Московский государственный институт электроники и математики (технический университет). Москва, 2012 г.

Фуад Вехбе, Д.В. Агеев

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ С МУЛЬТИСЕРВИСНЫМИ ТРАФИКОМ И НЕСКОЛЬКИМИ ПИКАМИ НАГРУЗКИ

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков, Украина

Ключевые слова: многослойный граф, наложенная сеть, информационно-телекоммуникационная система, проектирование, трафик с несколькими пиками нагрузки.

В мультисервисных информационно-телекоммуникационных системах при предоставлении различных услуг возможно возникновение трафика с нескольким пиками нагрузки. В работе при решении задачи синтеза обращается внимание на целесообразность применения модели в виде многослойного графа при решении задач синтеза информационно-телекоммуникационных систем. С применением модели в виде многослойного графа решена задача выбора пропускных способностей каналов связи для самоподобного трафика. Сравнительный анализ предлагаемого метода с ранее известными показ, что инфокоммуникационная система синтезированная предлагаемым методом обеспечивает меньшую сетевую задержку.

Fouad Wehbe, D.V. Ageyev

DESIGN OF INFORMATION AND TELECOMMUNICATION SYSTEMS WITH MULTISERVICE AND MULTI-HOUR TRAFFIC

Kharkiv National University of Radioelektronics, Kharkiv

Keywords: Multilayer graph, Overlay network, Information and Telecommunication system, Design, multi-hour traffic.

In the multiservice information and telecommunication systems in providing various services may occur multi-hour traffic. In this paper to solve the problem of synthesis calls attention to the need for multilayer graph model usage for solving the problems of synthesis of telecommunication systems including company communication systems. With the application of the model in the form of multilayer graph solved the link capacity choice problem for self-similar traffic. Comparative analysis of the proposed method with previously known show that Infocommunication system synthesized by the proposed method provides less network delay.

I. Введение

Развитие современного общества идет по пути широко внедрения информационных технологий во всех сферах его деятельности. В этих условиях большую, системообразующую роль играют телекоммуникационные системы, к которым на современном этапе, выдвигаются высокие требования к качеству обслуживания и по обеспечению возможности передачи широко класса видов трафика. Удовлетворение этих требований возможно за счет развертывания мультисервисных сетей построенных согласно концепции NGN, которая на современном этапе является наиболее перспективной.

Сближение и конвергенция телекоммуникационных и информационных технологий приводит к возникновению новых технических решений, что позволяет говорить о возникновении информационно-телекоммуникационных систем, которые базируются на объединении и совместном использовании достижений обоих технологий в единой интегрированной системе.

Предоставление большого перечня услуг на базе единой сети приводит к тому, что в нагрузке поступающей в сеть может возникать несколько пиков, при этом характеристики трафика могут в течении суток меняться достаточно сильно по многим параметрам, а не только его интенсивность.

Таким образом задачи, которые возникают при синтезе и проектировании информационно-телекоммуникационных систем и сетей в зависимости от распределения трафика во времени, можно разделить на три группы: одноперiодное планирование; планирование с несколькими пиками нагрузки и многопериодное планирование [1]. Обычно при планировании телекоммуникационных систем трафик в сети описывается с помощью единственной матрицы требований (которая базируется на измерении трафика и маркетинговых прогнозах), чтобы отразить пиковый трафик в течение дня.

При планировании сети с несколькими пиками нагрузки трафик в сети описывается с применением нескольких матриц потоков для каждого пика нагрузки в течение некоторого периодического временного интервала, например, дня. Наличие нескольких пиков нагрузки в трафике наблюдается в том случае когда трафик создаваемый при предоставлении услуг в сети для разных видов услуг имеют пики в различные моменты времени, то есть пики нагрузки не совпадают.

Современные телекоммуникационные системы по своей структуре являются многоуровневыми. Процессы, протекающие на различных уровнях оказывают сильное влияние друг на друга. Такое же сильное влияние оказывает и структура сети на одном из уровней на характеристики - другого. Поэтому при решении задач структурного и параметрического синтеза к синтезируемой системе необходимо подходить как к единому целостному объекту.

Учет многоуровневой структуры современных телекоммуникационных систем возможен за счет применения моделей в виде многослойного графа [2], которые позволяет бы адекватно описывать существующие физические и логические связи между элементами системы на различных ее уровнях и эффективно решать задачи синтеза.

Важной задачей, решаемой при создании телекоммуникационных систем, являет выбор оптимальных параметров структурных элементов системы.

В данном докладе предлагается метод параметрического синтеза информационно-телекоммуникационных систем, позволяющей произвести выбор оптимальных значений пропускных способностей каналов связи с учетом наличия у трафика эффекта самоподобия и нескольких пиков нагрузки.

II. Основная часть

Синтезируемая телекоммуникационная сеть обеспечивает передачу информационных потоков между узлами сети $a_i \in A$ являющимися источниками группового трафика и содержит кроме узлов-источников - транзитные узлы $z_i \in Z$.

Исходными данными является:

$A = \{a_i\}$ - множество узлов сети – источников информационных потоков;

$S = \{s_k\}$ - множество услуг предоставляемых в сети;

$\gamma_{ij}^{k}(t)$ - параметры потока между парами узлов (a_i, a_j) отправитель-получатель при предоставлении услуги s_k во временном интервале (пике нагрузки) *t*;

- известна топология сети и маршруты передачи информационных потоков между всеми парами узлов отправитель-получатель;

α_{ij} - удельные затраты для канала связи (a_i, a_j) единичной пропускной способностью.

Необходимо определить значения пропускных способностей каналов связи c_{ij} таким образом, чтобы среднесетевая задержка в сети не превышала заранее определенную величину $T_{доп}$. Критерий оптимальности минимум суммарных затрат на построение сети.

Согласно общей методики решения задачи синтеза телекоммуникационной системы с использование многослойного графа [3] в структуре синтезируемой сети выделим следующие уровни (слои).

Нижним слоем многослойного графа *MLG* является граф, описывающий физическую топологию сети. Вершины этого графа соответствуют узлам физической сети, а ребра - каналам связи физической сети.

Слои выше первого описывают взаимодействие узлов инфокоммуникационной системы при предоставлении услуг. Количество слоев равно количеству услуг. Вершины v_i^l, соответствуют источникам и потребителям информационных потоков услуг. Ребра e_{ij}^l связывают вершины, которые соответствуют узлам сети, взаимодействующим при предоставлении услуги.

Каждому ребру графа Γ^1 припишем параметр $\alpha_c(e_{ij}^1, c_{ij})$ задающий затраты на организацию канала связи пропускной способностью c_{ij}.

Каждому ребру e_{ij}^l припишем потокок $\gamma_{ij}^l(t) \in \mathrm{Y}^l$. Указанные выше потоки являются групповыми потоками, протекающими во временном интервале *t* и для их моделирования применяется модель фрактального Броуновского трафика, характеризующегося набором параметров: $\lambda_{ij}^l(t)$ - интенсивность потока, бит/с; $\iota_{ij}^l(t)$ - средняя длина пакета, бит; $\varsigma_{ij}^l(t)$ - коэффициент дисперсии; $H_{ij}^l(t)$ - параметр Херста.

Вершины графов Γ^l, $l = 2, \ldots, L$ связаны ребрами $e_{ij}^{l,1} = (v_i^l, v_j^l)$ с вершинами графа нижнего слоя, которые соответствуют узлам сети a_j, где расположен источник или потребитель информационного потока услуги.

Обозначим как $\gamma_{ij}^1(t)$ - поток, протекающий по ребру графа нижнего слоя. Поток γ_{ij}^1 образуется в результате объединения потоков, соответствующих потокам, протекающих по ребрам верхних слоев многослойного графа [4]:

$$\gamma_{ij}^1(t) = \sum_{\substack{l=2,\ldots,L, \\ e_{km}^l \in E^l,\, e_{ij}^1 \in \pi_{(km)}^1}} \gamma_{km}^l(t), \quad \forall i, j, t$$

.

Таким образом, основываясь на приведенной математической модели инфокоммуникационной системы, задачу параметрического синтеза сформулируем как оптимизационную задачу следующего вида.

Задано: $MLG = (\{\Gamma^l\}, E, \alpha(e^1))$ - многослойный граф, описывающий структуру инфокоммуникационной системы; $\mathrm{Y}(t) = \{\mathrm{Y}^l(t)\}$ - множество потоков протекающих по ребрам многослойного графа *MLG* во временном интервале *t*.

Необходимо найти: $c_{ij}^1, \forall e_{ij}^1 \in E^1$ - пропускные способности ребер графа соответствующих каналам связи синтезируемой телекоммуникационной сети.

Критерий оптимальности:

$$\Psi = \sum_{e_{ij}^1 \in E^1} \alpha_{ij} c_{ij}^1 \to \min \quad . \tag{1}$$

Ограничения:

$$\overline{T}(\Gamma^1, \Upsilon(t), c(e^1)) \le T_{don}, \quad \forall t \tag{2}$$

$$\gamma_{ij}^1(t) = \sum_{\substack{l=2,\dots L, \\ e_{km}^l \in E^l, e_{ij}^1 \in \pi_{(km)}^1}} \gamma_{km}^l(t), \quad \forall e_{ij}^1 \in E^1, \forall t \tag{3}$$

$$\lambda_{ij}^1(t) < c_{ij}^1, \quad \forall e_{ij}^1 \in E^1, \forall t \tag{4}$$

Задача параметрического синтеза (1)-(4) была сведена к задаче без ограничений и решена с применением метода наискорейшего спуска.

Описанный метод решения реализован в виде программного кода и исследован на ПК. Методика исследования базировалась на следующем.

Для каждого варианта поступающего в сеть потока, производилось оценка значений его параметров в рамках пуассоновской (интенсивность потока и средняя длина пакета) и самоподобной модели (интенсивность потока, средняя длина пакета и значение параметра Херста). В дальнейшем с использование полученных значений параметров потоков производился выбор пропускных способностей каналов связи.

В результате проведенных экспериментов было установлено, что предложенный метод обладает более высокой эффективностью чем ранее известные, базирующиеся на моделях простейшего потока.

III. Заключение

Проведенный анализ полученных в работе результатов показал, что синтезированная математическая модель инфокоммуникационной сети предприятия в виде многослойного графа позволяет повысить эффективность решения задач синтеза и описать систему как единый целостный объект.

- предлагаемый метод позволяет более точно определить пропускные способности каналов связи, при которых среднесетевая задержка на практике наиболее близко соответствуют величине, ожидаемой при решении задачи параметрического синтеза;

- в результате эксперимента было подтверждено, что применение методов базирующихся на пуассоновской модели потоков дает заниженные требования к ресурсам сети, что приводит к конфигурациям, имеющим более высокие значение среднесетевой задержки и соответственно обладающими более худшими параметрами качества обслуживания.

Литература:

1. Micha Pióro, Deepankar Medhi Routing, Flow, and Capacity Design in Communication and Computer Networks. - Elsevier, 2004. - 765 p.

2. Агеев Д.В. Моделирование современных телекоммуникационных систем многослойными графами [Электронный ресурс] // Проблеми телекомунікацій. - 2010. - № 1(1). – С. 23 – 34. – Режим доступа: http://pt.journal.kh.ua/2010/1/1/101_ageyev_simulation.pdf.

3. Агеев Д.В. Метод проектирования телекоммуникационных систем с использованием потоковой модели для многослойного графа [Электронный ресурс] // Проблеми телекомунікацій. – 2010. – № 2(2). – С. 7 – 22 . – Режим доступа: http://pt.journal.kh.ua/2010/2/2/ 102_ageyev_layer.pdf.

4. Агеев Д.В. Параметрический синтез мультисервисных телекоммуникационных систем при передаче группового трафика с эффектом самоподобия [Электронный ресурс] // Проблеми телекомунікацій. – 2013. – № 1 (10). – С. 46 - 65. – Режим доступа: http://pt.journal.kh.ua/2013/1/1/131_ageyev_fbm.pdf.

А.А. Сулейманов

ВОСПРИНИМАЕМОЕ КАЧЕСТВО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТОНКОГО КЛИЕНТА НА БАЗЕ ОБЛАЧНЫХ ПЛАТФОРМ

Московский технический университет связи и информатики, г. Москва, Россия

Ключевые слова: облачные сервисы, тонкий клиент, виртуальный рабочий стол, параметры воспринимаемого качества.

Описана проблема разработки метода оценки воспринимаемого качества облачных услуг пользователем. Рассмотрена ситуация, когда услуги, которые изначально были разработаны для локального применения, переносятся в удаленные ЦОДы провайдеров и операторов связи.

A.A. Suleymanov

PERCEIVED QUALITY USING THIN CLIENT BASED ON CLOUD PLATFORMS

Moscow technical university of communication and informatics, Moscow, Russia

Keywords: cloud services, thin client, virtual desktop, parameters of quality.

Described the problem of developing a method which estimates the perceived quality of cloud services experienced by the user. Consider the situation where the services that were originally developed for local use are transferred to remote data centers of providers and telecom operators.

В настоящее время облачные платформы, реализующие сетевой доступ по требованию к общему пулу вычислительных ресурсов для обработки и хранения данных, получают активное развитие. Облачные услуги, запускаемые в удаленных центрах обработки данных, такие как, например, VDI (virtual desktop infrastructure), являются новым способом организации рабочих мест пользователей сети. Услуги «из облака» позволяют клиентам подключаться к удаленным сервисам на сервере и получать доступ к ним так, будто они имеют физический доступ к удаленной машине. Такие услуги основаны на наличии соединения между пользователем и его виртуальными ПК - виртуальной машиной, развернутой специальными программными средствами внутри сервера.

Протоколы терминального доступа позволяют рабочим столам быть виртуализованными, а также обеспечивают доставку этих рабочих столов по сети к клиентскому устройству. Сервисы на серверах и тонких клиентах изначально были разработаны для корпоративных локальных сетей, где пропускная способность канала и задержки пакетов между клиентом и сервером не являются проблемой. Однако, на сегодняшний день, с активным развитием облачной парадигмы, размещение виртуальных машин на серверах в удаленных ЦОДах, породило ряд технических вопросов, например, имеет ли сеть достаточно ресурсов для обеспечения хорошего качества (QoE) для конечных пользователей, которые находятся уже не в локальной сети с сервером, а в глобальных сетях.

Возможность такого применения VDI по сути является новшеством по отношению к ее изначальной сути. Данная тема мало изучена. В [1] авторы описывают собственный статистический метод определения QoE пользователя. Ими был собран фрагмент сети «сервер – маршрутизатор – модем - тонкий клиент», в который был помещен исследовательский зонд (реализованный в виде ПО на рабочей станции). Результаты оценки разрабатываемого метода были соотнесены с результатами, полученными при оценке параметров QoE группой добровольцев. Итогами исследования стала разработка алгоритма, позволяющего с определенной точностью выявить тип приложения, запущенного пользователем в данный момент времени, а затем, зная тип приложения (аудио, видео, данные и тд), применить к нему статистическую оценку показателей QoE. Однако авторы этой работы рассмотрели только один из возможных протоколов виртуализации - Microsoft Remote Desktop Protocol (RDP). В [2] авторы исследуют влияние задержек в WAN-сетях на работу систем сервер – тонкий клиент, а также описывают методику их расчета.

Как показывает практика, «тонкий клиент» - устройство, расположенное на пользовательской стороне и отвечающее за инициализацию и поддержку соединения «клиент-сервер», аппаратно имеет достаточную производительность для обеспечения качественной

передачи «тяжелого» контента. Однако имеется серьезный фактор, который ограничивает эффект от производительности тонкого клиента, что, безусловно, негативно сказывается на восприятии QoE пользователем. Речь идет о задержках в сети, когда маршрут пакетов терминального соединения (по протоколу удаленного доступа) проходит через участки сети с разной полосой пропускания, с разными технологиями передачи данных и др. Кроме того негативную роль может играть фактор наличия потерь пакетов и вариации задержки.

При работе с облачными услугами пользователи выполняют действия в режиме реального времени через протокол соединения тонкого клиента. Это может быть отправка электронной почты, веб-серфинг, просмотр видео и флэш-контента итп. Получается, что нагруженность сети является важным аспектом для нахождения QoE, воспринимаемого конечными пользователями. От того, какой работой занимается пользователь, зависит, насколько сильно будет нагружен канал: видео-потоки имеют наиболее высокое потребление полосы пропускания, особенно, если это потоки HD-качества. Менее всего ресурсов потребуют, к примеру, операции с текстовыми документами. Следует, однако, учитывать, что даже если пользователь не запускает никаких приложений, отрисовка рабочего стола по сути есть ни что иное, как непрерывный поток изображений того, что отображается на рабочем столе в каждый момент времени, даже если это статичная картинка. Значит, для корректного обеспечения качества необходимо установить вначале, данные какого приложения переносятся протоколом тонкого клиента, чтобы затем иметь возможность понять, какие критерии следует к нему применить.

Эти критерии описаны в рекомендации G.1010 МСЭ-Т [3]. В данной рекомендации рассмотренные приложения, которые предоставляются конечному пользователю в рамках услуги, классифицируются по их назначению: Аудио, Видео, Данные и внутри этих категорий – на подкатегории. Какие из реально востребованных пользователем приложений можно соотнести с приведенными категориями? Ответ на этот вопрос зависит от того, какой деятельностью занимается пользователь. Предположим, это офисный работник. Тогда, как правило, администратор локальной сети компании предоставит ему доступ к, во-первых, необходимым по его роду деятельности, во-вторых – к разрешенным руководством этой компании приложениям. (Именно так, кстати, и реализуется на практике тезис о безопасности и эффективности использования модели сервер – тонкий клиент). Стандартными приложениями в таком случае будут: офисный пакет (Open Office, MS Office), почтовый клиент (Mozilla Thunderbird, MS Outlook), архиватор (WinRar,7Zip и др), Web-браузер (Mozilla Firefox, Opera, Chrome, Internet Explorer и др), проигрыватель (Windows Media Player, VLC и др.), а также такие программы как клиент видео-звонков Sqype, TFTP- клиент FileZilla и тп. В таблице 1 показаны основные приложения, которые классифицированы по категориям с определенными для них показателями скорости передачи данных и задержек, взятыми из [3]. Среди категорий из рекомендации были выделены соответствующие подкатегории по форматам данных, которые соотнесены с конкретным используемым пользователем приложением.

Таблица 1. Требования к приложениям по задержкам

Категория	Подкатегория	Приложение	Скорости передачи/объем передаваемых данных	Задержка
Аудио	mp3	Windows Media Player	16-128 кбит/с	< 1 с
		VLC		
Видео	MPEG-4	Windows Media Player	16-384 кбит/с	< 10 с
	Видеозвонки	Sqype	16-384 кбит/с	< 150 мс
	Видеозвонки	Linphone		
Данные	Web (HTML)	Mozilla Firefox	10 кб	< 4 с/страница
	Web (HTML)	Opera		
	Web (HTML)	Chrome		
	Web (HTML)	Internet Explorer		
	e-mail	Mozilla Thunderbird	< 10 кб	До нескольких минут
	e-mail	MS Outlook		

Различные платформы, предоставляющие облачные услуги, обладают разной производительностью, поскольку каждая такая платформа работает на основе своих собственных протоколов. Например, Microsoft Remote Desktop Protocol (RDP) ,Citrix High Definition user eXperience (HDX), VMware Personal Computer over IP (PCoIP), Red Hat SPICE. Это может означать, что эти протоколы обладают различными механизмами управления доставкой приложений поверх Ethernet-соединения, различными характеристиками и способами организации соединения. Поэтому при оценке параметров качества обеспечения необходимо рассматривать этот вопрос отдельно для каждой конкретной платформы виртуализации, которая развернута в облаке.

Облачные услуги развиваются активно, в том числе услуги виртуализации VDI. На сегодняшний день виртуализация на основе тонких клиентов позиционируется разработчиками, в основном, как услуга для офиса локально – со своим мини-облаком. Однако с учетом постоянного развития облаков становится возможным вариант предоставления услуги VDI удаленно. Таким образом, разработка метода оценки качества восприятия услуги, который мог бы быть применен операторами в самом начале передачи данных по каналу, что позволило бы предупредить жалобы от пользователей, является актуальной задачей.

Литература:

1. *Dusi M., Napolitano S., Longo S., Niccolini* S. A closer look at Thin-Client connections: Statistical Application Identification for QoE Detection // Communications Magazine IEEE. vol. 50. Is.11. DOI: 10.1109/MCOM.2012.6353701

2. *Lai A. M., Nieh J.* On the performance of wide-area thin-client computing // ACM Trans. Comput. Syst. № 24. PP.175–209. DOI: 10.1145/1132026.1132029

3. ITU-T G.1010 (11/01), End-user multimedia QoS categories.

О.Ю. Евсеева, *Аль-Аззави Эсса Мохаммед

МОДЕЛЬ МАРШРУТИЗАЦИИ В IEEE 802.16 MESH-СЕТЯХ С ГАРАНТИРОВАННЫМ КАЧЕСТВОМ ОБСЛУЖИВАНИЯ

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
*Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова

Ключевые слова: беспроводные mesh-сети, качество обслуживания, маршрутизация, распределение канальных ресурсов.

Стандарт IEEE 802.16 представляет собой технологическую основу для беспроводных mesh-сетей в рамках сетей следующего поколения, где актуальной является задача предоставления услуг гарантированного качества. Поскольку механизмы обеспечения гарантированного обслуживания стандартом не описаны, в работе предлагается математическая динамическая модель mesh-сеть стандарта 802.16, которая обеспечивает оптимальное решение задач маршрутизации и распределения временных слотов в рамках выбранного класса обслуживания. Модель учитывает требования пользователей к качеству обслуживания, ограниченность канальных и буферных ресурсов сети, явление интерференции, возможность повторного использования слотов.

O.Yu. Yevsyeyeva, * Al-Azzawi Essa Mohammed

MODEL ON QOS-BASED CROSS-LAYERED ROUTING FOR IEEE 802.16 MESH-NETWORKS

Kharkiv National University of Radioelektronics, Kharkiv
*Odessa National Academy of Telecommunication named after A.S. Popov

Keywords: wireless mesh-network, quality of service, routing, link resources allocation.

IEEE 802.16 standard is a technological basis for wireless mesh networks within next-generation communications systems, where quality of service (QoS) provisioning is challenging issue. However, mechanisms for QoS-ensuring in 802.16 mesh-networks are not defined by the standard. In the paper a mathematical dynamic model of the 802.16 mesh- network with QoS is offered. The model provides an optimal solution for joint routing and time slot allocation problem within the selected class of service (QoS based cross-layered routing). The model takes into account the user's QoS-requirements, limited amount of channel and buffer resources, the phenomenon of interference and allows reusing slots on link layer in order to improve effectiveness of network in general.

Технология беспроводного доступа WiMax, регламентируемая стандартами IEEE 802.16, будучи относительно новой технологией, была разработана с учетом основных тенденций развития телекоммуникационных систем и сетей: в WiMax предусматриваются мультисервисность сети и мультимедийность передаваемого трафика, учитываются растущие требования пользователей к скоростям передачи и к качеству обслуживания (Quality of Service, QoS) в целом. Стандартом 802.16 для обслуживания абонентов сети WiMax определены пять классов (категорий) качества:

- класс гарантированного обслуживания UGS (Unsolicited Grant Service), ориентированный на передачу пакетов постоянной длины с постоянной скоростью (аналог класса обслуживания CBR); позволяет передавать потоки T1/E1 через IP;
- классы передачи пакетов переменной длины в реальном масштабе времени ertPS (Extended Real-time Polling Service) и rtPS (Real-time Polling Service), аналоги класса VBR; ориентированы на трафик VoIP, видео MPEG;
- класс передачи пакетов переменной длины с гарантированной минимальной скоростью nrtPS (Non-real-time Polling Service); ориентирован на потоки FTP, TFTP, HTTP;
- негарантированная передача BE (Best Effort), применимая, например, для обслуживания e-mail-трафика.

В рамках группы стандартов IEEE 802.16 основное внимание в плане качества обслуживания сосредоточено на мобильных сетях (с подвижными абонентскими станциями) и

фиксированных сетях (с неподвижными или малоподвижными станциями) в режиме точка-многоточка (Point-to-Multipoint, PMP), где все потоки, независимо от адресата, проходят через базовую станцию. Однако mesh-режим, в котором станции одной сети могут взаимодействовать друг с другом напрямую, без участия базовой станции и выполнять при этом функции маршрутизаторов, имеет существенные преимущества, прежде всего, по эффективности использования канальных ресурсов и территории покрытия (обслуживания). Тем не менее, вопросы обеспечения QoS в WiMax mesh-сетях стандартами IEEE 802.16 не затронуты.

Реализация классов QoS, гарантирующих определенные значения скоростей передачи пакетов, связана с формированием маршрутов и резервированием канальных ресурсов вдоль них. Согласно стандарту IEEE 802.16-2004 в основу организации канального уровня WiMax mesh-сети положено временное разделение общего радиоресурса, тогда в качестве единичного канального ресурса выступает временной слот (minislot), имеющий фиксированную длительность и способный перенести определенное количество бит пользовательских данных. Количество бит пользовательских данных $m_{i,j}$, приходящихся на один слот, зависит от типа модуляции, схемы кодирования и помехово-сигнальной обстановки на отдельных участках сети, а потому может быть разным для разных каналов (i, j) mesh-сети. Тогда задача маршрутизации может быть рассмотрена как задача распределения временных слотов, обеспечивающего доставку пользовательского трафика к конечному адресату в рамках выбранного класса обслуживания.

Как показал анализ, недостаточно полное освещение вопросов QoS в стандарте породило множество публикаций на данную тему. При этом основные усилия разработчиков сосредоточены на поиске протокольных решений, например, формата служебных сообщений и протокола обмена ними для разных классов, или подбор настраиваемых параметров для потоков различных классов в процессе «соревнования» за право начать передачу [1, 2]. При этом сохраняется сам принцип распределения слотов на основе соперничества соседних станций за право использовать определенный слот (или группу слотов). С целью повышения эффективности функционирования сети и предоставления услуг гарантированного качества эвристические процедуры маршрутизации и управления канальными ресурсами должны быть заменены на строго формализованные методы, позволяющие обеспечить оптимальные управляющие решения. В этой связи предлагается динамическая математическая модель WiMax mesh-сети в пространстве состояний, где в качестве переменных состояния выступают величины $q_{i,j}^{z}(k)$, отражающие объем данных, находящийся на i-й станции и предназначенный для передачи j-й станции в момент времени t_k. В качестве переменных управления рассматриваются переменные $\tau_{i,j}^{r,l,z}$

$$\tau_{i,j}^{r,l,z} = \begin{cases} 1, \text{если r - й слот используется в канале (i, j)} \\ \text{для передачи потока, адресованному l - й станции,} \\ \text{в рамках z - го класса обслуживания;} \\ 0, \text{в противном случае,} \end{cases} \tag{1}$$

$(i, j) \in E$, $r = \overline{1, N_F}$, $l = \overline{1, N_v}$, $l \neq i$, $z = \overline{1, N_{QoS}}$,

где E – множество каналов между станциями mesh-сети; N_F – количество слотов в одном фрейме, используемых для передачи пользовательского трафика; N_v – общее количество станций mesh-сети; N_{QoS} – количество QoS-классов, поддерживаемых сетью.

Такой выбор переменных состояния и управления обеспечивает потоковый характер модели и позволяет контролировать буферные и канальные ресурсы сети. Поскольку буферная емкость узла ограничена, на переменные состояния накладываются ограничения

$$q_{i,j}^{z}(k) \geq 0, \qquad \sum_{j} q_{i,j}^{z}(k) \leq q_i^{z\max}, \tag{2}$$

где $q_i^{z\max}$ – максимальный размер очереди z-го класса обслуживания на i-й станции.

Предполагается, что пакеты потоков разных QoS-классов будут обслуживаться в разных очередях, как это реализовано, например, в механизме CBWFQ. Переменные управления в соответствии с вкладываемым в них физическим смыслом должны удовлетворять одному из следующих условий:

$$\sum_z \sum_l \sum_{(i,j)\in E} \tau_{i,j}^{r,l,z}(k) \le 1, \tag{3}$$

$$\sum_z \sum_l \sum_{\substack{j,\\ j\ne i}} \tau_{i,j}^{r,l,z}(k) + \sum_z \sum_l \sum_{\substack{(g,j),\\ g\in S_i^2}} \tau_{g,j}^{r,l,z}(k) \le 1, \tag{4}$$

где S_i^2 – множество станций, испытывающих интерференцию с i-й станцией.

Выражение (3) гарантирует, что r-й временной слот на k-м интервале дискретизации будет использован в системе лишь один раз. Однако с целью повышения эффективности использования канальных ресурсов в mesh-сети может быть применено повторное использование слотов. Достаточным условием для этого является территориальный разнос двух станций, претендующих на один и тот же временной слот, на расстояние двух переприемов (2 hops). В этом случае можно считать, что интерференция между станциями отсутствует, а переменные управления $\tau_{i,j}^{r,l,z}$ должны быть подчинены условию (4).

Тогда динамику очередей z-го класса обслуживания на i-й станции mesh-сети можно описать следующим образом [3, 4]:

$$q_{i,j}^z(k+1) = q_{i,j}^z(k) - \sum_{\substack{v\in S_i^1,\\ v\ne i}} \sum_r m_{i,v}(k)\tau_{i,v}^{r,j,z}(k)n + \sum_{\substack{g\in S_i^1,\\ g\ne i,j}} \sum_r m_{g,i}(k)\tau_{g,i}^{r,j,z}(k)n + \xi_{i,j}^z(k)\Delta t \tag{5}$$

где k=0, 1, 2...; $\Delta t = t_{k+1} - t_k$ – интервал дискретизации (период перерасчета и смены управляющих переменных $\tau_{i,v}^{r,j,z}(k)$); S_i^1 – множество станций mesh-сети, смежных с i-й станцией; $\xi_{i,j}^z(k)$ – интенсивность поступления данных на i-ю станцию в момент времени t_k в рамках z-го класса обслуживания, адресованных j-й станции; n – количество фреймов, передаваемых в течение времени Δt, $n = \Delta t / T_F$; T_F – длительность фрейма.

С целью предоставления сетью услуг гарантированного качества в модель вводятся дополнительные ограничения:

$$\sum_r m_{i,j}(k)\tau_{i,j}^{r,l,z}(k) \le B_{req}^z \quad \text{или} \quad B_{req\ \min}^z \le \sum_r m_{i,j}(k)\tau_{i,j}^{r,l,z}(k) \le B_{req\ \max}^z, \tag{6}$$

где B_{req}^z – требуемая пользователем скорость передачи потока, которая может обозначать максимальную или минимальную скорость в зависимости от запрашиваемого класса обслуживания; $B_{req\ \max}^z$ и $B_{req\ \min}^z$ – максимальное и минимальное значение скорости передачи потока, гарантируемые сетью, например, в случае реализации класса nrtPS.

Уравнение состояния (5) может быть записано в векторно-матричной форме

$$\vec{q}(k+1) = \vec{q}(k) + M(k)\vec{\tau}(k)n + \vec{\xi}(k), \tag{7}$$

где $\vec{q}(k)$ – вектор состояния mesh-сети k-м интервале дискретизации размера $N_{QoS}N_v(N_v-1)\times 1$, содержащий переменные $q_{i,j}^z(k)$ и отражающий загруженность очередей на

ее узлах; $\vec{\tau}(k)$ – управляющий вектор размера $N_F N_{QoS} N_e (N_v - 1) \times 1$, элементами которого являются переменные $\tau_{i,j}^{r,l,z}$; N_e – количество каналов в сети, $N_e = |E|$; $M(k)$ – матрица размера $N_v(N_v - 1) \times N_F N_e (N_v - 1)$, элементами которой являются величины $m_{i,j}(k)$ на k-м интервале, взятые с учетом знака (+ или -) в выражении (5), и принцип формирования которой согласован с порядком элементов в $\vec{\tau}(k)$; $\vec{\xi}(k)$ – вектор пользовательской нагрузки размера $N_{QoS} N_v (N_v - 1) \times 1$, отражающий объем данных $\Delta t \xi_{i,j}^z(k)$, которые поступают в сеть от каждой станции на k-м интервале.

Модель (1) – (7) позволяет сформулировать задачу маршрутизации в рамках выбранного класса обслуживания как оптимизационную, где в качестве искомых переменных выступают булевы переменные $\tau_{i,j}^{r,l,z}(k)$, в качестве ограничений – выражения (2) – (6), а в качестве целевой функции может быть предложен стоимостный функционал

$$J = \sum_{k=1}^{a} \left[\vec{q}^T(k) W_q \vec{q}(k) + \vec{\tau}^T(k) W_\tau \vec{\tau}(k) - \vec{\tau}^T(k) W_{reuse} \vec{\tau}(k) \right] \to \min, \quad (8)$$

где a – количество интервалов Δt, для которых осуществляется расчет управляющих переменных; W_q, W_τ – диагональные неотрицательно определенные весовые матрицы использования буферных и канальных ресурсов соответственно, W_{reuse} –весовая матрица, отражающая выигрыш за счет повторного использования слотов.

Таким образом, в результате решения (8) имеем оптимальную стратегию динамической маршрутизации и распределения канальных ресурсов WiMax mesh-сети. При этом использование модели в пространстве состояний (5) позволяет адаптивно реагировать на изменения структуры сети, сигнально-помеховой обстановки и интенсивностей поступающих на обслуживание пользовательских потоков, обеспечивает возможность управления как канальными, так и буферными ресурсами сети с обеспечением при этом требуемых скоростей передачи в рамках запрашиваемых классов качества обслуживания.

Литература:

1. Honglin Hu, Yan Zhang, Hsiao-Hwa Chen An Effective QoS Differentiation Scheme for Wireless Mesh Networks // IEEE Network: The Magazine of Global Internetworking. 2008.Vol. 22, Is. 1. P. 66 – 73.

2. *Yong Zhang, Chao Dai, Mei Song* A novel QoS guarantee mechanism in IEEE 802.16 mesh networks // Computing and informatics. 2010. Vol. 29. P. 521 – 536.

3. Shetiya H., Sharma V. Algorithms for routing and centralized scheduling to provide QoS in IEEE 802.16 mesh networks // In Proceedings of the 1st ACM workshop on Wireless multimedia networking and performance modeling. 2005. P. 140 – 149.

4. Поповский В.В., Лемешко А.В., Евсеева О.Ю. Математические модели телекоммуникационных систем. Часть 1. Математические модели функциональных свойств телекоммуникационных систем [Электронный ресурс] // Проблеми телекомунікацій. 2011. № 2 (4). С. 3 – 41.

У.Б. Амирсаидов

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА СЕТЕВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК С УЧЕТОМ ФРАКТАЛЬНОСТИ ТРАФИКА

Ташкентский университет информационных технологий, г.Ташкент, Узбекистан

Ключивые слова: фрактальный трафик, система массового обслуживания, имитационная модель, средняя длина очереди, среднее время ожидания, коэффициент Херста, аппроксимация.

Проведен сравнительный анализ методов расчета характеристик систем массового обслуживания (СМО) с фрактальным трафиком. Разработана имитационная модель СМО с фрактальным трафиком в среде GPSS World. Фрактальный трафик задан на основе распределения Вейбулла. Предложены эмпирические формулы для расчета средней длины очереди и вероятности потери пакетов. Корректность предложенных формул доказана на основе имитационного моделирования.

U.B. Amirsaidov

MODELS AND METHODS FOR CALCULATING THE NETWORK CHARACTERISTICS TAKING INTO ACCOUNT THE FRACTAL NATURE OF TRAFFIC

Tashkent University of information technologies, Uzbekistan

Keywords: fractal traffic, queuing system, simulation model, average queue length, average waiting time, Hurst parameter, approximation.

A comparative analysis of methods for calculating the characteristics of queuing systems with a fractal (self-similar) traffic is described. The simulation of queuing system with fractal traffic is performed using GPSS World. Fractal traffic is described based on Weibull distribution. The empirical formulas for calculating average queue length and probability of packet loss are proposed and correctness proof for formulas is done by simulation.

Анализ реального трафика данных в современных мультисервисных пакетных сетях связи показал некорректность использования пуассоновских моделей для расчета показателей качества обслуживания QoS (Quality of Service). Многочисленными исследованиями было доказано, что реальный трафик является фрактальным (самоподобным) случайным процессом [1].

До настоящего времени не разработано достаточно простых и точных, непосредственно применяемых на практике формул для расчета показателей QoS с учетом фрактальности трафика [3].

Целью данной работы является сравнительный анализ корректности основных существующих методов и разработка нового метода расчета характеристик СМО с самоподобным трафиком.

В [2] средняя длина очереди пакетов в системе G/G/m с учетом диффузионной аппроксимации определена по формуле:

$$Q = P(\rho, m)\frac{\rho}{1-\rho}\cdot\frac{C_n{}^2 + C_{îáñ}^2}{2}, \qquad (1)$$

где $P(\rho, m)$ - вероятность того, что пакет, придя в систему, застает все каналы занятыми; $C_n{}^2$ - квадратичный коэффициент вариации интервалов между пакетами; $C_{îáñ}^2$ - квадратичный коэффициент вариации времени обслуживания пакета; ρ - загрузка (коэффициент использования) системы (канала) и m - количество каналов (обслуживающих устройств).

В [1] для расчета средней длины очереди пакетов используется формула:

$$Q = C \cdot \frac{\rho^{1/(2(1-H))}}{(1-\rho)^{H/(1-H)}}, \quad (2)$$

где H - показатель самоподобности (Херста) трафика; C - постоянная (при экспоненциальном времени обслуживания $C = \rho$; при фиксированном времени обслуживания $C = \rho/2$).

В работе [4] приведено общее выражение для вероятности потери пакетов в системе *G /G / 1* с ограниченной очередью:

$$P_{\text{пот}} = \frac{(1-\rho)}{1-\rho^{(L+2)\frac{2}{\tilde{N}_n^2+\tilde{N}_{\text{ист}}^2}}} \cdot \rho^{(L+1)\frac{2}{\tilde{N}_n^2+\tilde{N}_{\text{ист}}^2}}, \quad (3)$$

где L - емкость буферного запоминающего устройства, измеряемая в пакетах.

В работе [5] предлагается оценивать вероятность потери пакета при помощи параметра параметра Херста:

$$P_{\text{пот}} = \frac{(1-\rho)}{1-\rho^{(L+2)^{2(1-H)}}} \cdot \rho^{(L+2)^{2(1-H)}}. \quad (4)$$

Результаты расчетов средней длины очереди и вероятности потери пакетов, полученные соответственно по формулам (1-2) и (3-4) при одинаковых исходных данных, не совпадают.

Корректность формул (1-4) проверяется на основе имитационного моделирования СМО с фрактальным трафиком в среде GPSS World [6].

Фрактальный трафик задается распределением Вейбулла [7]:

$$w(x) = \alpha\beta x^{\beta-1} e^{-\alpha x^{\beta}}, \quad (5)$$

где α и β - некоторые параметры, влияющие на форму данного распределения.

Математическое ожидание M[x] и дисперсия D[x] распределения Вейбулла определяются следующим образом:

$$M[x] = \alpha \cdot \tilde{A}(\frac{\beta+2}{\beta}), \quad (6)$$

$$D[x] = \alpha^2[\tilde{A}(\frac{\beta+2}{\beta}) - \tilde{A}^2(\frac{\beta+2}{\beta})], \quad (7)$$

где $\tilde{A}(\cdot)$ – гамма функция.

Параметр распределения Вейбулла можно выразить через параметр Херста:

$$\beta = 2 - 2H \quad (8$$

Параметры входящего потока с распределением Вейбулла сведены в таблицу.

Таблица 1. Параметры входящего потока с распределением Вейбулла

β	H	$M[x]$	$D[x]$	$\tilde{N}_\lambda$
1	0.5	1	1	1
0.8	0.6	1.13	2.039	1.26
0.6	0.7	1.5046	6.997	1.75
0.4	0.8	3.32	108.95	3.14
0.2	0.9	120	3614400	15.83

Результаты имитационного моделирования показывают некорректность формул (1-4).

На основе разработанных имитационных моделей предложены следующие эмпирические формулы [5]:

1. Формула для расчета средней длины очереди в СМО с бесконечной очередью:

$$Q = \frac{\rho \cdot P_{îæ}}{1 - P_{îæ}} \tag{9}$$

где $P_{îæ}$ - вероятность ожидания пакета в системе.

2. Формула для расчета вероятности потери пакетов в СМО с ограниченной очередью:

$$P_{ïîò} = \frac{(1 - P_{îæ})}{1 - P_{îæ}^{(L+2)}} P_{îæ}^{(L+1)} . \tag{10}$$

Вероятность ожидания заявок определяется как соотношение задержанных заявок $n_ç$ и общего количества поступивших заявок $n_{îáù}$

$$P_{îæ} = \frac{n_ç}{n_{îáù}} . \tag{11}$$

На основе результатов моделирования и аппроксимации, эмпирическая формула для расчета вероятности ожидания заявок имеет вид:

$$P_{îæ} = a \cdot \rho^2 + b \cdot \rho + \tilde{n} , \tag{12}$$

где a, b и $\tilde{n}$ - коэффициенты аппроксимации, приведенные в таблице 2.

Таблица 2. Коэффициенты аппроксимации

Коэффициент Херста H	a	b	c
0.5	0	1	0
0.6	0	0.94	0.096
0.7	-0.98	1.4	0.15
0.8	-0.68	1.2	0.41
0.9	-0.28	0.39	0.66

Достоверность результатов имитационного моделирования доказывается тем, что при H=0.5 получены результаты, совпадающие с результатами аналитической модели M/M/1.

Предложенные формулы обеспечивают наиболее точные результаты расчета характеристик систем с фрактальным трафиком по сравнению с существующими формулами.

Литература:

1. Шелухин О.И., Тенякшев А.М., Осин.А.И. Фрактальные процессы в телекоммуникациях /Под. ред. О.И. Шелухина. - М.: Радио и связь. 2003.
2. Симонина О.А. Модели расчета показателей QoS в сетях следующего поколения. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Санкт-Петербург, 2005.
3. Ложковский А.Г. Метод расчета одноканальных систем с очередью при экспоненциальной длительности обслуживания. – Наукові праці ОНАЗ ім. О.С.Попова, 2009, №2.
4. Лосев Ю.И., Руккас К.М. Анализ моделей вероятностей потери пакетов в буфере маршрутизатора с учетом фрактальности трафика.- Вестник Харьковского национального университета, Серия «Математическое моделирование. Информационные технологии. Автоматизированные системы управления». 2008, №833.
5. Крылов В.В., Самохвалова С.С. Теория телетрафика и ее приложения.- СПб.: БХВ-Петербург, 2005.-288 с.
6. Амирсаидов У.Б. Метод расчета характеристик систем массового обслуживания с самоподобным трафиком. – Вестник ТУИТ, 2013, №4.
7. Амирсаидов У.Б., Косимова Н.А. Имитационное моделирование систем массового обслуживания с самоподобным трафиком. /Инфокоммуникации: сети, технологии, решения. – 2012, №3.

М.В. Абатурова, *В.А. Бабошин, **А.С. Гузарев, ***А.С. Гузарева

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕНСОРНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ СПЕЦПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МВД РФ

Санкт-Петербургский Государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), г. Санкт-Петербург, Россия
* ОАО «Интелтех», г. Санкт-Петербург, Россия
**Санкт-Петербургский Государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича, г. Санкт-Петербург, Россия
***Санкт-Петербургский университет МВД России, г. Санкт-Петербург, Россия

Ключевые слова: автоматизированная система управления, самоорганизующиеся сети связи, приемо-передающие устройства, сенсоры

В статье рассматривается применение метода проектирования приемо-передающих сенсорных устройств для самоорганизующихся сетей спецподразделений МВД РФ, основанного на комплексировании компонентов.

M.V. Abaturova, *V.A. Babochin, **A.S. Guzarev, ***A.S. Guzareva

PARAMETRIC DESIGN METHOD OF SENSOR DEVICES FOR SPECIAL UNITS OF THE INTERIOR MINISTRY THE RUSSIAN FEDERATION

Saint-Petersburg Electrotechnical University "LETI", Saint-Petersburg, Russia
* INTELTECH Joint Stock Company, Saint-Petersburg, Russia
**The Bonch-Bruevich Saint - Petersburg State University of Telecommunication, Saint-Petersburg, Russia
***Saint- Petersburg University of the Russian Interior Ministry, Saint-Petersburg, Russia

Keywords: automated control system, self-organizing networks, two-way radio, sensors

The article considers the using of a new method of designing transceivers based on a combination of components for self-organizing networks of special units of the Interior Ministry.

Эволюционным развитием технологий самоорганизующихся радиосетей являются беспроводные сенсорные сети, характеризующиеся тем, что множество датчиков (сенсоров) объединяются под управлением единых стандартов с учетом концепции «Интернета вещей» (Internet of Things, IoT, Рекомендации МСЭ-Т Y.2060, Overview of the Internet of Things). Технологически IoT представляют собой инфраструктуру информационного общества, обеспечивающую передовые услуги за счет организации связи между «вещами» на основе существующих и развивающихся совместимых информационных и коммуникационных технологий [1]. Интернет Вещей порождает понятие «триллионных сетей», условием жизнеспособности которых является способность к самоорганизации, что приводит к необходимости изменения набора протоколов, обеспечивающих сигнализацию и маршрутизацию [2]. Основой для реализации концепции IoT и являются беспроводные сенсорные сети (WSN–Wireless Sensor Networks) или всепроникающие сенсорные сети (USN–Ubiquitous Sensor Networks), основанные на стандарте IEEE 802.15.4 и протоколе 6LoWPAN (IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks).

Особенности USN (быстрая самоорганизация, высокая живучесть и простота развертывания, работоспособность даже при условии потери части элементов) обусловили их применения в следующих областях:

- мониторинг территории (охраняемых объектов, лесных массивов, акваторий, система охраны государственной границы);
- мониторинг инфраструктуры телекоммуникационных сетей;
- мониторинг транспортных магистралей и анализ грузопотоков (железных дорог, метрополитена и др.), нефте- и газопроводов, сетей энерго- и теплоснабжения;
- выявление и предупреждение чрезвычайных ситуаций (мониторинг ледовой обстановки, сейсмической и вулканической активности, анализ атмосферы и прогноз погоды для предупреждения о наступлении стихийных бедствий);
- управление войсками и оружием в системах управления военного назначения в соответствии с концепцией сетецентрических войн [3], в частности, в составе различных боевых информационно-управляющих систем (БИУС);
- управление подразделениями охраны правопорядка;
- экологический, биологический и медицинский мониторинг;
- автоматизация систем жизнеобеспечения в системах класса “Умный дом”.

Особое значение, в т.ч.в свете последних событий в Украине, приобретают самоорганизующиеся сети связи, развертываемые в интересах сотрудников спецподразделений МВД РФ для обеспечения охраны правопорядка и антитеррористической деятельности в условиях отсутствия или нарушения существующей телекоммуникационной инфраструктуры «традиционных» беспроводных сетей. Структура простейшей USN представляет собой множество абонентов на некоторой территории (зоне покрытия), обладающей одной или несколькими точками доступа к внешним сетям с предоставлением абоненту различных услуг посредством передачи и приема «своего» трафика через соседних абонентов. Пользователь, находящийся «на периферии» может и не иметь прямой связи с точкой доступа, но за счет многоскачкового процесса информационный обмен осуществляется через соседние узлы. Т.о. USN – это сети с изменяемой

децентрализованной инфраструктурой, когда каждый пользователь за счет ресурсов своего терминала увеличивает радиус действия сети. При этом мощность отдельного приемо-передающего устройства (сенсора) может быть минимальной, что уменьшает его стоимость и улучшает возможности по электромагнитной совместимости и безопасности.

Основной задачей USN специального назначения является обеспечение надежной межузловой связи, требующей адаптации узлов к изменению внешних факторов на основе максимальной автономности функционирования и минимальной необходимости взаимодействия узлов «по вертикали». Современные условия использования сил охраны правопорядка требуют построения разновидности USN – интеллектуальных всепроникающих сетей SUN (Smart Ubiquitous Networks), основой построения которых являются индивидуальные устройства, как правило, в виде смартфона в защищенном исполнении с набором различных датчиков (сенсоров). Кроме обеспечения коммуникации, передачи команд и оперативной информации, данные устройства выполняют и функции медицинского мониторинга состояния здоровья своего владельца. Очевидно, что в перечисленных сферах применения не всегда известны как число узлов в сети, так и регулярность их размещения, что повышает требования к проектированию подобных устройств.

Классический метод проектирования предполагает решать поставленную задачу на основе требований технического задания методом "проб и ошибок" или с помощью эвристических методов, в том числе и с использованием моделирования на ЭВМ [5-6]. Следует заметить, что современная компонентная база терминальных устройств как зарубежного, так и отечественного производства достаточно унифицирована, что является предпосылкой использования методов комплексирования компонентов при проектировании подобных устройств, которые позволяют существенно ускорить процесс разработки в сравнении с классическим проектированием устройства «с нуля».

Решение задачи проектирования радиоэлектронного устройства (РЭУ) с требуемыми характеристиками на основе метода параметрической оптимизации включает в себя: компьютерное моделирование устройства; составление целевой функции с выбором критериев оптимальности; поиск экстремума полученной целевой функции и определение оптимальных внутренних параметров устройства. Для этого выделяется совокупность управляемых (внутренних) параметров объекта проектирования $X=(x_1,\ldots,x_n)$ и выходных параметров $Y=(y_1,\ldots,y_m)$, определяющих цель решаемой задачи.

Математическая модель объекта проектирования должна отражать зависимость выходных параметров Y от управляемых параметров X , адекватно описывающая работу объекта проектирования:

$$Y = \vec{F}(X) \tag{1}$$

где вектор $\vec{F} = (\vec{f}_1, \vec{f}_2 \ldots \vec{f}_m)$ характеризует как функциональные, так и алгоритмические зависимости между параметрами.

Выбор управляемых параметров осуществляется исходя из назначения РЭУ с учетом анализа чувствительности характеристик элементов множества Y при изменении характеристик элементов множества X, то есть речь идет о решении задачи многокритериальной оптимизации. Очевидно, что целесообразно исследовать влияние внутренних параметров, оказывающих наибольшее влияние на выходные параметры. К внутренним параметрам компонентов относятся: архитектура, тактовая частота, объем кэш-памяти процессора, тип и объем оперативного запоминающего устройства и др. Внешние параметры характеризуют исполнение РЭУ, вес, разрешение экрана, количество и тип внешних интерфейсов, емкость источника питания, производительность, надежность и др., а также характеристики приложений пользователя: программный интерфейс, кроссплатформенность, удобство использования и др.

Критерии качества задачи параметрической оптимизации (целевые функции, критерии оптимальности, частные критерии качества, функции цели) и используемые при этом ограничения $g_l(X)$ прямо либо опосредованно зависят от выходных параметров объекта проектирования $Y=(y_1,\ldots,y_m)$. Если ограничения на внутренние параметры отсутствуют, то задача оптимизации называется безусловной, в противном случае – условной. В большинстве случаев при проектировании РЭУ целевая функция нелинейно зависит от внутренних параметров, поэтому соответствующие задачи параметрической оптимизации относятся к задачам нелинейного

программирования, при этом используются различные приближенные способы получения решений, близких к оптимальным (попарное сравнение альтернатив, эвристические алгоритмы и т. д.).

Обозначим критерии качества $K_i = K_i\ (x_1,x_2\ldots,x_n),\ i = 1,\ldots,s$, где s – количество критериев качества, а $K_i(X)$ – либо непосредственно определяет один из выходных параметров Y, либо задается выражением:

$$K_i = \wp(Y), \tag{2}$$

где $\wp(Y)$ – заданная функциональная зависимость.

На рис.1 приведен пример интерфейса программы, разработанной для решения задач параметрического проектирования. Рассматриваемая автоматизированная система позволяет производить расчет производительности устройства на основе внутренних параметров, отобразить значение отклонения от нормального уровня загрузки, дефицит или запас производительности.

На основе расчета производительности осуществляется выборка типовых компонентов РЭУ по заданным параметрам. Сборку компонентов можно начинать с любого элемента, при выборе элементов и их соединении между собой автоматически учитывается совместимость, несовместимые компоненты отсекаются.

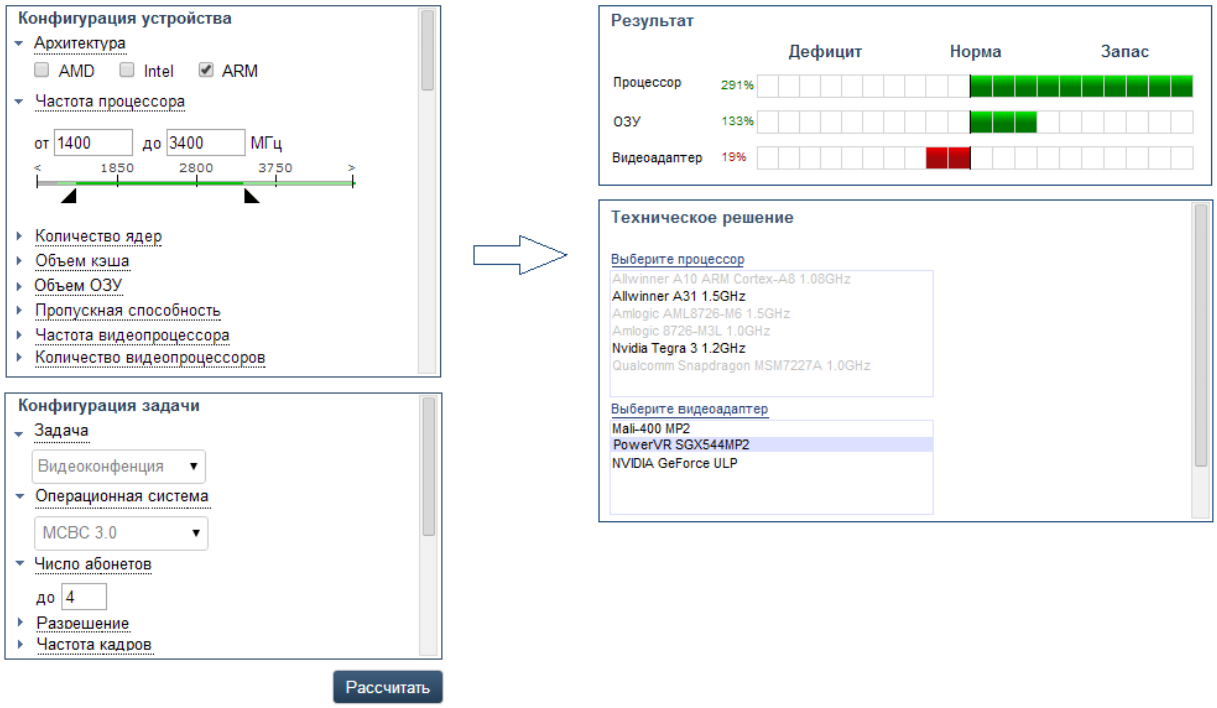


Рисунок 1. Программный интерфейс системы параметрического проектирования

Таким образом, проектирование РЭУ сводится к составлению его из типовых элементов, выбору целевой функции, многократному анализу характеристик (выходных параметров) устройств, минимизации или максимизации целевой функции. Выбор методов оптимизации обуславливается спецификой решаемой задачи, в частности, для решения задач охраны правопорядка, связанных с экстремальными условиями эксплуатации РЭУ.

Метод позволяет за достаточно небольшое количество шагов получить устройство с определенными параметрами и совместимыми друг с другом компонентами, которое служит основой для детальной проработки проекта.

Литература:

1. Принципы построения сенсоров и сенсорных сетей / Е.А. Кучерявый, С.А. Молчан, В.В. Кондратьев // Электросвязь, 2006. — №6 — С.10-15.

2. Сети связи пост-NGN. Гольдштейн Б.С., Кучерявый А.Е. /СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 160 с.: ил.

3. Савин Л.В. Сетецентричная и сетевая война. Введение в концепцию. – М.: Евразийское движение, 2011. – 130 С.
4. Рагозин Д. В. Моделирование синхронизированных сенсорных сетей. Проблеми програмування. 2008. № 2-3. Спеціальний випуск. С. 721–729.
5. AlgoritmicAcpects of Wireless Sensor Networks. // MiroslawKutulowski, JacekCichon, PrzemislawKubiak, Eds. — Poland, Wrozlaw: Springer, 2007.
6. Половинкин А.И., Бобков Н.К., Буш Г.Я. Автоматизация поискового конструирования (искусственный интеллект в машинном проектировании). - Москва: Радио и связь, 1981.

В.К. Баев, П.В. Лобзенко

DELPHI - ОБОЛОЧКА ДЛЯ СУБД ACCESS НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОСТУПА К ДАННЫМ ADO

Северо-Кавказский филиал Московского государственного технического университета, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: реляционные базы данных, данные, технологии ADO, доступ к данным, приложения в Delphi.

Описано решение задачи создания приложений в DELPHI-7 для реализации специализированных баз данных предприятий. Показана возможность использования реляционной СУБД Access посредством технологии доступа к данным ADO (ActiveX Data Objects)

V.K. Baev, P.V. Lobzenko

DELPHI SHELL FOR ACCESS D DBMS BASED ON ADO DATA ACCESS TECHNOLOGY

Moscow State Technical University, North Caucasian Branch, Rostov-on-Don, Russia

Key words: relational data bases, data, ADO technologies, data access, Delphi applications.

The development of DELPHI-7 applications for companies' specialised database is described. The possibility to apply Access relational database with ADO (ActiveXDataObjects) data access technology is demonstrated.

На предприятиях малого и среднего бизнеса традиционно стоит задача учета и обслуживания средств производства. В настоящее время существует множество различного рода баз данных (БД), позволяющих удовлетворить самые изысканные запросы [1, 2, 3]. Они охватывают инструменты для разработки БД от mysql до Microsoft Access. Основными их недостатками являются большая дороговизна с учетом того, что при адаптации продукта к конкретному предприятию далеко не все функции (входящие в стоимость) используются, а также вопросы безопасности информации, возникающие при администрировании БД, расположенных на удаленных серверах.

В статье представлена простая оболочка, написанная в Delphi -7 [4], для управления БД, составленной в Microsoft Access. Это позволило максимально адаптировать программный продукт для учета и обслуживания электропитающих установок предприятия.

В основе разработки лежит технология ADO [5] , обеспечивающая стандартное обращение к реляционным структурам данных от Microsoft. Особенностями кода программы, при этом, относящимися к активации форм является обращение к полям таблиц следующим образом: DataModule1.ADOTable01.Active:=True.

Программный продукт (ПП) создавался в два важных этапа – это процесс проектирования БД и процесс создания оболочки с пользовательским интерфейсом.

Логическая модель данных в СУБД Access не привязывается к конкретной среде разработки и, соответственно, не отвечает за такое понятие как нормализация отношений. Нормализация отношений – это набор правил, которые позволяют привести логическую модель в физическую. Как минимум все сущности, они же таблицы, в базе были приведены к третьей нормальной форме.

Разработанная Delphi – оболочка с пользовательским интерфейсом представляет собой полноценное приложение, не требующее сложной установки. Интерфейс максимально приближен к уже применяемым пользователями разработкам и является интуитивно понятным (рис. 1).

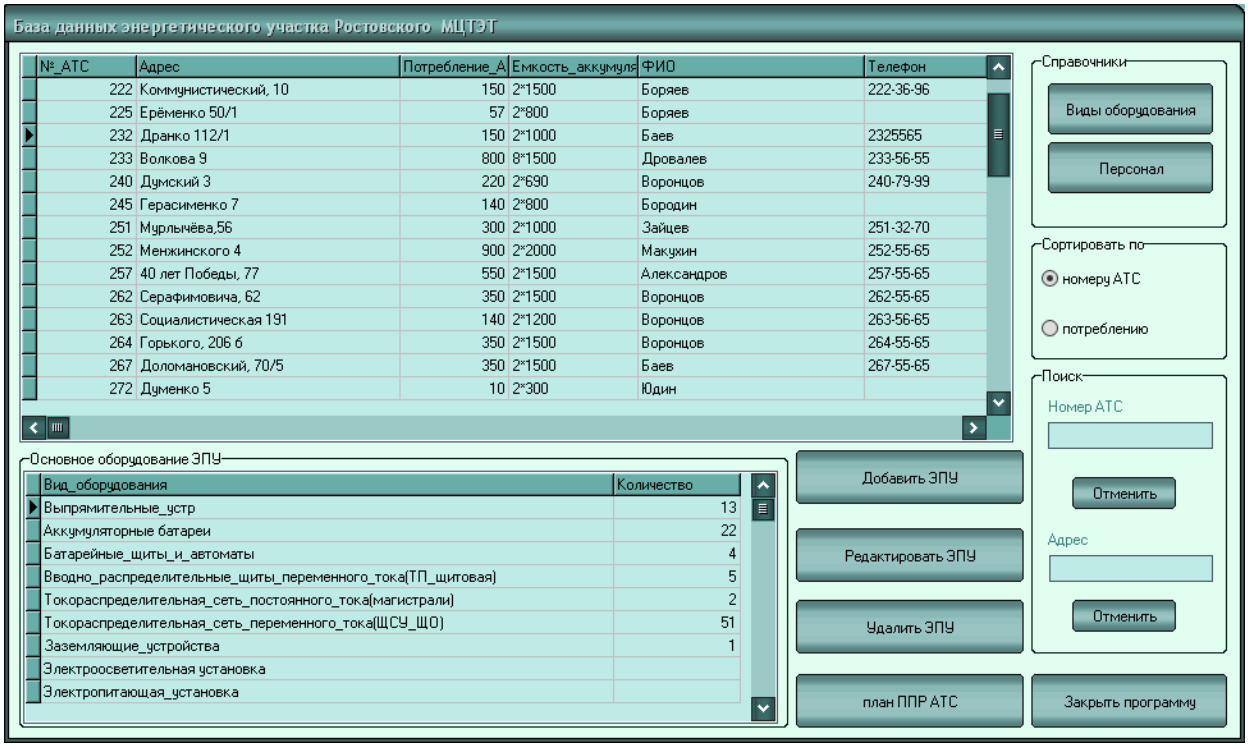


Рисунок 1. Интерфейс главного окна оболочки программы.

Таким образом, разработанное приложение имеет следующие преимущества при использовании на предприятии:

1. Сравнительно малую стоимость создания и сопровождения.
2. Узконаправленную ориентированность на круг задач, возникающих на рабочем месте, для которого разработано.
3. Интуитивно понятный, информативный и удобный, а главное, привычный интерфейс, не требующий отдельного обучения использованию.
4. Надежную защищенность данных, т.к. не требует их обмена с сервером, находящимся за пределами предприятия.
5. Сравнительную простоту в эксплуатации и сопровождении.

Литература:

1. http://webadequate.ru/rabota-s-bd-mysql/21-sozdanie-bazy-dannyh-mysql.html.
2. http://mitriydenisov.com/php-mysql/php-basics/database.html.
3. http://office.microsoft.com/ru-ru/access-help/HP005187442.aspx.
4. Фаронов В. Программирование баз данных в Delphi 7. Учебный курс. – СПб.: Питер, 2006. – 459 с.
5. Харрингтон Дж. Проектирование реляционных баз данных. Просто и доступно, 2005.-239 с.

В.К. Баев, С.В. Соколов, *В.И. Лукасевич

АПОСТЕРИОРНАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ОРИЕНТАЦИИ ПОДВИЖНОГО АНТЕННОГО КОМПЛЕКСА ПО СПУТНИКОВЫМ ИЗМЕРЕНИЯМ

Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, г. Ростов-на-Дону, Россия
*ОАО «Центромашпроект», г. Москва, Россия

Ключевые слова: апостериорное оценивание, спутниковые измерения, параметры углового и линейного движения, нелинейная динамическая фильтрация.

Решена задача совместного апостериорного оценивания динамически изменяющихся параметров углового и линейного движения подвижного антенного комплекса по спутниковым измерениям. Показаны преимущества применения методов стохастической нелинейной динамической фильтрации перед одномоментными измерениями. Приведен пример, иллюстрирующий эффективность предложенного подхода.

V.K. Baev, S.V. Sokolov, *V.I. Lukasiewicz

POSTERIORI ESTIMATION OF ORIENTATION PARAMETERS OF THE MOVABLE ANTENNA COMPLEX FROM SATELLITE MEASUREMENTS

North Caucasus branch of the Moscow Technical University of Communications and Informatic, Rostov-on-Don, Russian
*JSC " Tsentromashproekt ", Moscow , Russia

Keywords: a posteriori estimation, satellite measurements , the parameters of angular and linear motion , nonlinear dynamic filtering.

The problem of estimating the joint posterior dynamically changing values of angular and linear movement of the movable antenna complex from satellite measurements is solved. The advantages of the application of stochastic nonlinear dynamic filtering before the cross-sectional dimensions is shown. An example to illustrate the effectiveness of the proposed approach is considered.

Введение. Полное решение задачи определения положения подвижного антенного комплекса всегда предполагает определение параметров не только его линейного движения, но и углового. В связи с этим доведение точности определения положения объектов за счет использования спутниковых навигационных систем (СНС) до субсантиметрового диапазона [1-3] выдвигает в качестве задачи следующего этапа повышение точности спутникового определения параметров углового движения до значений, характерных для современных углоизмерительных систем геодезического класса [3-11]. В настоящее время все методы определения ориентации с помощью СНС можно разделить, в основном, на два класса: определение ориентации по предварительно найденным базовым векторам [9 - 16] и непосредственное определение углов ориентации [11, 12, 17]. Для всех этих методов характерно использование одномоментных измерений по базовым векторам с последующей их обработкой традиционными статистическими алгоритмами. Это не позволяет, во-первых, учесть особенности динамики вращения конкретной антенны и обеспечить требуемую точность оценки для средне- и высокодинамичных вращающихся антенн, а во-вторых, в полной мере использовать методы современной теории стохастической фильтрации, обеспечивающие возможность оптимального оценивания угловых параметров с произвольной динамикой их изменения. В работе [18] сделана попытка применения методов стохастической оптимальной фильтрации для оценки параметров пространственной ориентации на основе обработки измерений псевдодальностей и псевдофаз, но при комплексировании СНС с инерциальной системой (временная фильтрация здесь используется для достижения малой вероятности неправильного разрешения).В связи с этим представляет существенный интерес разработка подхода, позволяющего использовать для оценки параметров линейного и углового движения подвижного антенного комплекса только по спутниковым измерениям методы динамической нелинейной фильтрации, обеспечивающие за счет учета динамики конкретной

антенны требуемую точность оценки параметров ее движения. В качестве измерений, используемых для построения алгоритмов, реализующих данный подход, далее рассмотрим фазовые и доплеровские измерения СНС. При этом решение поставленной задачи рассмотрим для СНС с высокой частотой поступления навигационных сообщений, позволяющей считать характер спутниковых измерений по отношению к динамике изменения параметров движения подвижного антенного комплекса непрерывным. (В настоящее время частота приема спутниковых сообщений в навигационных приемниках Topcon, Javad, Trimble уже составляет 100 Гц с дальнейшей тенденцией к ее увеличению [3].)

Постановка задачи. Для возможности применения методов теории нелинейной стохастической фильтрации при оценке параметров положения подвижного антенного комплекса необходимо, во-первых, сначала получить уравнения динамики изменения последних, а во-вторых, уравнения их наблюдения. Рассмотрим последовательно решение обеих этих задач, опираясь на следующие исходные положения. Пусть на антенном комплексе расположены три навигационных приемника, причем, координаты каждого *i*-го приемника (*i*=1,2,3) в системе координат (СК) *Oxyz*, связанной с антенным комплексом - $\{x_i, y_i, z_i\}$, неизменны и известны с высокой точностью, а в гринвичской СК $O\xi\eta\zeta$ - $\{\xi_i, \eta_i, \zeta_i\}$, определяются по спутниковым измерениям. В этом случае координаты трех возможных векторов, построенных по точкам расположения приемников, в гринвичской СК (ГСК) имеют вид: $\left|\xi_i-\xi_j \quad \eta_i-\eta_j \quad \zeta_i-\zeta_j\right|^T$, а в СК, связанной с антенным комплексом, соответственно: $\left|x_i-x_j \quad y_i-y_j \quad z_i-z_j\right|^T, i \succ j; i, j = 1,2,3.$ Вводя для краткости изложения обозначения: $\xi_i-\xi_j=\xi_{ij}$, $\eta_i-\eta_j=\eta_{ij}$, $\zeta_i-\zeta_j=\zeta_{ij}$, $x_i-x_j=x_{ij}$, $y_i-y_j=y_{ij}$, $z_i-z_j=z_{ij}$, взаимную ориентацию указанных векторов можно представить следующим образом:

$$\begin{vmatrix}\xi_{ij}\\ \eta_{ij}\\ \zeta_{ij}\end{vmatrix} = \begin{vmatrix}m_{11} m_{12} m_{13}\\ m_{21} m_{22} m_{23}\\ m_{31} m_{32} m_{33}\end{vmatrix}\begin{vmatrix}x_{ij}\\ y_{ij}\\ z_{ij}\end{vmatrix} = M\begin{vmatrix}x_{ij}\\ y_{ij}\\ z_{ij}\end{vmatrix}, \qquad (1)$$

где M- подлежащая определению по спутниковым измерениям матрица направляющих косинусов ориентации ГСК относительно СК, связанной с антенным комплексом. Т.к. любые три из девяти элементов матрицы *M* могут быть выражены через остальные шесть (через свои алгебраические дополнения) [19], то с целью сокращения определяемых направляющих косинусов используем эти известные нелинейные связи и представим матрицу *M* в следующем виде (используя далее, как вариант, зависимости: $m_{11} = m_{22} m_{33} - m_{23} m_{32}$, $m_{21} = m_{12} m_{33} - m_{13} m_{32}$, $m_{31} = m_{12} m_{23} - m_{13} m_{22}$):

$$M = \begin{vmatrix} m_{22} m_{33} - m_{23} m_{32} & m_{12} & m_{13}\\ m_{12} m_{33} - m_{13} m_{32} & m_{22} & m_{23}\\ m_{12} m_{23} - m_{13} m_{22} & m_{32} & m_{33}\end{vmatrix}. \qquad (2)$$

Полученные соотношения (1),(2) позволяют записать для двух векторов из трех (например, для $ij = 12, ij = 23$) следующие представления:

$$\begin{vmatrix}\xi_{12}\\ \eta_{12}\\ \zeta_{12}\end{vmatrix} = \begin{vmatrix} m_{22}\,m_{33} - m_{23}\,m_{32} & m_{12} & m_{13}\\ m_{12}\,m_{33} - m_{13}\,m_{32} & m_{22} & m_{23}\\ m_{12}\,m_{23} - m_{13}\,m_{22} & m_{32} & m_{33}\end{vmatrix} \begin{vmatrix} x_{12}\\ y_{12}\\ z_{12}\end{vmatrix},$$

$$\begin{vmatrix}\xi_{23}\\ \eta_{23}\\ \zeta_{23}\end{vmatrix} = \begin{vmatrix} m_{22}\,m_{33} - m_{23}\,m_{32} & m_{12} & m_{13}\\ m_{12}\,m_{33} - m_{13}\,m_{32} & m_{22} & m_{23}\\ m_{12}\,m_{23} - m_{13}\,m_{22} & m_{32} & m_{33}\end{vmatrix} \begin{vmatrix} x_{23}\\ y_{23}\\ z_{23}\end{vmatrix}. \qquad (3)$$

Данные соотношения являются исходными для последующего вывода дифференциальных уравнений, определяющих динамику изменения параметров углового движения антенны - направляющих косинусов ее ориентации в ГСК. Для синтеза уравнений динамики параметров линейного движения антенны воспользуемся известной информационной моделью сигнала доплеровских измерений. В общем случае информационный сигнал доплеровских измерений (псевдоскорость) *j*-го приемника $Z_V^{(j)}$ может быть представлен следующим образом [1,2]:

$$Z_V^{(j)} = [\,(\xi_c - \xi_j)(V_{\xi c} - V_{\xi j}) + (\eta_c - \eta_j)(V_{\eta c} - V_{\eta j}) + (\zeta_c - \zeta_j)(V_{\zeta c} - V_{\zeta j})\,] \times$$

$$\times\,(\sqrt{(\xi_c - \xi_j)^2 + (\eta_c - \eta_j)^2 + (\zeta_c - \zeta_j)^2}\,)^{-1} + W^{(j)}{}_{Z_V}, \qquad (4)$$

где ξ_c, η_c, ζ_c – известные координаты спутника в ГСК, ξ_j, η_j, ζ_j - текущие координаты *j*-го приемника в ГСК, $V_{\xi c}, V_{\eta c}, V_{\zeta c}$ - известные проекции вектора скорости спутника на оси ГСК, $V_{\xi j}, V_{\eta j}, V_{\zeta j}$ - проекции вектора скорости *j*-го приемника на оси ГСК, $W^{(j)}{}_{Z_V}$ - стохастическая помеха измерения, аппроксимируемая после применения известных алгоритмов компенсации ошибок часов, ионосферы, тропосферы и пр. [1,2] белым гауссовским шумом (БГШ) с нулевым средним и известной интенсивностью D_{Vj}. Уравнение (4) позволяет построить стохастические дифференциальные уравнения линейного движения *j*-го приемника в ГСК в форме Ланжевена [5], инвариантные к виду физической модели антенны и характеру ее движения, что, в свою очередь, необходимо для возможности теоретически строгого решения задачи апостериорного оценивания координатного вектора *j*-го приемника. Вывод данных уравнений осуществим следующим образом.

Дифференциальные уравнения параметров линейного движения антенного комплекса. Относительно вектора скорости *j*-го приемника $V_j = \left|V_{\xi j}\ V_{\eta j}\ V_{\zeta j}\right|^T$ уравнение (4) можно переписать в виде:

$$[\,(\xi_c - \xi_j)V_{\xi c} + (\eta_c - \eta_j)V_{\eta c} + (\zeta_c - \zeta_j)V_{\zeta c}\,] -$$

$$-\sqrt{(\xi_c - \xi_j)^2 + (\eta_c - \eta_j)^2 + (\zeta_c - \zeta_j)^2}\,(Z_V^{(j)} - W^{(j)}{}_{Z_V}) =$$

$$= (\xi_c - \xi_j)V_{\xi j} + (\eta_c - \eta_j)V_{\eta j} + (\zeta_c - \zeta_j)V_{\zeta j},$$

или в векторной форме:

$$(\vartheta_c - \vartheta_j)^T V_c - \left[(\vartheta_c - \vartheta_j)^T(\vartheta_c - \vartheta_j)\right]^{\frac{1}{2}}(Z_V^{(j)} - W_{Z_V}^{(j)}) = (\vartheta_c - \vartheta_j)^T V_j\ , \qquad (5)$$

где $\vartheta_c = \left|\xi_c \;\; \eta_c \;\; \zeta_c\right|^T$, $\vartheta_j = \left|\xi_j \;\; \eta_j \;\; \zeta_j\right|^T$, $V_c = \left|V_{\xi c} \; V_{\eta c} \; V_{\zeta c}\right|^T$.

Очевидно, что для определения всех компонентов вектора скорости *j*-го приемника $V_j = \dot{\vartheta}_j$ приведенного уравнения, полученного по доплеровским измерениям *одного* спутника, недостаточно. Для формирования недостающих уравнений предварительно введем следующие обозначения: $\vartheta_{ci} = \left|\xi_{c_i} \;\; \eta_{c_i} \;\; \zeta_{c_i}\right|^T$, $i = 1,2,3,$ – вектор координат *i* - го спутника в ГСК, $V_{ci} = \left|V_{\xi c_i} \; V_{\eta c_i} \; V_{\zeta c_i}\right|^T$ - вектор скорости *i* - го спутника в ГСК, $Z_{Vi}^{(j)}$ - сигнал доплеровских измерений *i* - го спутника в *j*-м приемнике, $W_{Z_{Vi}}^{(j)}$ - помеха доплеровских измерений *i* - го спутника в *j*-м приемнике (БГШ с нулевым средним и интенсивностью D_{Vij}). Для возможности определения вектора скорости *j*-го приемника $V_j = \dot{\vartheta}_j$ запишем систему уравнений, аналогичных (5), но построенных уже по доплеровским измерениям *трех* спутников:

$$(\vartheta_{c_1} - \vartheta_j)^T V_{c_1} - \left[(\vartheta_{c_1} - \vartheta_j)^T (\vartheta_{c_1} - \vartheta_j)\right]^{\frac{1}{2}} (Z_{V_1}^{(j)} - W_{Z_{V1}}^{(j)}) = (\vartheta_{c_1} - \vartheta_j)^T \dot{\vartheta}_j \;,$$

$$(\vartheta_{c_2} - \vartheta_j)^T V_{c_2} - \left[(\vartheta_{c_2} - \vartheta_j)^T (\vartheta_{c_2} - \vartheta_j)\right]^{\frac{1}{2}} (Z_{V_2}^{(j)} - W_{Z_{V2}}^{(j)}) = (\vartheta_{c_2} - \vartheta_j)^T \dot{\vartheta}_j \,,$$

$$(\vartheta_{c_3} - \vartheta_j)^T V_{c_3} - \left[(\vartheta_{c_3} - \vartheta_j)^T (\vartheta_{c_3} - \vartheta_j)\right]^{\frac{1}{2}} (Z_{V_3}^{(j)} - W_{Z_{V3}}^{(j)}) = (\vartheta_{c_3} - \vartheta_j)^T \dot{\vartheta}_j \;.$$

Обозначив далее для сокращения записи $\left[(\vartheta_{c_i} - \vartheta_j)^T (\vartheta_{c_i} - \vartheta_j)\right]^{\frac{1}{2}} = \mu_{ij}$, $i, j = 1,2,3,$

$$\mu_j(\vartheta_{c_1}, \vartheta_{c_2}, \vartheta_{c_3}, \vartheta_j) = \begin{vmatrix} \mu_{1j} & 0 & 0 \\ 0 & \mu_{2j} & 0 \\ 0 & 0 & \mu_{3j} \end{vmatrix}, \quad Z_{Vj} = \begin{vmatrix} Z_{V_1}^{(j)} \\ Z_{V_2}^{(j)} \\ Z_{V_3}^{(j)} \end{vmatrix}, \qquad W_{Z_{Vj}} = \begin{vmatrix} W_{Z_{V1}}^{(j)} \\ W_{Z_{V2}}^{(j)} \\ W_{Z_{V3}}^{(j)} \end{vmatrix},$$

запишем полученную систему уравнений в векторном виде:

$$\begin{vmatrix} (\vartheta_{c_1} - \vartheta_j)^T V_{c_1} \\ (\vartheta_{c_2} - \vartheta_j)^T V_{c_2} \\ (\vartheta_{c_3} - \vartheta_j)^T V_{c_3} \end{vmatrix} - \mu_j(\vartheta_{c_1}, \vartheta_{c_2}, \vartheta_{c_3}, \vartheta_j)\, Z_{Vj} + \mu_j(\vartheta_{c_1}, \vartheta_{c_2}, \vartheta_{c_3}, \vartheta_j)\, W_{Z_{Vj}} = \begin{vmatrix} (\vartheta_{c_1} - \vartheta_j)^T \\ (\vartheta_{c_2} - \vartheta_j)^T \\ (\vartheta_{c_3} - \vartheta_j)^T \end{vmatrix} \dot{\vartheta}_j \,.$$

Данная система легко допускает разрешение относительно вектора скорости *j*-го приемника $V_j = \dot{\vartheta}_j$:

$$\dot{\vartheta}_j = \begin{vmatrix} (\vartheta_{c_1} - \vartheta_j)^T \\ (\vartheta_{c_2} - \vartheta_j)^T \\ (\vartheta_{c_3} - \vartheta_j)^T \end{vmatrix}^{-1} \left(\begin{vmatrix} (\vartheta_{c_1} - \vartheta_j)^T V_{c_1} \\ (\vartheta_{c_2} - \vartheta_j)^T V_{c_2} \\ (\vartheta_{c_3} - \vartheta_j)^T V_{c_3} \end{vmatrix} - \mu_j (\vartheta_{c_1}, \vartheta_{c_2}, \vartheta_{c_3}, \vartheta_j)\, Z_{Vj} + \mu_j\, (\vartheta_{c_1}, \vartheta_{c_2}, \vartheta_{c_3}, \vartheta_j)\, W_{Z_{Vj}} \right) =$$

$$= \Omega_j (\vartheta_{c_1}, \vartheta_{c_2}, \vartheta_{c_3}, \vartheta_j) \left(\Psi_j (\vartheta_{c_1}, \vartheta_{c_2}, \vartheta_{c_3}, \vartheta_j, V_{c_1}, V_{c_2}, V_{c_3}) - \mu_j (\vartheta_{c_1}, \vartheta_{c_2}, \vartheta_{c_3}, \vartheta_j)\, Z_{Vj} + \mu_j\, (\vartheta_{c_1}, \vartheta_{c_2}, \vartheta_{c_3}, \vartheta_j)\, W_{Z_{Vj}} \right),$$

где $\vartheta_{j0} = \vartheta_j(0)$, $\begin{vmatrix} (\vartheta_{c_1} - \vartheta_j)^T \\ (\vartheta_{c_2} - \vartheta_j)^T \\ (\vartheta_{c_3} - \vartheta_j)^T \end{vmatrix}^{-1} = \Omega_j (\vartheta_{c_1}, \vartheta_{c_2}, \vartheta_{c_3}, \vartheta_j)$ - матрица, обратная матрице

$$\begin{vmatrix} (\vartheta_{c_1} - \vartheta_j)^T \\ (\vartheta_{c_2} - \vartheta_j)^T \\ (\vartheta_{c_3} - \vartheta_j)^T \end{vmatrix}, \quad \Psi_j (\vartheta_{c_1}, \vartheta_{c_2}, \vartheta_{c_3}, \vartheta_j, V_{c_1}, V_{c_2}, V_{c_3}) = \begin{vmatrix} (\vartheta_{c_1} - \vartheta_j)^T V_{c_1} \\ (\vartheta_{c_2} - \vartheta_j)^T V_{c_2} \\ (\vartheta_{c_3} - \vartheta_j)^T V_{c_3} \end{vmatrix}.$$

Объединенная система из девяти уравнений для трех векторов ϑ_j, $j = 1,2,3$:

$$\dot{\vartheta}_j = \Omega_j (\vartheta_{c_1}, \vartheta_{c_2}, \vartheta_{c_3}, \vartheta_j) \left(\Psi_j (\vartheta_{c_1}, \vartheta_{c_2}, \vartheta_{c_3}, \vartheta_j, V_{c_1}, V_{c_2}, V_{c_3}) - \mu_j (\vartheta_{c_1}, \vartheta_{c_2}, \vartheta_{c_3}, \vartheta_j)\, Z_{Vj} + \mu_j (\vartheta_{c_1}, \vartheta_{c_2}, \vartheta_{c_3}, \vartheta_j)\, W_{Z_{Vj}} \right),$$

$$\vartheta_{j0} = \vartheta_j(0), \qquad j = 1,2,3, \qquad (6)$$

полностью описывает динамику изменения координат всех приемников (т.е., по существу, изменения параметров линейного движения антенного комплекса) и, в свою очередь, позволяет построить уравнения полного вектора параметров движения антенны – как линейного, так и углового.

Синтез стохастических дифференциальных уравнений параметров ориентации антенного комплекса. Опираясь на уравнения (6), вывод уравнений вектора параметров углового движения осуществим следующим образом. Раскроем правые части соотношений (3) и продифференцируем их по времени:

$$\begin{vmatrix} \dot{\xi}_{12} \\ \dot{\eta}_{12} \\ \dot{\zeta}_{12} \\ \dot{\xi}_{23} \\ \dot{\eta}_{23} \\ \dot{\zeta}_{23} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} x_{12}\dot{m}_{22}\, m_{33} + x_{12} m_{22}\, \dot{m}_{33} - x_{12}\dot{m}_{23}\, m_{32} - x_{12} m_{23}\, \dot{m}_{32} + y_{12}\dot{m}_{12} + z_{12}\, \dot{m}_{13} \\ x_{12}\dot{m}_{12}\, m_{33} + x_{12} m_{12}\, \dot{m}_{33} - x_{12}\dot{m}_{13}\, m_{32} - x_{12} m_{13}\, \dot{m}_{32} + y_{12}\dot{m}_{22} + z_{12}\, \dot{m}_{23} \\ x_{12}\dot{m}_{12}\, m_{23} + x_{12} m_{12}\, \dot{m}_{23} - x_{12}\, \dot{m}_{13}\, m_{22} - x_{12}\, m_{13}\, \dot{m}_{22} + y_{12}\dot{m}_{32} + z_{12}\, \dot{m}_{33} \\ x_{23}\dot{m}_{22}\, m_{33} + x_{23} m_{22}\, \dot{m}_{33} - x_{23}\dot{m}_{23}\, m_{32} - x_{23} m_{23}\, \dot{m}_{32} + y_{23}\dot{m}_{12} + z_{23}\, \dot{m}_{13} \\ x_{23}\dot{m}_{12}\, m_{33} + x_{23} m_{12}\, \dot{m}_{33} - x_{23}\dot{m}_{13}\, m_{32} - x_{23} m_{13}\, \dot{m}_{32} + y_{23}\dot{m}_{22} + z_{23}\dot{m}_{23} \\ x_{23}\dot{m}_{12}\, m_{23} + x_{23} m_{12}\, \dot{m}_{23} - x_{23}\, \dot{m}_{13}\, m_{22} - x_{23}\, m_{13}\, \dot{m}_{22} + y_{23}\dot{m}_{32} + z_{23}\, \dot{m}_{33} \end{vmatrix} \qquad (7),$$

после чего в правой части (7) выделим вектор производных направляющих косинусов:

$$\begin{vmatrix}\dot{\xi}_{12}\\ \dot{\eta}_{12}\\ \dot{\zeta}_{12}\\ \dot{\xi}_{23}\\ \dot{\eta}_{23}\\ \dot{\zeta}_{23}\end{vmatrix} = \begin{vmatrix} y_{12} & z_{12} & x_{12}m_{33} & -x_{12}m_{32} & -x_{12}m_{23} & x_{12}m_{22}\\ x_{12}m_{33} & -x_{12}m_{32} & y_{12} & z_{12} & -x_{12}m_{13} & x_{12}m_{12}\\ x_{12}m_{23} & -x_{12}m_{22} & -x_{12}m_{13} & x_{12}m_{12} & y_{12} & z_{12}\\ y_{23} & z_{23} & x_{23}m_{33} & -x_{23}m_{32} & -x_{23}m_{23} & x_{23}m_{22}\\ x_{23}m_{33} & x_{23}m_{32} & y_{23} & z_{23} & -x_{23}m_{13} & x_{23}m_{12}\\ x_{23}m_{23} & x_{23}m_{22} & -x_{23}m_{13} & x_{23}m_{12} & y_{23} & z_{23}\end{vmatrix} \begin{vmatrix}\dot{m}_{12}\\ \dot{m}_{13}\\ \dot{m}_{22}\\ \dot{m}_{23}\\ \dot{m}_{32}\\ \dot{m}_{33}\end{vmatrix}. \qquad (8)$$

Обозначая в (8) квадратную матрицу как:

$$\Phi(M) = \begin{vmatrix} y_{12} & z_{12} & x_{12}m_{33} & -x_{12}m_{32} & -x_{12}m_{23} & x_{12}m_{22}\\ x_{12}m_{33} & -x_{12}m_{32} & y_{12} & z_{12} & -x_{12}m_{13} & x_{12}m_{12}\\ x_{12}m_{23} & -x_{12}m_{22} & -x_{12}m_{13} & x_{12}m_{12} & y_{12} & z_{12}\\ y_{23} & z_{23} & x_{23}m_{33} & -x_{23}m_{32} & -x_{23}m_{23} & x_{23}m_{22}\\ x_{23}m_{33} & x_{23}m_{32} & y_{23} & z_{23} & -x_{23}m_{13} & x_{23}m_{12}\\ x_{23}m_{23} & x_{23}m_{22} & -x_{23}m_{13} & x_{23}m_{12} & y_{23} & z_{23}\end{vmatrix},$$

из (8) имеем следующее дифференциальное уравнение для искомых направляющих косинусов в форме Коши:

$$\begin{vmatrix}\dot{m}_{12}\\ \dot{m}_{13}\\ \dot{m}_{22}\\ \dot{m}_{23}\\ \dot{m}_{32}\\ \dot{m}_{33}\end{vmatrix} = \Phi^{-1}(M) \begin{vmatrix}\dot{\xi}_{12}\\ \dot{\eta}_{12}\\ \dot{\zeta}_{12}\\ \dot{\xi}_{23}\\ \dot{\eta}_{23}\\ \dot{\zeta}_{23}\end{vmatrix}, \qquad m_{ij0} = m_{ij}(0), \qquad i, j = 1,2,3, \quad (9)$$

где $\Phi^{-1}(M)$ - матрица, обратная $\Phi(M)$.

Полученное уравнение позволяет применить для оценки параметров ориентации антенного комплекса методы динамической нелинейной фильтрации после трансформации (9) в уравнение оцениваемого вектора угловых параметров в форме Ланжевена следующим образом. Определим предварительно выражения субвекторов

$\begin{vmatrix}\dot{\xi}_{12}\\ \dot{\eta}_{12}\\ \dot{\zeta}_{12}\end{vmatrix} = \dot{\vartheta}_1 - \dot{\vartheta}_2$, $\begin{vmatrix}\dot{\xi}_{23}\\ \dot{\eta}_{23}\\ \dot{\zeta}_{23}\end{vmatrix} = \dot{\vartheta}_2 - \dot{\vartheta}_3$, входящие в (9), из системы (6):

$$\begin{vmatrix}\dot{\xi}_{12}\\ \dot{\eta}_{12}\\ \dot{\zeta}_{12}\end{vmatrix} = \dot{\vartheta}_1 - \dot{\vartheta}_2 = \Omega_1(\vartheta_{c_1},\vartheta_{c_2},\vartheta_{c_3},\vartheta_1)(\Psi_1(\vartheta_{c_1},\vartheta_{c_2},\vartheta_{c_3},\vartheta_1,V_{c_1},V_{c_2},V_{c_3}) - \mu_1(\vartheta_{c_1},\vartheta_{c_2},\vartheta_{c_3},\vartheta_1)\ Z_{V1}) -$$

$$-\Omega_2(\vartheta_{c_1},\vartheta_{c_2},\vartheta_{c_3},\vartheta_2)\ (\Psi_2(\vartheta_{c_1},\vartheta_{c_2},\vartheta_{c_3},\vartheta_2,V_{c_1},V_{c_2},V_{c_3}) - \mu_2(\vartheta_{c_1},\vartheta_{c_2},\vartheta_{c_3},\vartheta_2)\ Z_{V2}) +$$

$$+\Omega_1(\vartheta_{c_1},\vartheta_{c_2},\vartheta_{c_3},\vartheta_1)\mu_1(\vartheta_{c_1},\vartheta_{c_2},\vartheta_{c_3},\vartheta_1)\ W_{Z_{V1}} - \Omega_2(\vartheta_{c_1},\vartheta_{c_2},\vartheta_{c_3},\vartheta_2)\mu_2(\vartheta_{c_1},\vartheta_{c_2},\vartheta_{c_3},\vartheta_2)\ W_{Z_{V2}},$$

$$\begin{vmatrix}\dot{\xi}_{23}\\ \dot{\eta}_{23}\\ \dot{\zeta}_{23}\end{vmatrix} = \dot{\vartheta}_2 - \dot{\vartheta}_3 = \Omega_2(\vartheta_{c_1},\vartheta_{c_2},\vartheta_{c_3},\vartheta_2)(\Psi_2(\vartheta_{c_1},\vartheta_{c_2},\vartheta_{c_3},\vartheta_2,V_{c_1},V_{c_2},V_{c_3}) - \mu_2(\vartheta_{c_1},\vartheta_{c_2},\vartheta_{c_3},\vartheta_2)Z_{V2}) -$$

$$-\Omega_3(\vartheta_{c_1},\vartheta_{c_2},\vartheta_{c_3},\vartheta_3)\ (\Psi_3(\vartheta_{c_1},\vartheta_{c_2},\vartheta_{c_3},\vartheta_3,V_{c_1},V_{c_2},V_{c_3}) - \mu_3(\vartheta_{c_1},\vartheta_{c_2},\vartheta_{c_3},\vartheta_3)\ Z_{V3}) +$$

$$+\Omega_2(\vartheta_{c_1},\vartheta_{c_2},\vartheta_{c_3},\vartheta_2)\mu_2(\vartheta_{c_1},\vartheta_{c_2},\vartheta_{c_3},\vartheta_2)\ W_{Z_{V2}} - \Omega_3(\vartheta_{c_1},\vartheta_{c_2},\vartheta_{c_3},\vartheta_3)\mu_3(\vartheta_{c_1},\vartheta_{c_2},\vartheta_{c_3},\vartheta_3)\ W_{Z_{V3}},$$

Это, в свою очередь, позволяет представить их объединенный вектор в форме Ланжевена (далее для ясности изложения опущены зависимости от известных параметров движения спутников: $\Omega_i(\vartheta_{c_1},\vartheta_{c_2},\vartheta_{c_3},\vartheta_i) = \Omega_i(\vartheta_i)$,

$\Psi_i(\vartheta_{c_1},\vartheta_{c_2},\vartheta_{c_3},\vartheta_i,V_{c_1},V_{c_2},V_{c_3}) = \Psi_i(\vartheta_i)$, $\mu_i(\vartheta_{c_1},\vartheta_{c_2},\vartheta_{c_3},\vartheta_i) = \mu_i(\vartheta_i)$, $i = 1,2,3$):

$$\begin{vmatrix}\dot{\xi}_{12}\\ \dot{\eta}_{12}\\ \dot{\zeta}_{12}\\ \dot{\xi}_{23}\\ \dot{\eta}_{23}\\ \dot{\zeta}_{23}\end{vmatrix} = \begin{vmatrix}\Omega_1(\vartheta_1)(\Psi_1(\vartheta_1) - \mu_1(\vartheta_1)\ Z_{V1}) - \Omega_2(\vartheta_2)\ (\Psi_2(\vartheta_2) - \mu_2(\vartheta_2)\ Z_{V2})\\ \Omega_2(\vartheta_2)(\Psi_2(\vartheta_2) - \mu_2(\vartheta_2)Z_{V2}) - \Omega_3(\vartheta_3)\ (\Psi_3(\vartheta_3) - \mu_3(\vartheta_3)\ Z_{V3})\end{vmatrix} +$$

$$+\begin{vmatrix}\Omega_1(\vartheta_1)\mu_1(\vartheta_1) & -\Omega_2(\vartheta_2)\mu_2(\vartheta_2) & 0\\ 0 & \Omega_2(\vartheta_2)\mu_2(\vartheta_2) & -\Omega_3(\vartheta_3)\mu_3(\vartheta_3)\end{vmatrix}\begin{vmatrix}W_{Z_{V1}}\\ W_{Z_{V2}}\\ W_{Z_{V3}}\end{vmatrix}.$$

Соответственно, система уравнений угловых параметров антенны (9) в форме Ланжевена принимает вид:

$$\begin{vmatrix}\dot{m}_{12}\\ \dot{m}_{13}\\ \dot{m}_{22}\\ \dot{m}_{23}\\ \dot{m}_{32}\\ \dot{m}_{33}\end{vmatrix} = \Phi^{-1}(M)\begin{vmatrix}\Omega_1(\vartheta_1)(\Psi_1(\vartheta_1) - \mu_1(\vartheta_1)\ Z_{V1}) - \Omega_2(\vartheta_2)\ (\Psi_2(\vartheta_2) - \mu_2(\vartheta_2)\ Z_{V2})\\ \Omega_2(\vartheta_2)(\Psi_2(\vartheta_2) - \mu_2(\vartheta_2)Z_{V2}) - \Omega_3(\vartheta_3)\ (\Psi_3(\vartheta_3) - \mu_3(\vartheta_3)\ Z_{V3})\end{vmatrix} +$$

$$+\Phi^{-1}(M)\begin{vmatrix}\Omega_1(\vartheta_1)\mu_1(\vartheta_1) & -\Omega_2(\vartheta_2)\mu_2(\vartheta_2) & 0\\ 0 & \Omega_2(\vartheta_2)\mu_2(\vartheta_2) & -\Omega_3(\vartheta_3)\mu_3(\vartheta_3)\end{vmatrix}\begin{vmatrix}W_{Z_{V1}}\\ W_{Z_{V2}}\\ W_{Z_{V3}}\end{vmatrix}, \qquad (10)$$

где ясно просматривается зависимость правой части системы от параметров линейного движения антенного комплекса, что, в свою очередь, требует совместного единого рассмотрения уравнений линейного и углового движения.

Стохастические дифференциальные уравнения полного вектора параметров движения антенного комплекса. Объединяя уравнения (6),(10) в единую систему, получаем искомую систему уравнений комплексированного вектора параметров линейного и углового движения антенного комплекса:

$$\begin{vmatrix}\dot{\vartheta}_1\\ \dot{\vartheta}_2\\ \dot{\vartheta}_3\\ \dot{m}_{12}\\ \dot{m}_{13}\\ \dot{m}_{22}\\ \dot{m}_{23}\\ \dot{m}_{32}\\ \dot{m}_{33}\end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \Omega_1(\vartheta_1)\,(\Psi_1(\vartheta_1)-\mu_1(\vartheta_1)\,Z_{V1}) \\ \Omega_2(\vartheta_2)\,(\Psi_2(\vartheta_2)-\mu_2(\vartheta_2)\,Z_{V2}) \\ \Omega_3(\vartheta_3)\,(\Psi_3(\vartheta_3)-\mu_3(\vartheta_3)\,Z_{V3}) \\ \Phi^{-1}(M)\begin{vmatrix}\Omega_1(\vartheta_1)(\Psi_1(\vartheta_1)-\mu_1(\vartheta_1)\,Z_{V1})-\Omega_2(\vartheta_2)\,(\Psi_2(\vartheta_2)-\mu_2(\vartheta_2)\,Z_{V2})\\ \Omega_2(\vartheta_2)(\Psi_2(\vartheta_2)-\mu_2(\vartheta_2)Z_{V2})-\Omega_3(\vartheta_3)\,(\Psi_3(\vartheta_3)-\mu_3(\vartheta_3)\,Z_{V3})\end{vmatrix} \end{vmatrix} + \tag{11}$$

$$+\begin{vmatrix} \Omega_1(\vartheta_1)\mu_1(\vartheta_1) & 0 & 0 \\ 0 & \Omega_2(\vartheta_2)\mu_2(\vartheta_2) & 0 \\ 0 & 0 & \Omega_3(\vartheta_3)\mu_3(\vartheta_3) \\ \Phi^{-1}(M)\begin{vmatrix}\Omega_1(\vartheta_1)\mu_1(\vartheta_1) & -\Omega_2(\vartheta_2)\mu_2(\vartheta_2) & 0\\ 0 & \Omega_2(\vartheta_2)\mu_2(\vartheta_2) & -\Omega_3(\vartheta_3)\mu_3(\vartheta_3)\end{vmatrix} \end{vmatrix} \begin{vmatrix}W_{Z_{V1}}\\ W_{Z_{V2}}\\ W_{Z_{V3}}\end{vmatrix}, \qquad \vartheta_{j0}=\vartheta_j(0),\ m_{ij0}=m_{ij}(0),\ i,j=1,2,3.$$

Окончательно приведенные уравнения состояния антенного комплекса (11) в векторной форме Ланжевена могут быть записаны следующим образом:

$$\dot{Y}=F(Y,t)+F_1(Y,t)\gamma, \tag{12}$$

где $Y=\left|\vartheta_1^T\ \vartheta_2^T\ \vartheta_3^T\ m_{12}\ m_{13}\ m_{22}\ m_{23}\ m_{32}\ m_{33}\right|^T$, $Y_0=Y(0)$.

Принципиальными особенностями полученных уравнений (12) являются, во-первых, их общий характер (т.к. при их выводе не было сделано никаких упрощающих допущений о физической модели антенного комплекса, характере его движения и виде действующих на него возмущений), во-вторых, возможность использования на их основе методов нелинейной стохастической фильтрации, обеспечивающих оптимальность оценок при обработке информации с СНС, и в-третьих, возможность одновременного апостериорного динамического оценивания всех параметров движения – и линейных, и угловых. **Уравнения наблюдения и оценки вектора состояния антенного комплекса.** Для применения методов нелинейной стохастической фильтрации при апостериорном динамическом оценивании вектора параметров движения антенного комплекса Y необходимо получить, следуя [2,5], уравнение наблюдателя за вектором Y - т.е. аналитическую модель сигнала, несущего информацию о компонентах вектора Y . Для наблюдения вектора состояния (12) воспользуемся сигналами измерений дальностей от *i* - го спутника до *j*-го приемника Z_{Rij}, которые после обработки кодовых и фазовых измерений и

компенсации их погрешностей по известным алгоритмам [2,5] в общем виде могут быть записаны как:

$$Z_{Rij}=\sqrt{(\xi_{ci}-\xi_j)^2+(\eta_{ci}-\eta_j)^2+(\zeta_{ci}-\zeta_j)^2}+W_{Rij}=\left[(\vartheta_{c_i}-\vartheta_j)^T(\vartheta_{c_i}-\vartheta_j)\right]^{\frac{1}{2}}+W_{Rij}=$$

$$=\mu_{ij}(\vartheta_{c_i},\vartheta_j)+W_{Rij}, \quad (13)$$

где W_{Rij} - погрешности, включающие аппаратурные погрешности приемника антенного комплекса и передатчика спутника, случайные погрешности измерения и пр., аппроксимируемые БГШ с нулевым средним и известной интенсивностью D_{Rij}.

Анализ наблюдателя (13) показывает, что сигналы измерения даже одного спутника явно зависят от всех линейных координат *j*-го приемника (обеспечивают их полное наблюдение), т.е. для теоретически строгого решения задачи апостериорного оценивания только вектора координат *j*-го приемника [5] достаточно измерений дальностей, полученных от одного спутника. Но т.к. вектор состояния антенного комплекса *Y* содержит еще и векторы координат остальных приемников, а главное, вектор угловых параметров антенны, то для их наблюдения необходимо привлечь измерения от остальных двух спутников. При этом для определения функциональной зависимости данных измерений от вышеперечисленных параметров состояния сделаем следующие преобразования. С учетом использованных выше обозначений и соотношений (1), (3) имеем:

$$\vartheta_i-\vartheta_j=\begin{vmatrix}\xi_{ij}\\ \eta_{ij}\\ \zeta_{ij}\end{vmatrix}=M\begin{vmatrix}x_{ij}\\ y_{ij}\\ z_{ij}\end{vmatrix} \Rightarrow \vartheta_i-\vartheta_j=M(m_{kl},k,l=1,2,3)\begin{vmatrix}x_{ij}\\ y_{ij}\\ z_{ij}\end{vmatrix},$$ откуда вытекает

представление вектора ϑ_j через векторы координат остальных приемников и вектор угловых параметров антенны: $$\vartheta_j=\vartheta_i+M(m_{kl},k,l=1,2,3)\begin{vmatrix}x_{ij}\\ y_{ij}\\ z_{ij}\end{vmatrix}. \quad (14)$$

Подстановка (14) в (13) позволяет сформировать по измерениям дальности от трех спутников модель векторного информационного сигнала наблюдения параметров движения антенного комплекса в точке расположения *j*-го приемника:

$$Z_{R1j}=\left[(\vartheta_{c_1}-\vartheta_j)^T(\vartheta_{c_1}-\vartheta_j)\right]^{\frac{1}{2}}+W_{R1j}=\mu_{1j}(\vartheta_{c_1},\vartheta_j)+W_{R1j}=H_{1j}(Y,t)+W_{R1j},$$

$$Z_{R2j}=\left[(\vartheta_{c2}-\vartheta_i-M\begin{vmatrix}x_{ij}\\ y_{ij}\\ z_{ij}\end{vmatrix})^T(\vartheta_{c2}-\vartheta_i-M\begin{vmatrix}x_{ij}\\ y_{ij}\\ z_{ij}\end{vmatrix})\right]^{\frac{1}{2}}+W_{R2j}=\mu_{2j}(\vartheta_{c2},\vartheta_i+M\begin{vmatrix}x_{ij}\\ y_{ij}\\ z_{ij}\end{vmatrix})+W_{R2j}=$$

$$H_{2j}(Y,t)+W_{R2j},$$

$$Z_{R3j}=\left[(\vartheta_{c3}-\vartheta_\mu-M\begin{vmatrix}x_{\mu j}\\ y_{\mu j}\\ z_{\mu j}\end{vmatrix})^T(\vartheta_{c3}-\vartheta_\mu-M\begin{vmatrix}x_{\mu j}\\ y_{\mu j}\\ z_{\mu j}\end{vmatrix})\right]^{\frac{1}{2}}+W_{R3j}=\mu_{3j}(\vartheta_{c3},\vartheta_\mu+M\begin{vmatrix}x_{\mu j}\\ y_{\mu j}\\ z_{\mu j}\end{vmatrix})$$

$$+W_{R3j}=H_{3j}(Y,t)+W_{R3j},\ i,\mu,j=1,2,3,\ i\neq\mu\neq j.$$

Одновременный прием спутниковых навигационных сообщений от трех спутников тремя приемниками позволяет расширить размерность наблюдателя вектора *Y* до девяти:

$$Z = \begin{vmatrix} Z_{R11} \\ Z_{R21} \\ Z_{R31} \\ \vdots \\ Z_{R23} \\ Z_{R33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} H_{11}(Y,t) \\ H_{21}(Y,t) \\ H_{31}(Y,t) \\ \vdots \\ H_{23}(Y,t) \\ H_{33}(Y,t) \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} W_{R11} \\ W_{R21} \\ W_{R31} \\ \vdots \\ W_{R23} \\ W_{R33} \end{vmatrix} = H(Y,t) + W, \quad (15)$$

где *W* – векторный БГШ с нулевым средним и матрицей интенсивности *D*, что несколько увеличивает вычислительные затраты, но повышает точность оценки вектора состояния по сравнению с оценкой по измерениям, сделанным одним приемником. Полученное представление вектора параметров движения антенного комплекса в форме «объект-наблюдатель» (12), (15) позволяет построить для ее вектора состояния Y апостериорную плотность $\rho_Z(Y,t)$, знание которой, по существу, решает проблему определения любых вероятностных оценок параметров движения [5]. Но процедура формирования $\rho_Z(Y,t)$, как известно [5], сводится к решению интегро-дифференциального уравнения с частными производными (уравнения Стратоновича), которое в общем случае не имеет аналитического решения. Поэтому в теории нелинейной фильтрации для получения оценок нелинейных процессов вида (12) используют различные приближенные (субоптимальные) методы [5], наиболее известным и востребованным из которых является обобщенный (нелинейный) фильтр Калмана. Его использование, как правило, позволяет достичь необходимого компромисса между требуемой точностью и вычислительными затратами в реальных системах и не встречает никаких принципиальных трудностей в современных бортовых вычислителях. Следуя [5], уравнения (12), (15) в форме «объект-наблюдатель» позволяют записать следующий обобщенный фильтр Калмана для рассматриваемого вектора параметров движения антенного комплекса:

$$\dot{\hat{Y}} = F(\hat{Y},t) + K(\hat{Y},t)\left[Z - H(\hat{Y},t)\right], \qquad K(\hat{Y},t) = R\frac{\partial H^T(\hat{Y},t)}{\partial \hat{Y}} D^{-1}, \quad (16)$$

$$\dot{R}(\hat{Y},t) = \frac{\partial F(\hat{Y},t)}{\partial \hat{Y}} R(\hat{Y},t) + R(\hat{Y},t)\frac{\partial F^T(\hat{Y},t)}{\partial \hat{Y}} + F_1(\hat{Y},t) D_V F_1^T(\hat{Y},t) - K(\hat{Y},t) D K^T(\hat{Y},t),$$

где $\hat{Y}$ - оценка вектора состояния *Y(t),* $R(\hat{Y},t)$- апостериорная ковариационная матрица, $\hat{Y}_0 = M(Y_0), \;\; R_0 = M\left\{(Y_0 - \hat{Y}_0)(Y_0 - \hat{Y}_0)^T\right\}$,

$$D = \begin{vmatrix} D_{R11} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & D_{R21} & \cdots & 0 \\ & & \ddots & \\ 0 & 0 & \cdots & D_{R33} \end{vmatrix}, \quad D_V = \begin{vmatrix} D_{V11} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & D_{V21} & \cdots & 0 \\ & & \ddots & \\ 0 & 0 & \cdots & D_{V33} \end{vmatrix}.$$

Преимуществом приведенного алгоритма фильтрации (16) является, во-первых, возможность одновременной оценки параметров линейного и углового движения антенного комплекса, причем, одновременная оценка координат всех трех приемников позволяет

использовать дополнительные процедуры их статистической обработки для повышения общей точности. Во-вторых, по сравнению с применяемыми в настоящее время алгоритмами определения углового положения по спутниковой информации, в т.ч. на основе использования МНК [1,2], предложенный алгоритм обладает всеми известными преимуществами фильтра Калмана перед одномоментными алгоритмами, вытекающими из дополнительного использования уравнений динамики параметров движения. Наряду с возможностью использования всего арсенала методов теории стохастической фильтрации для строгого решения задачи апостериорного оценивания вектора состояния, это позволяет существенно повысить в целом точность определения всех параметров движения наблюдаемого объекта. И в-третьих, в качестве положительной особенности данного алгоритма можно отметить отсутствие увеличения числа спутников, необходимых для его работы, по сравнению со стандартным режимом определения линейных параметров движения (в отличие от большинства существующих алгоритмов определения угловых параметров [3,11,18]). К недостатку данного алгоритма можно отнести его сравнительно большую размерность, равную – с учетом симметрии апостериорной ковариационной матрицы, 135, что, тем не менее, не является большой проблемой при его реализации как в бортовых вычислителях общего назначения, так и специализированного

Пример. Для иллюстрации эффективности предложенного подхода было проведено моделирование алгоритма фильтрации (16) на временном интервале $t \in [0;1000]\, c$ с шагом Δt=0,01с методом Рунге-Кутты 4-го порядка. Моделирование текущей матрицы М осуществлялось решением уравнений Пуассона при постоянных проекциях угловой скорости на оси СК *Oxyz*: $\omega_x = 6^\circ / c, \omega_y = 1^\circ / c, \omega_z = 1.5^\circ / c$ (изменение ориентации в инерциальной СК) с последующим умножением транспонированной полученной матрицы направляющих косинусов на матрицу поворота ГСК относительно инерциальной СК: $G(\Omega t) = \begin{vmatrix} \cos\Omega t & 0 & -\sin\Omega t \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\Omega t & 0 & \cos\Omega t \end{vmatrix}$, $\Omega = 7{,}29 \cdot 10^{-5}\ рад/c$. Значения базовых векторов в СК *Oxyz* были выбраны, соответственно, равными: $|x_{12} y_{12} z_{12}|^T = |1{,}5\ 1{,}8\ \ 1{,}9|^T$, $|x_{23} y_{23} z_{23}|^T = |1{,}7\ \ 1{,}7\ \ 2|^T$, текущие их значения в ГСК вычислялись в соответствии с (3). В качестве модели шумов спутниковых измерений был использован аддитивный гауссовский вектор-шум с нулевым матожиданием и интенсивностью: для измерений дальности – $(1м)^2$с, для доплеровских измерений - $(0{,}1м/с)^2$с. По окончании временного интервала моделирования и пересчета направляющих косинусов в углы Эйлера-Крылова α, β, γ по известным формулам [19] максимальные ошибки оценки углов составили: $\Delta\alpha - 7{,}5 \cdot 10^{-4}\ рад$, $\Delta\beta - 5 \cdot 10^{-4}\ рад$, $\Delta\gamma - 8{,}4 \cdot 10^{-4}\ рад$, а максимальные ошибки оценки координат центра масс: $\Delta\xi - 2{,}4\ м$, $\Delta\eta - 2{,}2\ м$, $\Delta\zeta - 1{,}3 м$, что свидетельствует о возможности весьма эффективного практического использования предложенного подхода.

Литература:

1. Интерфейсный контрольный документ ГЛОНАСС (5.1 редакция). - М.: РНИИ КП, 2008 г.

2. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Под ред. Перова А.И., Харисова В.Н. – М.: Радиотехника, 2010. – 800 с.

3. www.trimble.com

4. Анучин О.Н., Емельянцев Г.И. Интегрированные системы ориентации и навигации для морских подвижных антеннов / Под общей ред. академика РАН В.Г. Пешехонова. – СПб.: ГНЦ РФ-ЦНИИ «Электроприбор», 2003. – 390 с.

5. Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. – М.: Радио и связь, 1991. – 608 с.

6. Раушенбах Б.В., Токарь Е.П. Управление ориентацией космических аппаратов. - М.: Наука, 1974. – 600 с.

7. B. Kleusberg. Mathematics of Attitude Determination with GPS // GPS WORLD, September, 1995, P.72.

8. F. Van Graas, M.S. Braasch. GPS Interferometric Attitude and Heading Determination: Initial Flight Test Results // Navigation: Journal of the Institute of Navigation: 38(4), P.279-316. Winter 1991-1992.

9. A. Nadler, I.Y. Bar-Itzhack. An Efficient Algorithm For Attitude Determination Using GPS // ION GPS-98, P. 1783-1789.

10. L. Rapoport, I. Barabanov, A. Khvalkov, A. Kutuzov, J. Ashjaee. Octopus: Multi antennae GPS/GLONASS RTK System // ION GPS-2000, P. 797-804.

11. Hans-Jurgen Euler, Crage Hill. Attitude determination: Exploiting all Information for Optimal Ambiguity Resolution // ION GPS-95, P. 1751-1757.

12. Собцов Н.В. К задаче регрессии при неоднозначных измерениях // Радиотехника и электроника. 1978. Том 23. № 6. С. 1303-1305.

13. Пензин К.В. Алгоритмы оперативной обработки многошкальных измерений по критерию максимального правдоподобия // Радиотехника и электроника. 1990. Том 35. № 1. С. 97-106.

14. Власов И.Б., Пудловский В.Б., Тарахнов С.Н. Точностные характеристики спутниковой навигационной аппаратуры с угломерным каналом // Вестник МГТУ, Сер. Приборостроение. 1997. № 1. С. 114-126.

15. A.A. Povalyaev. Using Single Differences for Relative Positioning in GLONASS // ION GPS-97, P. 929-934.

16. P.J. G. Teunissen, P. J. De Jonge, C. C. Tiberius. Performance of the LAMBDA Method for Fast GPS Ambiguity Resolution // Navigation: Journal of The Institute of Navigation. 1997. Vol. 44. № 3. P.373-383.

17. Перьков А.Е. Синтез и анализ алгоритмов определения пространственной ориентации антенна по сигналам навигационных спутников // Радиотехника, 2000, N 7 .- С.17-30.

18. Сетевые спутниковые радионавигационные системы / В.С.Шебшаевич, П.П. Дмитриев, Н.В. Иванцевич и др.: Под ред. В.С. Шебшаевича. М.: Радио и связь, 1993. – 408 с.

19. Ишлинский А.Ю. Ориентация, гироскопы и инерциальная навигация. – М.: Наука, 1976. – 672 с.

Е.С. Белоусова, Л.М. Лыньков

ОСЛАБЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЭКРАНАМИ НА ОСНОВЕ ПОРОШКА ШУНГИТА В ЭПОКСИДНОМ СВЯЗУЮЩЕМ

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

Ключевые слова: шунгит, эпоксидный клей, экраны электромагнитного излучения, мощность электромагнитного излучения.

В работе представлены результаты исследования уровня мощности электромагнитного излучения, проходящего через экраны электромагнитного излучения, созданные на основе шунгитосодержащей эпоксидной смеси. Измерения уровней мощности электромагнитного излучения, показали, что при толщине экрана электромагнитного излучения 7 мм мощность электромагнитного излучения уменьшается до значений 0,08… 0,26 мВт (при входной мощности 1 мВт), 0,16… 1,2 мВт (при входной мощности 5 мВт) в диапазоне частот 5–17 ГГц, что позволяет рекомендовать использование экранов электромагнитного излучения на основе эпоксидной шунгитосодержащей смеси в области информационной безопасности.

E.S. Belousova, L.M. Lynkou

CAPACITY EASING OF ELECTROMAGNETIC RADIATIONS OF SHUNGITE-CONTAINING SCREENS BASED ON EPOXY GLUE

Belarussian state university of informatics and radioelectronics, Minsk, Belarus

Keywords: shungite, epoxy glue, capacity of electromagnetic radiation, electromagnetic radiation screens.

Investigation results of influence of electromagnetic capacity in a range 0,7 – 17 GHz on shielding with epoxy glue, shungite, titanomagnetite and titanium dioxide powders, are presented. The measurements showed, that the power level of electromagnetic radiation passed screen is 0,08… 0,26 mW (input power is 1 mW), and 0,16… 1,2 mW (input power is 5 mW) in a range 5 – 17 GHz. Recommendation is a using epoxy glue with shungite for creation electromagnetic screens for information security.

На сегодняшний день применение пассивных методов и средств противодействия возможной утечки информации по электромагнитным каналам является весьма важным аспектом для повышения уровня маскирующих свойств экранирующих элементов, располагаемых между аппаратурой перехвата и источником информации. Для ослабления контролируемых излучений применяют разнообразные конструкции имитационных и защитных технических средств на основе вяжущих материалов с различными диэлектрическими, проводящими и магнитными свойствами. Данные материалы обычно создают путём введения в различные вяжущие компоненты специальных добавок (обычно в порошкообразном состоянии) и последующем их переводе в твердообразное состояние.

В работе [1] получено, что смесь эпоксидного клея (массовая доля – 40%) с порошками шунгита (20%), титаномагнетита (20%), диоксида титана (20%) обладает коэффициентом отражения электромагниного излучения (ЭМИ) порядка –12… –14,5 дБ в диапазоне частот 8–12 ГГц. При проведении измерений коэффициента отражения и передачи в широком диапазоне частот (0,7–17 ГГц) установлено, что коэффициент передачи электромагнитной энергии для шунгитосодержащей эпоксидной смеси толщиной 3,5 мм составляет 0… –6,5 дБ, для образца толщиной 7 мм — –1,6… –11 дБ. Коэффициент отражения экрана ЭМИ из шунгитосодержащей смеси на основе эпоксидного клея с толщиной 3,5 мм составил –1,7… –10 дБ. Для образца из эпоксидного клея толщиной 7 мм коэффициент отражения — –1,8… –10,4 дБ. Измерения коэффициента отражения образца из эпоксидного клея с толщиной 3,5 мм и установленным за ним металлическим отражателем показали, что его значения изменяются в пределах 0… –11,2 дБ с резонансом –11,2 дБ на частоте 5 ГГц. Для образца толщиной 7 мм коэффициент отражения с металлическим отражателем изменяется в пределах 0… –12,2 дБ с резонансом на частоте 8—9 ГГц. Дальнейшим этапом проведения исследований было измерение уровней мощности ЭМИ, проходящего через экраны ЭМИ, созданные из шунгитосодержащей эпоксидной смеси. Для исследования изготовлено 2 образца экрана ЭМИ толщиной 3,5 мм и 7 мм с массовой долей эпоксидного клея марки ЭДП — 40%, шунгита — 20%, титаномагнетита — 20%, диоксида титана — 20% размером 30×40 см. Эпоксидный клей марки ЭДП предназначен для склеивания при температуре от –10 ºС до +30 ºС металлов и их сплавов, древесины, керамики, фарфора, стекла, декоративно-облицовочных и других материалов. Эпоксидный клей приготавливается путем тщательного перемешивания эпоксидной модифицированной смолы (3,75 г) с отвердителем (25 г). Масса образцов составила 0,5 кг (толщина 3,5 мм) и 1,56 кг (толщина 7 мм).

Измерения уровней мощности ЭМИ, проходящего через шунгитосодержащие экраны ЭМИ, производились при помощи информационно-измерительной системы (ИИС), включающей в себя: генератор качающейся частоты (ГКЧ), встроенный в панорамный измеритель коэффициентов передачи и отражения SNA 0,01–18, передающую и приемную антенны, измеритель мощности электромагнитного излучения РМ 0,01–39,5. ГКЧ соединялся с передающей антенной посредством волновода, измеритель мощности с приемной антенной – посредством кабеля. Для управления параметрами ГКЧ (амплитудой и частотой) использовалось специальное программное обеспечение. Согласно сведениям, представленным в разделе «Технические данные» руководства по эксплуатации измерителя мощности ЭМИ, погрешность установки его параметров посредством данного программного обеспечения составляет ±0,1...±0,5%.

Перед проведением измерений выполнялась калибровка ИИС, при которой передающая и приемная антенны устанавливались друг напротив друга. Цель калибровки заключалась в том, чтобы поочередно для каждой из выбранных для проведения измерений частот определить, какого уровня мощности ЭМИ (в дБ) следует сгенерировать и подать на передающую антенну (Рвх), чтобы зарегистрировать на приемной антенне ЭМИ уровня мощности 1 мВт, 2 мВт, 3 мВт, 4 мВт, 5 мВт (максимальное значение уровня мощности, которое может быть зарегистрировано измерителем мощности составляет 10 мВт). В процессе измерений на каждой из частот указанного диапазона генерировалось ЭМИ с уровнем, определенным на этапе калибровке, после чего снимались показания измерителя мощности. Измерения производились в диапазоне частот 0,8–17 ГГц. Результаты измерений для образцов на основе эпоксидного клея с толщиной 3,5 мм и 7 мм представлены на рисунках 1, 2.

Образец на основе эпоксидного клея толщиной 3,5 мм уменьшает прошедшую через экран мощность электромагнитного излучения в 2 раза в диапазоне частот 7–17 ГГц (0,2… 0,5 мВт (при входной мощности 1 мВт), 0,6… 2,4 мВт (при входной мощности 5 мВт)). При увеличении толщины образца до 7 мм прошедшая через экран мощность электромагнитного излучения уменьшается до значений 0,08… 0,26 мВт (при входной мощности 1 мВт), 0,16… 1,2 мВт (при входной мощности 5 мВт) в диапазоне частот 5–17 ГГц.

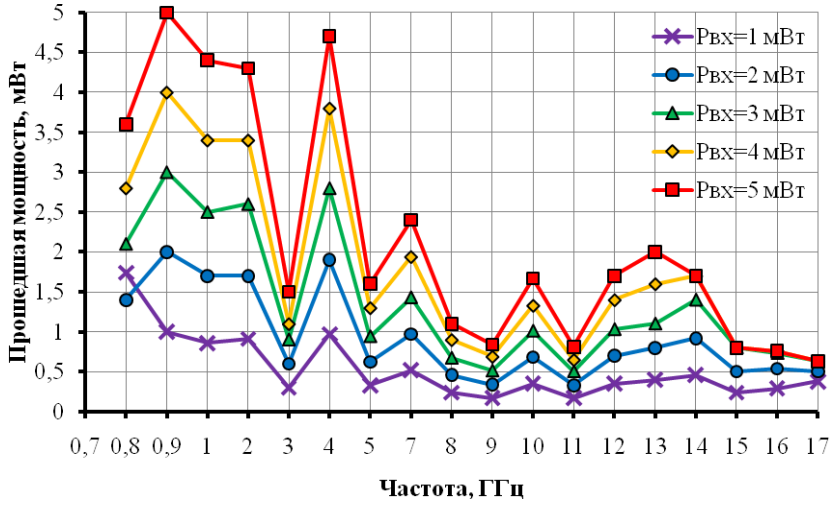


Рисунок 1. Частотная зависимость уровня мощности ЭМИ, прошедшего через экран из шунгитсодержащей смеси на основе эпоксидного клея (толщина слоя 3,5 мм)

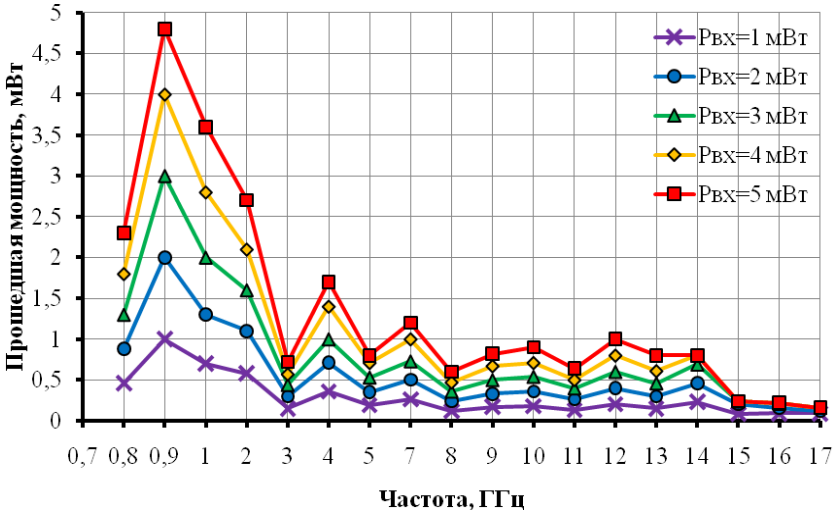


Рисунок 2. Частотная зависимость уровня мощности ЭМИ, прошедшего через экран из шунгитсодержащей смеси на основе эпоксидного клея (толщина слоя 7 мм)

Таким образом, шунгитосодержащую эпоксидную смесь рекомендуется использовать для создания экранов ЭМИ, модулей для облицовки стен безэховых камер, создания коробов для экранирования ЭМИ радиооборудования, работающего в диапазоне частот 5–17 ГГц.

Литература:
1 Белоусова Е.С., Лыньков Л.М. Шунгитсодержащие экраны электромагнитного излучения на основе эпоксидного клея // Сборник материалов IV Международной научно-технической молодежной конференции «Научные стремления», 3–6 декабря 2013 года, г. Минск, с. 271–274.

П.Н. Бойков, *М.В. Бочков,

СПОСОБ АВТОМАТИЧЕСКОГО РУБРИЦИРОВАНИЯ НЕСТРУКТУРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИИ СЕТИ ИНТЕРНЕТ

ОАО "НИИ "Рубин", г. Санкт-Петербург, Россия
*НОУ "Центр предпринимательских рисков", г. Санкт-Петербург, Россия

Ключевые слова: обработка html-страниц, сингулярное выражение, ЛСА.
Предложен способ классификации гипертекстовых документов, полученных из неструктурированных источников информации, на основе автоматического выделения полезной информации и удаления служебных данных html-страниц.

P.N. Boykov, *M.V. Bochkov

WAY OF AUTOMATIC CLASSIFICATION OF NOT STRUCTURED INFORMATION OF A NETWORK THE INTERNET

Open Joint Stock Company "Research Institute "Rubin", St. Petersburg, Russia
* LEU "Center business risks", St. Petersburg, Russia

Keywords: processing of html-pages, singular value decomposition, LSA.
The given article suggests a type of classification of hypertext documents which is gathered from the unstructured sources of information and is based on automatic choice of useful information and elimination of html-page service data.

Разнообразие запросов, формируемых пользователем сети Интернет, связано с обращением по ссылкам, предоставляемым поисковыми системами, к значительному числу источников информации (web-сайтов), имеющим разнообразную внутреннюю структуру. Следствием этого является необходимость ручного отбора пользователем релевантной информации по большому числу ссылок, т. е. выполнение наиболее трудоемких интеллектуальных операций по отбору и интерпретации содержимого страниц [1].

Для преодоления описанной проблемы авторами предложен способ автоматического рубрицирования гипертекстовых документов, включающий следующие этапы:

- формирование поискового запроса и сохранение его результатов в виде массива гипертекстовых страниц;
- анализ гипертекстовых документов массива и выделение полезной информации для проведения процедуры автоматической классификации на рубрики;
- классификация документов в соответствии с предварительно формируемым множеством рубрик.

Обобщенная функциональная схема процесса рубрицирования представлена на рис.1.

Первые два этапа сводятся к применению стандартных процедур, реализованных в современных поисковых системах.

Новизну и практическую значимость рассматриваемого способа определяет оригинальная процедура выделения полезной информации из html–страниц. В соответствии с которой анализу

подвергается не вся гипертекстовая страница, а только информативные ее части, что существенно влияет на корректность результатов рубрицирования. Это связано с тем, что в заголовках или некоторых блоках html-страницы может содержаться информация, которая при дальнейшем анализе негативно повлияет на результаты рубрицирования. К такой информации, например, можно отнести ссылки на другие информационные ресурсы, в названии которых встречаются, использованные в запросе ключевые слова. Предлагаемая процедура позволяет извлечь из гипертекстового документа только те данные, которые непосредственно отвечают сформированному пользователем запросу.

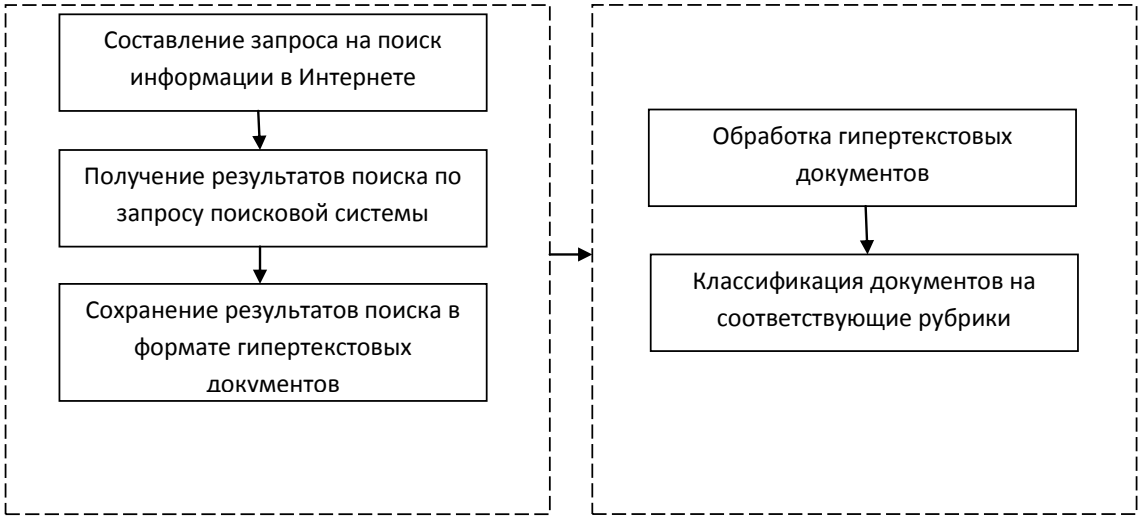


Рисунок 1. Обобщенная функциональная схема сбора, обработки и анализа информации из открытых источников в сети Интернет

Основным содержанием процедуры выделения является разбиение документа на большое количество частей (строки, абзацев и т. п.) и расчет для каждой из них количество html-тегов. Исследования показывают, что число html-тегов в частях документа с осмысленным текстом существенно меньше, чем в частях, содержащих служебную информацию.

Массив документов, используемых при проведении эксперимента, формировался из произвольно выбираемых статей с сайтов новостных порталов (rbc.ru, news.yandex.ru, newsland.ru и др.). Текст каждой статьи анализировался построчно с подсчетом для каждой из строк числа html-тегов и общего числа символов в строке. На графике (рис. 2) красная линия отражает длину строки в символах, а синяя – число html-тегов.

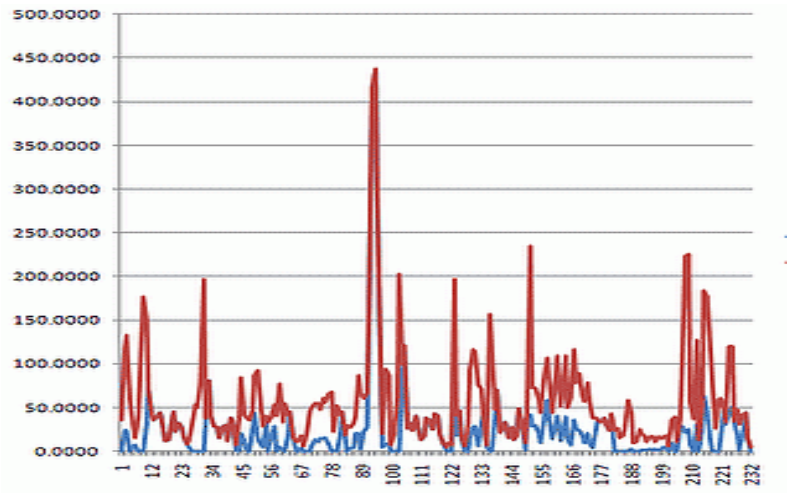


Рисунок 2. Соотношение html-тегов и числа символов html-страницы

Как видно из графика, с некоторой периодичностью появляются экстремумы.

Детальный анализ кода html-страниц показывает, что значительная доля html-тегов направлена на защиту от автоматического сбора (противодействия парсерам). В целях улучшения результатов анализа, данную категорию следует удалить, предварительно обработав html-код. После обработки результаты анализа структуры html-страниц становятся более очевидными и приобретают следующий вид (рис. 3).

Как видно из графика, существует явно выраженный экстремум, коррелированный с полезной информацией. Кроме этого на графике явно выделены группы служебной информации, способные негативно повлиять на процедуру рубрицирования и подлежащие удалению.

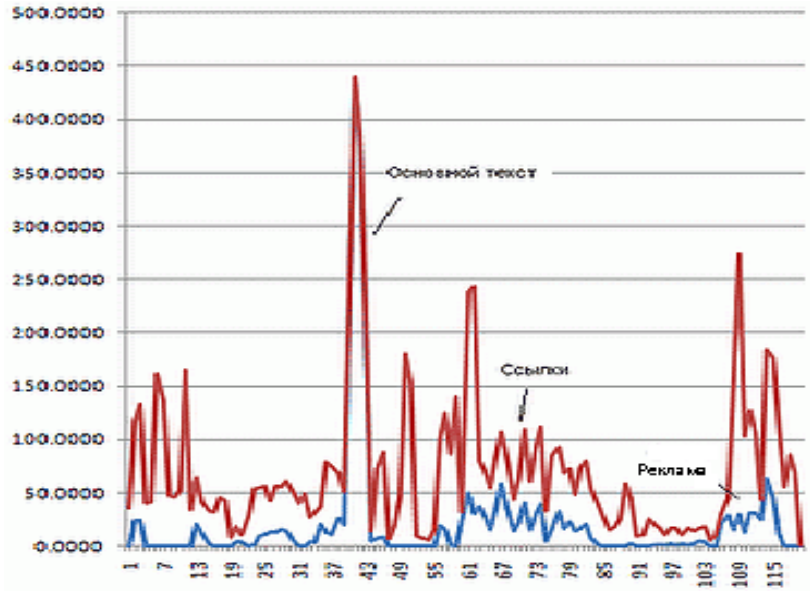


Рисунок 3. Соотношение html-тегов и числа символов html-страницы после обработки html-кода

Результаты проведенного исследования показывают, что простейшим способом выделения полезной информации является выбор строк, в которых величина отношения длины html-разметки к длине строки меньше некоторого порогового значения.

Однако рассмотренный подход имеет два существенных недостатка:

- после удаления заголовков html-страницы в тексте все еще может сохраниться некоторая служебная информация,
- в процессе выделения полезной информации случайно может быть отброшена часть строк реального текста, в которых оказалось много html-тегов или сама строка оказалось слишком короткой.

Улучшение процедуры выделения может быть основано на применении методов машинного обучения, в частности нейронных сетей [2].

Для реализации процедуры автоматического рубрицирования документов использован латентно-семантический анализ (LSA), представляющий собой метод обработки информации на естественном языке. В соответствии с LSA анализу подвергается взаимосвязь между коллекцией документов и содержащимися в них терминами, сопоставляемыми с некоторые тематическими рубриками. Данный вид анализа используется крупнейшими компаниями, предоставляющие услуги поиска данных в Интернете [3].

Традиционные процедуры классификации документов предполагают формирование словаря терминов для каждой из рубрик, т. е. выбор слов, которые встречаются исключительно в документах данной тематики и используются для их классификации. Очевидная проблема такого подхода: необходимость включения в словарь всех возможных слов и разрешения коллизий при наличии слов, принадлежащих различным рубрикам. Дополнительную сложность представляют, омонимы (слова имеющие множество значений).

В отличии от них, латентно-семантический анализ отображает документы и отдельные слова в так называемое «семантическое пространство», в котором и производятся все дальнейшие сравнения.

При этом делаются следующие предположения.

1. Документы это просто набор слов. Порядок слов в документах игнорируется. Важно только то, сколько раз то или иное слово встречается в документе.
2. Семантическое значение документа определяется набором слов, которые, как правило, идут вместе. Например, в биржевых сводках, часто встречаются слова: «фонд», «акция», «доллар».
3. Каждое слово имеет единственное значение. Это, безусловно, сильное упрощение, но именно оно делает проблему разрешимой.

Для реализации процедуры рубрицирования в соответствии с LSA необходимо произвести трехэтапную предварительную обработку документов.

На первом этапе необходимо удалить из каждого анализируемого документы стоп-символы. Под стоп-символами понимаются части речи, которые не несут смысловой нагрузки (союзы, частицы, предлоги и др.).

На втором этапе, предлагается использовать операцию стемминга - удаления окончаний и выделение основной формы каждого слова.

Один из наиболее эффективных способов реализации стемминга является алгоритм Мартина Портера [4] в соответствии с которым выделение основы слова осуществляется путем его преобразования согласно определенным правилам.

На заключительном этапе для упрощения математических вычислений из текста удаляются слова, встречающиеся в единичном экземпляре, а все оставшиеся подвергаются индексированию.

На первом шаге процедуры рубрицирования необходимо составить частотную матрицу индексируемых слов *M*. В этой матрице строки соответствуют индексированным словам, а столбцы — документам. В каждой ячейке матрицы указано, какое количество слов встречается в соответствующем документе (см. таб. 1), где $S_1 \ldots S_n$ – индексируемые слова, $D_1 \ldots D_m$ – документы для анализа, $k_{11} \ldots k_{nm}$ – количество слов.

Таблица 1. Частотная матрица индексируемых слов

	D_1	D_2	D_m
S_1	k_{11}	k_{12}	k_{1m}
S_1	k_{12}	k_{22}	k_{2m}
S_n	k_{n1}	k_{n2}	k_{nm}

На следующем шаге проводится сингулярное разложение полученной матрицы. Сингулярное разложение (англ. singular value decomposition, SVD) – разложение прямоугольной вещественной или комплексной матрицы, применяющееся во многих областях прикладной математики [5].

В соответствии с процедурой сингулярного разложения исходная матрица *M* представляем в виде:

$$M = U\,W\,V^t, \tag{1}$$

где U и V^t – ортогональные матрицы, а W – диагональная матрица.

Диагональные элементы матрицы *W*, называемые сингулярными числами, упорядочены в порядке убывания.

Главное достоинство сингулярного разложения состоит в том, что оно позволяет выделять ключевые составляющие матрицы и игнорировать шумы. Согласно простым правилам произведения матриц, видно, что столбцы и строки соответствующие меньшим сингулярным значениям дают наименьший вклад в итоговое произведение. Например, мы можем отбросить последние столбцы матрицы U и последние строки матрицы V^t, оставив только первые два. Важно, что при этом гарантируется, оптимальность полученного произведения. Разложение такого вида называют двумерным сингулярным разложением. Данные в этих столбцах будут являться координатами на декартовой системе координат. Соответственно, удаленность того или другого документа означает принадлежность его к той или иной тематике. Введя некоторый числовой порог расстояния, можно классифицировать документы по различным тематикам.

На рис. 4 представлен пример рубрицирования документов в соответствии с предложенным способом.

Практическое применение рассмотренных в статье процедур в первую очередь связана с разработкой информационно-аналитических систем, ориентированных на анализ и визуализации текстовых ресурсов сети Интернет.

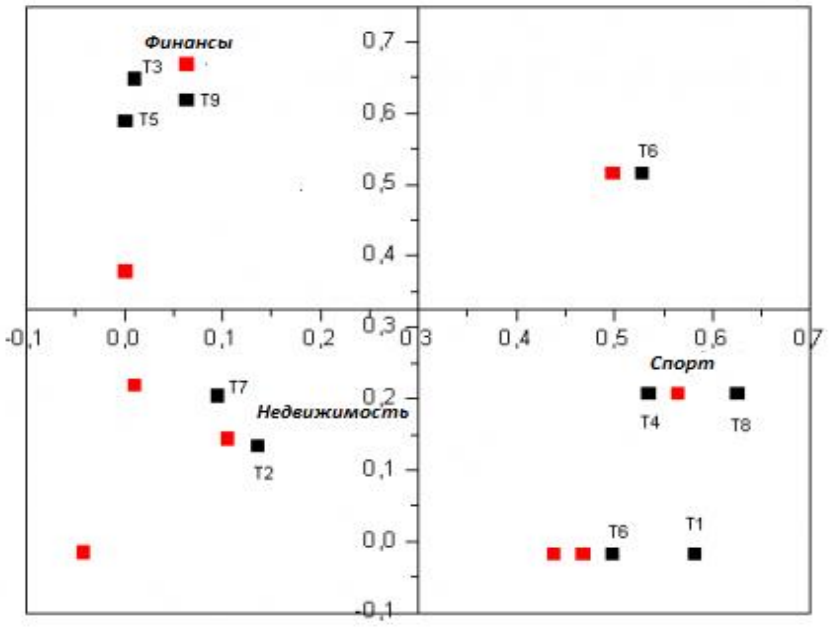


Рисунок 4. Пример рубрицирования документов

Литература:

1. Data Mining: учеб. пособие. Основы информационных технологий. М.: / Чубукова И. А. БИНОМ. Лаборатория знаний. Интернет-университет информационных технологий, 2006. – 382 с.

2. Нейронные сети. Модели и алгоритмы / Тархов Д.А. М., Радиотехника, 2005.

3. In Processing of ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms Kleinberg J. M. / Authoritative sources in a hyperlink environment, 1998. № 46(5). – 604–632 p.

4. Латентно-семантический анализ / Некрестьянов И.А., СПб.: Наука, 2009.

5. Основы интеграции информационных потоков / Ландэ Д.В.: Монография. – К.: Инжиниринг, 2006. – 240 с.

О.В. Бойправ, Т.В. Борботько

ВЛИЯНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТРАЖЕНИЯ И ОСЛАБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МНОГОСЛОЙНЫМИ ПЕРЛИТОСОДЕРЖАЩИМИ ЭКРАНАМИ

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

Ключевые слова: композиционный материал, коэффициент отражения электромагнитного излучения, ослабление электромагнитного излучения, перлит.

Исследованы закономерности взаимодействия электромагнитного излучения диапазона частот 8…12 ГГц с многослойными экранами на основе перлитосодержащих композиционных материалов, температура поверхности которых составляет –18 °С и +18 °С. Показано, что значения

коэффициентов отражения электромагнитного излучения в указанном диапазоне частот для экранов, температура поверхности которых составляет –18 °С, равны –8…–20 дБ и отличаются от аналогичных значений для экранов, температура поверхности которых составляет +18 °С, на 2…5 дБ (в зависимости от состава перлитосодержащего композиционного материала). Исследованные экраны предложено использовать для облицовки наружных стен зданий, в помещениях которых располагается радиоэлектронное оборудование.

O.V. Boiprav, T.V. Borbotko

NEGATIVE TEMPERATURE EFFECT ON ELECTROMAGNETIC RADIATION REFLECTION AND ATTENUATION CHARACTERISTICS OF PERLITECONTAINING SHIELDS

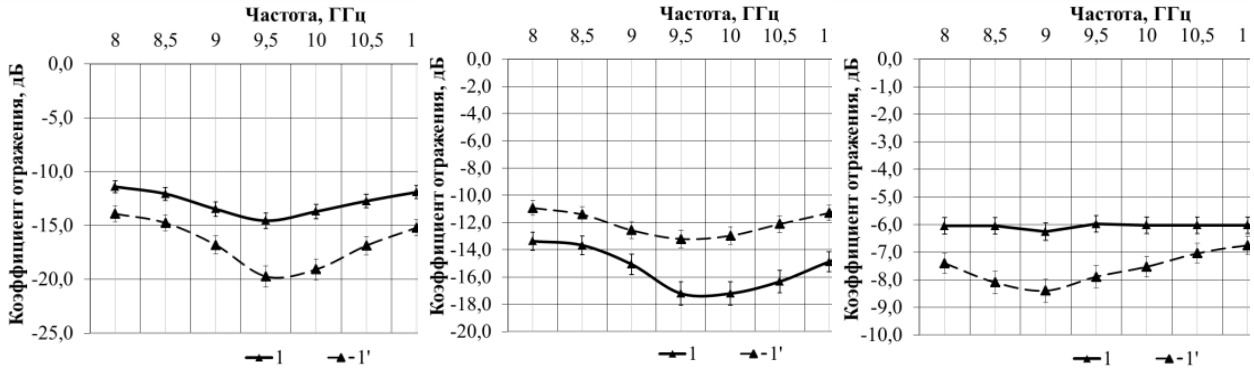
Belarusian state university of informatics and radioelectronics, Minsk, the Republic of Belarus

Key words: composite material, electromagnetic radiation reflection coefficient, electromagnetic radiation attenuation, perlite.

The laws of electromagnetic radiation interaction of frequency range 8...12 GHz with multi-layered shields based on perlitecontaining composite materials with surface temperature of –18 °C and +18° C are researched. It is shown that the electromagnetic radiation reflection coefficients values in said frequency range for shields with surface temperature of –18 °C are equaled to –8…–20 dB and different from those values for shields with surface temperature of +18 °C at 2…5 dB (depending to the perlitecontaining composite material consist). It's proposed to use the investigated shields for the outside wall cladding of buildings with rooms where radioelectronic equipment is placed.

Процесс функционирования радиоэлектронного оборудования, осуществляющего хранение, обработку и передачу данных, сопровождается циркуляцией в его конструктивных элементах и кабельных соединениях электрических токов информативных сигналов, в результате чего формируются побочные электромагнитные поля, уровни которых могут быть достаточными для приема сигналов и извлечения информации с помощью специальной аппаратуры. Для снижения уровня побочных электромагнитных полей радиоэлектронного оборудования, как правило, используются экраны электромагнитного излучения (ЭМИ). Величина характеристик отражения и ослабления ЭМИ последними определяется как набором входящих в их состав компонентов, так и условиями окружающей среды, при которых эти экраны эксплуатируются. Цель настоящей работы заключалась в исследовании влияния отрицательной температуры на характеристики отражения и ослабления ЭМИ многослойными экранами на основе перлитосодержащих композиционных материалов. Для достижения поставленной цели были получены и сопоставлены характеристики отражения и ослабления ЭМИ многослойными экранами на основе перлитосодержащих композиционных материалов, температура поверхности которых составляет –18 °С и +18 °С. Использование вспученного порошкообразного перлита в качестве компонента для формирования экранов ЭМИ является перспективным, ввиду того, что данный материал характеризуется низкими стоимостью (в розницу – от 1 до 5 долл. США за 1 кг в зависимости от марки) и объемной насыпной массой (45…500 кг/м^3 в зависимости от марки перлита). Преимущество многослойных экранов ЭМИ заключается в том, что они обеспечивают более низкие значения коэффициентов отражения ЭМИ по сравнению с однослойными экранами ЭМИ, выполненными на основе тех же компонентов, что и многослойные экраны. Общее количество исследованных в рамках настоящей работы экранов – 3. Каждый из них включал в себя три слоя. Первый слой был сформирован на основе перлитосодержащего композиционного материала. Второй и третий слои представляли собой соответственно целлюлозную и металлическую подложки. Толщина первого слоя составляла 3 мм, второго и третьего – соответственно 0,5 мм и 1 мм. Измерения толщины слоев проводились с использованием гладкого микрометра МК 25, диапазон измерений которого составляет 0…25 мм, а относительная погрешность измерений – ±2 %. Образцы отличались составом использованных для формирования их первых слоев композиционных перлитосодержащих материалов. Первый слой экрана № 1 был сформирован на основе материала, полученного в результате затвердевания смеси 25 об. % агроперлита, 25 об. % строительного гипса и 50 об. % 10 %-го водного раствора хлорида кальция. У экранов № 2 и № 3 первые слои были сформированы на основе материалов, полученных

в результате затвердевания смесей 25 об. % агроперлита, 25 об. % строительного гипса и 50 об. % соответственно 20 %-го и 30 %-го водных растворов хлорида кальция. Использование вместо воды водных растворов хлорида кальция для приготовления строительных смесей способствует увеличению прочности получаемых после их затвердевания материалов, ввиду того, что хлорид кальция, являясь гигроскопичным материалом, препятствует полному испарению влаги из смеси в процессе ее затвердевания. Причем чем выше концентрация раствора хлорида кальция, тем больше объем сохраняемой влаги. Измерения параметров характеристик отражения и ослабления ЭМИ экранами проводились в диапазоне частот 8…12 ГГц с использованием панорамного измерителя КСВН и отражения Я2Р-67. В указанном частотном диапазоне функционируют устройства, являющиеся компонентами телекоммуникационного, тестового и медицинского оборудования. На рисунке 1 представлены частотные зависимости коэффициентов отражения ЭМИ экранами № 1, № 2 и № 3 при температуре их поверхности +18 °С (кривые 1) и –18 °С (кривые 1'). Измерения температуры поверхностей экранов проводились с использованием термопары открытого типа К1-89, входящей в состав мультиметра М890G. Абсолютная погрешность измерений, проводимых с использованием термопары указанного типа, составляет ±2,5 °С. Для обеспечения снижения температуры поверхности экранов до –18 °С проводилось выдерживание их в морозильной камере в течение 24 часов. Установлено, что значения ослабления ЭМИ исследованными экранами составляет более 40 дБ. При этом температура поверхности этих экранов не оказывает существенного влияния на их значения ослабления ЭМИ (при снижении температуры поверхности экрана с +18 °С до –18 °С значения его ослабления ЭМИ изменяются на 0,5…1,5 дБ). Показано, что снижение температуры поверхности экрана № 1 с +18 °С до –18 °С приводит к уменьшению значений его коэффициентов отражения ЭМИ на 1…5 дБ. Для экрана № 3 величины данного уменьшения составляют 1,5…2,5 дБ. Снижение температуры поверхности экрана № 2 приводит к увеличению значений его коэффициентов отражения ЭМИ на 2…4 дБ. Наименьшие значения коэффициентов отражения ЭМИ при температуре поверхности +18 °С обеспечиваются экраном № 2, а при температуре поверхности –18 °С – экраном № 1. Электромагнитные волны (ЭМВ), взаимодействующие с многослойными экранами ЭМИ, частично отражаются от их поверхности и частично проходят вглубь их первого слоя, вызывая при этом колебания электронов и ионов в атомах и молекулах материала данного слоя и переизлучение ими вторичных ЭМВ, характеризующихся той же частотой, но разными амплитудами и фазами, по сравнению с аналогичными параметрами первичных ЭМВ. Сдвиг фаз между первичными и переизлученными ЭМВ приводит к изменению фазовой скорости, что, в свою очередь, обуславливает разность между энергией ЭМВ, прошедших в первый слой многослойных экранов ЭМИ, и ЭМВ, вышедших за пределы первого слоя данных экранов. Вышедшие за пределы первого слоя исследованных многослойных экранов ЭМВ отражаются от поверхности третьего слоя, в результате чего перенаправляются к первому слою, который способствует поглощению энергии этих волн [1]. Таким образом, экран № 2 при температуре поверхности +18 °С характеризуется более низкими значениями коэффициентов отражения ЭМИ по сравнению с экранами № 1 и № 3 ввиду того, что его первый слой обеспечивает большее, чем у экрана № 1, поглощение энергии ЭМВ, отраженных от металлической подложки, и меньшее, чем у экрана № 3, отражение первичных ЭМВ (т. к. диэлектрическая проницаемость первого слоя экрана № 2 больше аналогичного параметра, чем для экрана № 1, и меньше, чем для экрана № 3, что обусловлено различным уровнем содержания влаги в материалах первых слоев названных экранов). При температуре –18 °С происходит полная кристаллизация 10 %-го и частичная кристаллизация 20 %-го и 30 %-го водных растворов хлорида кальция [2]. Так как диэлектрическая проницаемость льда ниже диэлектрической проницаемости воды, то материал первого слоя экрана № 1 при температуре поверхности –18 °С обеспечивает меньшее отражение первичных ЭМВ, чем экраны № 1, № 2 и № 3 при температуре поверхности +18 °С и экраны № 2 и № 3 при температуре поверхности –18 °С.



а *б* *в*

Рисунок 1 – Частотные зависимости коэффициентов отражения ЭМИ экраном № 1 (*а*), экраном № 2 (*б*) и экраном № 3 (*в*)

На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что исследованные экраны ЭМИ допустимо использовать для наружной облицовки стен экранируемых зданий, содержащих помещения, в которых располагается радиоэлектронное оборудование, осуществляющее хранение, обработку и/или передачу данных. При этом концентрация водного раствора хлорида кальция, используемого в процессе изготовления композиционного материала для формирования первого слоя данных экранов, будет определяться требованиями, предъявляемыми к значениям коэффициентов отражения ЭМИ стенами таких зданий.

Литература:

1. Бреховских Л.М. Волны в слоистых средах, 1973.

2. Хлорид кальция и его свойства. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cniga.com.ua/index.files/calciumchloride.htm. – Дата доступа: 01.03.2014.

Н.В. Болдырихин, И.А. Сосновский, И.П. Рыбалко

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАУССОВСКОЙ АППРОКСИМАЦИИ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ МОНИТОРИНГОМ ДВИЖЕНИЯ МАРШРУТНОГО ТРАНСПОРТА

Северо - Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, г. Ростов-на-Дону

Ключевые слова: управление, наблюдения, mobile location service, пуассоновский поток, оптимизация

Аннотация: рассмотрены вопросы управления наблюдениями за совокупностью объектов с использованием технологии MOBILE LOCATION SERVICE. Проведена математическая постановка оптимизационной задачи с использованием профильтрованного пуассоновского потока в качестве модели появления и исчезновения объектов в зоне видимости информационной системы. Приведен алгоритм приближенного решения задачи оптимизации планов наблюдений за случайным потоком объектов с использованием метода гауссовской аппкросимации.

N.V. Boldyrikhin, I.A. Sosnovskiy, I.P. Rybalko

USE GAUSSIAN APPROXIMATION IN PROBLEMS OF CONTROL OF MONITORING TRAFFIC SHUTTLE TRANSPORT

North-Caucasian branch of the Moscow technical university relationship and informatics, Rostov-on-Don

Keywords: management, surveillance, mobile location service, Poisson flow, optimization

Abstract: the questions of control observations of objects using a set of technologies MOBILE LOCATION SERVICE. The mathematical formulation of the optimization problem using the filtered Poisson flow as a model of appearance and disappearance of objects in view of the information system. An algorithm for the approximate solution of the optimization problem of the monitoring plan for a random stream of objects using the Gaussian approximates.

В настоящее при мониторинге движения общественного транспорта широко применяются технологии связанные с определением местоположения Mobile Location Service (MLS). В [1] рассмотрен численный метод решения задачи синтеза законов управления наблюдениями за случайным потоком объектов. Однако, реализация указанного метода в общем случае сопряжена с большим объемом вычислительных затрат. Поэтому актуальным является поиск подходов к решению оптимизационных задач, основанных на использовании различного рода приближений и допущений, что позволяет обеспечить существенный рост вычислительной эффективности.

1. Постановка оптимизационной задачи.

Предположим, что наличие объекта описывается закономерностями профильтрованного пуассоновского объекта вида $\overline{I}(t)=\sum_{i=1}^{I(t)} r(t,\tau_i,\beta_i)$, где $\{I(t),\ t\ge 0\}$-стандартный пуассоновский поток с интенсивностью ν; $\{\beta_i\}$ – последовательность взаимно независимых и одинаково распределенных случайных величин, не зависящая от $\{I(t),t\ge 0\}$, и описывающая время нахождения i - го объекта на входе измерительной системы, $\beta_i>0$; τ_i - случайный момент появления i-го объекта, подчиняющийся закономерностям потока случайных событий;

$$r(t,\tau_i,\beta_i)=\begin{cases}1, & \tau_i\le t\le\tau_i+\beta_i,\\ 0, & t<\tau_i,\ t>\tau_i+\beta_i.\end{cases}$$

Уравнения состояния и наблюдения имеют вид

$$dx_i/dt=A_ix_i+F_i\xi_i,\quad i=\overline{1,I(t_к)},\quad x_i(\tau_i)=x_{iн},\ \tau_i\in[0,t_к],\ t\in[\tau_i,\tau_i'];\qquad(1)$$

$$\rho=\sum_{i=1}^{I(t_к)}\tilde{f}_i\gamma_iH_ix_i+\eta,\qquad t\in[0,t_к],\ i=\overline{1,I(t_к)},\qquad(2)$$

где $\mathrm{x}_i=\mathrm{x}_i(t)\in R^{n_i}$ -вектор состояния i-го объекта; $x_{iн}$ - гауссовский вектор, $\mathrm{M}[x_{iн}]=x^*_{iн}$, $\mathrm{M}[(x_{iн}-x^*_{iн})(x_{iн}-x^*_{iн})^T]=K_{iн}$; $\mathrm{A}_i=\mathrm{A}_i(t)\in R^{n_i\times n_i}$; $F_i=F_i(t)\in R^{n_i\times r_i}$; $\xi_i=\xi_i(t)\in R^{r_i}$ $-i$-й белый шум, для которого $\mathrm{M}[\xi_i(t)]=0$; $\mathrm{M}[\xi_i(t)\xi_i^{\,T}(t-\varsigma)]=Q_{i\xi}\delta(\varsigma)$, $Q_{i\xi}\in R^{r_i\times r_i}$, $t_к$ - момент времени окончания наблюдения, $\tau_i'=\tau_i+\beta_i$,

$$\tilde{f}_i=\tilde{f}_i(\tau_i,\tilde{\tau}_i',t)=\begin{cases}1, & \tau_i\le t\le\tilde{\tau}_i',\\ 0, & t<\tau_i,\ t>\tilde{\tau}_i',\end{cases}\qquad\tilde{\tau}_i'=\begin{cases}\tau_i', & \tau_i'\le t_к,\\ t_к, & \tau_i'>t_к.\end{cases}$$

Точностные характеристики оценивания (1) на основании наблюдений (2) описывает совокупность дифференциальных уравнений Риккати относительно корреляционных матриц $K_i(t)$ ошибок фильтрации:

$$dK_i/dt=A_iK_i+K_iA_i^T+C_i-\gamma_i\tilde{f}_iK_iB_iK_i,\quad i=\overline{1,I(t_к)},\ t\in[\tau_i,\tilde{\tau}_i'],\quad K_i(\tau_i)=K_{i0}.\qquad(3)$$

Перейдем к проекции гамильтоновой системы, соответствующей (3), на пространство R^{2n_i} переменных[1,2]:

$$dq_i/dt = -A_i^T q_i + \gamma_i \tilde{f}_i B_i p_i,\ \frac{dp_i}{dt} = C_i q_i + A_i p_i, \qquad i = \overline{1, I(t_к)},\ t \in [\tau_i, \tilde{\tau}_i']; \tag{4}$$

$$K_{i0} q_{i0} = p_{i0},\quad i = \overline{1, I(t_к)};\quad q_i(\tilde{\tau}_i') = \omega_i. \tag{5}$$

В качестве критерия используем

$$\tilde{J} = M[\sum_{i=1}^{I(t_к)} \omega_i^T p_i(\tilde{\tau}_i')] \to \min_{\Pi}. \tag{6}$$

Функция управления γ_i в выражениях (2) – (4) удовлетворяет ограничениям вида:

$$\gamma_i(t) \in \Gamma = \{0,1\},\ \sum_{i=1}^{I(t_к)} \gamma_i(t) \in \Gamma,\ \int_0^{t_к} \sum_{i=1}^{I(t_к)} \gamma_i(t)dt = t_\Sigma < t_к,\ H_i(t) \in \overline{H}_i(t). \tag{7}$$

План наблюдений Π - это совокупность $\{\Pi_i, i = \overline{1, I(t_к)}\} = \Pi,\ \Pi_i = \{\gamma_i \in \Gamma, H_i \in \overline{H}_i\}$.

Итерационная процедура поиска оптимального плана наблюдений [2] связана с необходимостью формирования начальных данных (5) и решением системы уравнений (4).

Поставим в соответствие каждому τ_i и τ_i' центрированные случайные величины $\overset{\circ}{\tau}_i = \tau_i - m_{i\tau}$ $\overset{\circ}{\tau}_i' = \tau_i' - m_{i\tau'}'$ ($m_{i\tau}, m_{i\tau'}'$ - математические ожидания τ_i, τ_i' соответственно). Задача (3) со случайным временем начала τ_i ,случайным временем окончания решения τ_i' и детерминированным начальным условием $K(\tau_i) = K_{i0}$ эквивалентна задаче с определённым временем начала $m_{i\tau}$ и окончания $t_к$ решения и случайным начальным условием

$$K_i(m_{i\tau}) = \overline{\overline{K}}_{i0} = K_{i0} - \int_{m_{i\tau}}^{\overset{\circ}{\tau}_i} \tilde{\phi}_i dt - \int_{m_{i\tau'}'}^{\overset{\circ}{\tau}_i'} \tilde{\phi}_i dt + \int_{t_к}^{\overset{\circ}{\tau}_i'} \tilde{\phi}_i dt,\quad i = \overline{1, I(t_к)},\ \tilde{\phi}_i = A_i K_i + K_i A_i^T + C_i - \gamma_i \tilde{f}_i K_i B_i K_i \tag{8}$$

Выражения (4) примут вид

$$dq_{it^-}/dt^- = A_i^T q_{it^-} - \gamma_i \tilde{f}_i B_i p_{it^-},\ dp_{it^-}/dt^- = -C_i q_{it^-} - A_i p_{it^-}, \qquad t^- \in [0, t_к - m_{i\tau}], \tag{9}$$

со случайным начальным условием

$$q_{i\theta}(0) = \omega_i,\ p_{i\theta}(0) = \left[\Lambda_{ipq}(t_к, m_{i\tau}) + \Lambda_{ipp}(t_к, m_{i\tau})\overline{\overline{K}}_{i0}\right] \times \left[\Lambda_{iqq}(t_к, m_{i\tau}) + \Lambda_{iqp}(t_к, m_{i\tau})\overline{\overline{K}}_{i0}\right]^{-1} \omega_i, \tag{10}$$

где $q_{it^-} = q_i(-t^- + t_к),\ p_{it^-} = p_i(-t^- + t_к)$.

$$q_i(t_к) = \omega_i, p_i(t_к) = \left[\Lambda_{ipq}(t_к, m_{i\tau}) + \Lambda_{ipp}(t_к, m_{i\tau})\overline{\overline{K}}_{i0}\right] \times \left[\Lambda_{iqq}(t_к, m_{i\tau}) + \Lambda_{iqp}(t_к, m_{i\tau})\overline{\overline{K}}_{i0}\right]^{-1} \omega_i. \tag{11}$$

Приближённое соотношение для (8) можно представить в виде

$$\overline{\overline{K}}_{i0} = K_{i0} + \underline{\underline{\Psi}}_i(\overset{\circ}{\tau}_i, \overset{\circ}{\tau}_i'), \tag{12}$$

где $\underline{\underline{\Psi}}_i \in R^{n_i \times n_i}$ - определяется выбранной схемой приближённого интегрирования.

В простейшем случае

$$\underline{\underline{\Psi}}_i(\overset{\circ}{\tau}_i, \overset{\circ}{\tau}_i') = -\tilde{\phi}_i(m_{i\tau})\overset{\circ}{\tau}_i / c_i + [\tilde{\phi}_i(t_к) - \tilde{\phi}_i(m_{i\tau'}')]\overset{\circ}{\tau}_i' / c_i', \tag{13}$$

где $\tilde{\phi}_i(m_{i\tau}),\ \tilde{\phi}_i(m_{i\tau'}'),\ \tilde{\phi}_i(t_к)$ - значение $\tilde{\phi}_i$ при $K_i = K_{i0}$ и при $t = m_{i\tau},\ t = m_{i\tau'}',\ t = t_к$ соответственно; $c_i,\ c_i' \in R^1$ - уточняющие коэффициенты.

Для вектора $p_i(t_к)$ с учётом (12), (13) из (11) получаем

$$p_i(t_к) = \Upsilon_i + V_i \overset{\circ}{\tau}_i + V_i' \overset{\circ}{\tau}_i' + O(\overset{\circ}{\tau}_i, \overset{\circ}{\tau}_i'), \tag{14}$$

где $\Upsilon_i = \left[\Lambda_{ipq}(t_к, m_{i\tau}) + \Lambda_{ipp}(t_к, m_{i\tau})K_{i0}\right]\left[\Lambda_{iqq}(t_к, m_{i\tau}) + \Lambda_{iqp}(t_к, m_{i\tau})K_{i0}\right]^{-1} \omega_i,$

$$\mathrm{V}_i = \{-\Lambda_{ipp}(t_к, m_{i\tau}) + [\Lambda_{ipq}(t_к, m_{i\tau}) + \Lambda_{ipp}(t_к, m_{i\tau})K_{i0}][\Lambda_{iqq}(t_к, m_{i\tau}) + \Lambda_{iqp}(t_к, m_{i\tau})K_{i0}]^{-1} \times$$
$$\times\Lambda_{iqp}(t_к, m_{i\tau})\}\frac{\phi_i(m_{i\tau})}{c_i}[\Lambda_{iqq}(t_к, m_{i\tau}) + \Lambda_{iqp}(t_к, m_{i\tau})K_{i0}]^{-1}\omega_i;$$

$$\mathrm{V}'_i = \{\Lambda_{ipp}(t_к, m_{i\tau}) - [\Lambda_{ipq}(t_к, m_{i\tau}) + \Lambda_{ipp}(t_к, m_{i\tau})K_{i0}][\Lambda_{iqq}(t_к, m_{i\tau}) + \Lambda_{iqp}(t_к, m_{i\tau})K_{i0}]^{-1} \times$$
$$\times\Lambda_{iqp}(t_к, m_{i\tau})\}\frac{[\phi_i(t_к) - \phi_i(m'_{i\tau'})]}{c'_i}[\Lambda_{iqq}(t_к, m_{i\tau}) + \Lambda_{iqp}(t_к, m_{i\tau})K_{i0}]^{-1}\omega_i;$$

$\mathrm{O}(\overset{\circ}{\tau}_i, \overset{\circ}{\tau}'_i)$ - остаток выше первого порядка малости относительно $\overset{\circ}{\tau}_i, \overset{\circ}{\tau}'_i$.

Введем обозначение

$$\underline{p}_i(t_к) = p_i^{-}(t_к) + p_i^{=}(t_к),\ p_i^{-}(t_к) = \Upsilon_i + \mathrm{V}_i\overset{\circ}{\tau}_i,\ p_i^{=}(t_к) = \mathrm{V}'_i\overset{\circ}{\tau}'_i \qquad (15)$$

Нетрудно показать, что уравнения для экстраполяционной оценки процесса (9) совпадают по структуре с самими уравнениями (9)

$$\frac{d\mathrm{M}_i}{dt^{-}} = \Xi_i\mathrm{M}_i, \qquad t^{-} \in [0, t_к - m_{i\tau}], \qquad (16)$$

где

$$\Xi_i = \begin{bmatrix} A_i^T & -\gamma_i f_i B_i \\ -C_i & -A_i \end{bmatrix}; \qquad \mathrm{M}_i = \begin{bmatrix} m_{iq} \\ m_{ip} \end{bmatrix}; \qquad m_{iq} = \int_q\int_p qW_i^{\mathrm{H}}(q,p,t^{-})dqdp;$$

$m_{ip} = \int_q\int_p pW_i^{\mathrm{H}}(q,p,t^{-})dqdp;$ W_i^{H} аппроксимация экстраполяционной плотности вероятности, относящаяся в данном случае к классу гауссовских распределений.

Эволюция во времени вторых центральных моментов описывается соотношениями

$$\frac{d\overline{P}_i}{dt^{-}} = \Xi_i\overline{P}_i + \overline{P}_i\Xi_i^T, \qquad (17)$$

$$\overline{P}_i = \begin{bmatrix} \overline{P}_{iqq} & \overline{P}_{iqp} \\ \overline{P}_{iqp} & \overline{P}_{ipp} \end{bmatrix} = \int_q\int_p \overline{G}_i(q,p)W_i^{H}(q,p,t^{-})dqdp, \qquad \overline{G}_i(q,p) = (\overline{\chi}_i - \mathrm{M}_i)(\overline{\chi}_i - \mathrm{M}_i)^T;$$

$\overline{\chi}_i^T = [q_i^T\ p_i^T]$.

Напомним, что $\tau'_i = \tau_i + \beta_i$, откуда следует $\overset{\circ}{\tau}'_i = \overset{\circ}{\tau}_i + \overset{\circ}{\beta}_i$. Начальные условия для уравнений (16) и (17) с примут вид

$$\mathrm{M}_i^T(0) = [\omega_i^T\Upsilon_i^T], \quad \overline{P}_i(0) = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & \overline{P}_{i0\,pp} \end{bmatrix}, \quad \overline{P}_{i0\,pp} = (\mathrm{V}_i + \mathrm{V}'_i)(\mathrm{V}_i + \mathrm{V}'_i)^T\sigma_{i\tau}^2 + \mathrm{V}'_i(\mathrm{V}'_i)^T\sigma_{i\beta}^2 \qquad (18)$$

где $\sigma_{i\tau}$ - среднее квадратическое отклонение случайной величины τ_i, $\sigma_{i\beta}$ - среднее квадратическое отклонение случайной величины.

Литература:

1. Н.В. Болдырихин, И.П. Рыбалко, И.А. Сосновский, А.В. Яровой. Управление мониторингом движения маршрутного транспорта с использованием технологии MOBILE LOCATION SERVICE. Инфоком-2013: сборник трудов международной молодежной конференции / СКФ МТУСИ. - Ростов-на-Дону, 2012. С. 61-65.

2. Болдырихин Н.В., Хуторцев В.В. Управление наблюдениями за потоками случайных процессов // Автоматика и телемеханика. 2006. № 12. С. 43-55

Н.О. Шулева, Н.В. Болдырыхин

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ СТАНДАРТА IEEE 802.11X

Северо - Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, г. Ростов-на-Дону

Ключевые слова: Комитет, стандарт технологий, скорость передачи, зона покрытия, частота.

Исследуются вопросы, связанные с особенностями применения технологий передачи данных стандарта IEEE 802.11x. Проведен сравнительный анализ технологий стандарта: 802.11; 802.11a; 802.11b; 802.11g; 802.11n, в рамках которого выявлены все достоинства и недостатки, а также особенности применения каждой из указанных технологий. Выявлено, что наиболее перспективной технологией стандарта, в настоящее время, является IEEE 802.11n ввиду значительного увеличения скорости передачи и увеличенного радиуса зоны уверенного приема.

N.O. Shuleva, N.V. Boldyrikhin

COMPARATIVE ANALYSIS TECHNOLOGIES STANDART IEEE 802.11x

North-Caucasian branch of the Moscow technical university of communication and informatics, Rostov-on-Don

Keywords: Committee, the standard technologies, the transmission speed, coverage, frequency.

Investigate questions related to the peculiarities of application of data transmission technologies for IEEE 802.11x. A comparative analysis of technologies: 802.11; 802.11a; 802.11b; 802.11g; 802.11n, within which revealed the pros and cons, and also features the use of each of these technologies. Revealed that the most promising technology standard currently is IEEE 802.11n due to a significant increase in transmission rate and large radius coverage area.

В последние годы наиболее распространенной технологией беспроводной сети является Wi-Fi. На сегодняшний день существуют различные типы беспроводных сетей, наибольшее распространение получили сети стандарта IEEE 802.11a/b/g/n [1,2]. В 1990г комитетом по стандартам IEEE 802 была создана группа по стандартизации для локальных беспроводных сетей 802.11. Группа занималась разработкой стандарта для сетей и радиооборудования, работающих на частоте 2,4 ГГц и скоростях доступа 1 и 2 Мбит/с. Стандарт IEEE 802.11 - первый стандарт для продуктов WLAN.

В сентябре 1999г. стандарт IEEE произвел расширение предыдущего стандарта, названный IEEE 802.11b. Он определяет стандарт беспроводных сетей, работающих на скоростях 1, 2, 5,5 и 11 Мбит/с , на частоте 2,4 ГГц, что позволило применять эти устройства в крупных организациях. Стандарт 802.11b обеспечивает контроль доступа на MAC уровне и механизмы шифрования, целью которых является обеспечение беспроводной сети средствами безопасности [2].

В 2001г. происходит модернизация стандарта 802.11b в 802.11a, где предусмотрено применение частотного диапазона 5 ГГц, а его скорость достигает 54 Мбит/с.

На следующем этапе развития был создан стандарт IEEE 802.11g в 2003г. Он предполагает несколько возможных скоростей соединения: 1; 2; 5,5; 6; 9; 11; 12; 18; 22; 24; 33; 36; 48 и 54 Мбит/с. Для каждой скорости передачи свойственны свои методы модуляции сигнала. Указанный стандарт, как и стандарт 802.11b, предполагает использование частотного диапазона от 2,4 до 2,4835 ГГц. Этот диапазон не требует лицензии на использование в науке, промышленности и медицине. Несмотря на эту особенность, существует ограничение на максимальную мощность передатчика.

Если сравнить стандарты IEEE 802.11x между собой по зоне покрытия в идеальных условиях, то беспроводные сети стандарта IEEE 802.11g оказываются более скоростными и обеспечивают связь на большие расстояния, чем сети стандартов IEEE 802.11a и 802.11b. Что касается реальных условий, то стандарт IEEE 802.11b обеспечивает зону покрытия такую же, как и стандарт IEEE 802.11g, не смотря на то, что уступает по своей скорости передачи стандарту IEEE 802.11a.

Не так давно в 2009г. был разработан стандарт IEEE 802.11n, увеличение скорости передачи данных до 600 Мбит/с на частотах 2,4-2,5 или 5 ГГц. Этот стандарт имеет обратную совместимость со стандартом IEEE 802.11a; 802.11b; 802.11g и особенно широко используется в устройствах D-Link, Cisco и Apple [2].

Сравнительные характеристики стандарта IEEE 802.11x приведены в таблице 1:

Таблица 1.

Стандарт IEEE	Используемая частота, ГГц	Макс. скорость передачи, Мбит/с	Реальная скорость передачи, Мбит/с	Радиус зоны уверенного приема в помещениях, м	Радиус зоны уверенного приема на открытой местности, м
802.11	2.4	1-2	1	12	50
802.11b	2.4	11	5	38	140
802.11a	5	54	25	35	120
802.11g	2.4	54	25	38	140
802.11n	2.4, 5	600	100	70	250

Таким образом, в результате проведенного анализа можно сделать следующий вывод. Стандарты IEEE 802.11a и 802.11g близки по характеристикам скорости передачи. Наиболее приемлемой из них является стандарт IEEE 802.11g так как использует больший диапазон приема и не требует лицензирования. В настоящее время наиболее перспективной технологией стандарта является IEEE 802.11n ввиду значительного увеличения скорости передачи информации по сравнению с предыдущими поколениями технологии стандарта IEEE.

Литература:

1. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11./Р. Педжман, Л. Джонатан: Пер. с англ. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. - 304 с.

2. Алексеев В. Параметры WiFi оборудования, разрешенного для использования в Российской Федерации // Беспроводные технологии.2011. №1 [Электронный ресурс]. - URL:http://www.wireless-e.ru/assets/files /pdf/2011_01_22.pdf.

Д.В. Козин, Р.Ю. Соприкин, Н.В. Руденко, В.Н. Трофименко

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: информационные технологии, компьютерное моделирование, электропреобразовательные устройства, программно-методическое обеспечение.

Предложено применение системы инженерных и научных вычислений MATLAB с подсистемой моделирования динамических процессов SIMULINK для виртуального моделирования электромагнитных процессов силовых полупроводниковых преобразователей. Описаны виртуальные модели трёхфазного инвертора с синусоидальной широтно-импульсной модуляцией и трехфазного управляемого выпрямителя. Предложены методические рекомендации по исследованию разработанных моделей. Представлены результаты моделирования в виде осциллограмм и спектров напряжения и тока на выходе инвертора Целью разработки является повышение эффективности учебного процесса в вузе.

D.V. Kozin, R.Yu. Soprikin, N.V. Rudenko, V.N. Trofimenko

RESEARCH OF THE ELECTROCONVERTING DEVICES OF TELECOMMUNICATION SYSTEMS BY MEANS OF INFORMATION TECHNOLOGIES

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

Keywords: information technologies, computer modeling, electro converting devices, program and methodical providing.

The use of system of engineering and scientific calculations of MATLAB with a subsystem of modeling dynamic processes of SIMULINK for virtual modeling of electromagnetic processes of power semiconductor converters has been offered. Virtual models of the three-phase inverter with sinusoidal pulse-width modulation and the three-phase operated rectifier have been described. Methodical recommendations on research of the developed models have been offered. The results of modeling in the form of oscillograms and tension and current ranges at the inverter exit have been presented. The purpose of the development is the increase of efficiency of educational process in higher educational institution.

Постановка задачи. Средством повышения эффективности функционирования всех сфер человеческой деятельности стали современные информационные технологии (ИТ), позволяющие создавать, хранить, перерабатывать информацию и обеспечивать эффективные способы ее представления потребителю [1]. ИТ - это инструмент, качество владения которым определяет профессионализм и конкурентоспособность специалиста, в том числе бакалавров по направлению 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Успешное решение сложной задачи подготовки современных специалистов, соответствующих требованиям Государственных образовательных стандартов, возможно на основе новых информационно-педагогических технологий. При изучении дисциплины «Электропитание радиоэлектронных устройств и телекоммуникационных систем» актуальной становится задача широкого внедрения в образовательный процесс современных прикладных компьютерных программ, расширяющих возможности преподавателей и студентов в ходе исследования свойств электропреобразовательных устройств телекоммуникационных систем (ТКС).

Таким образом, применение методов компьютерного моделирования электропреобразовательных устройств ТКС, а также информационно-педагогических технологий обучения на их основе с целью повышения эффективности учебного процесса является актуальной задачей.

Решение задачи. Анализ современных программ компьютерного моделирования электрических цепей показал, что система инженерных и научных вычислений MATLAB с подсистемой моделирования динамических процессов SIMULINK является наиболее подходящей для решения задач виртуального моделирования достаточно сложных электромагнитных процессов силовых полупроводниковых преобразователей [2, 3].

Рассмотрим исследование компьютерной модели трёхфазного инвертора с синусоидальной широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) в программной среде Matlab-Simulink, представленной на рисунке 1 [2, 3].

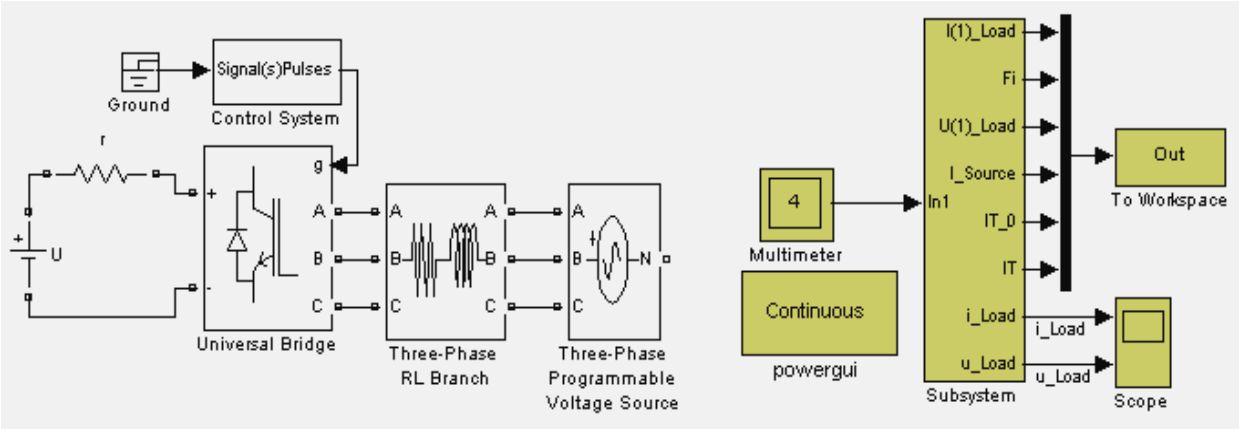


Рисунок 1.Модель трехфазного инвертора с синусоидальной ШИМ

Параметры модели:

- напряжение питания U=40 В;
- частота модулирующего напряжения – 400 Гц.,
- коэффициент модуляции m=0,9;
- параметры нагрузки – *L*=0,1 Гн., *R*=10 Ом.,
- время моделирования – 0,5 с., шаг моделирования – 1 мкс.

Модель состоит из следующих блоков пакета *SIMULINK*:

- мостового трёхфазного инвертора на *IGBT* транзисторах (*Universal bridge*);
- схему управления инвертором, реализующую синусоидальную ШИМ с несущей частотой 400Гц. (*Control System*);
- источника питания инвертора,
- активно-индуктивную нагрузку инвертора;
- блоков измерений и записи результатов измерений в рабочую область.

Методические рекомендации по исследованию разработанной модели инвертора[3].

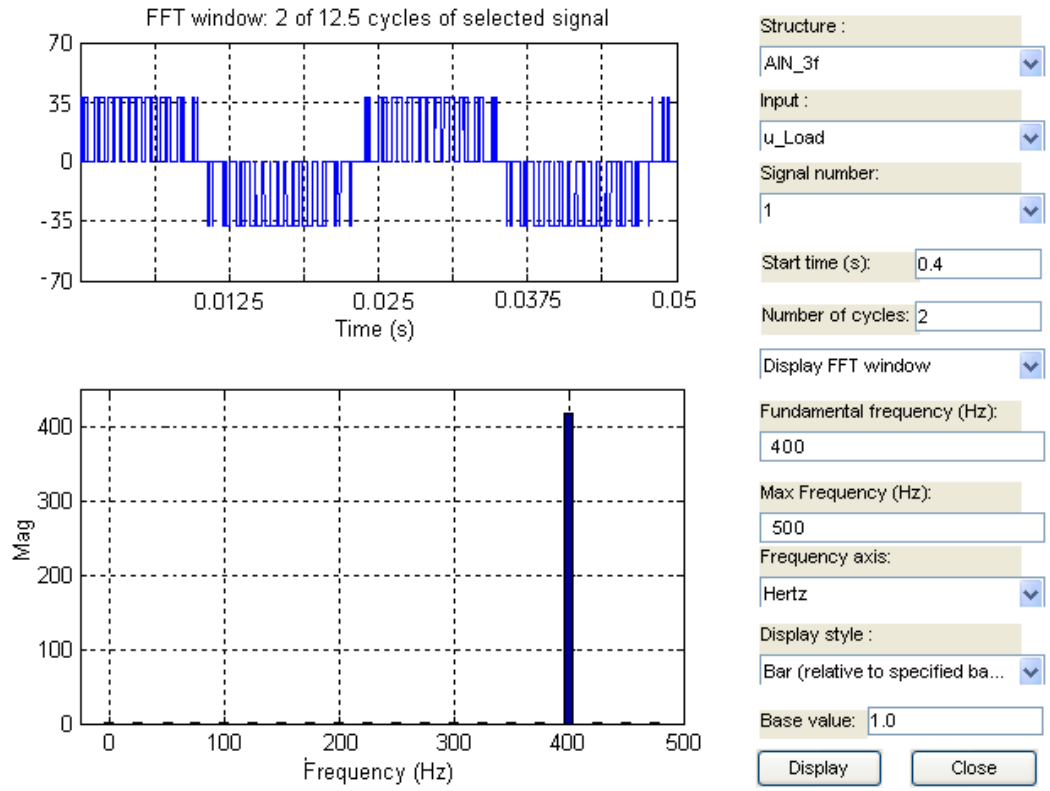
1. На основе параметров модели в программной среде Matlab-Simulink собирается схема виртуальной модели трехфазного инвертора с синусоидальной ШИМ (рисунок 1).

2. После этого заполняются поля окон настройки параметров программируемого источника в нагрузке инвертора (рисунок 1).

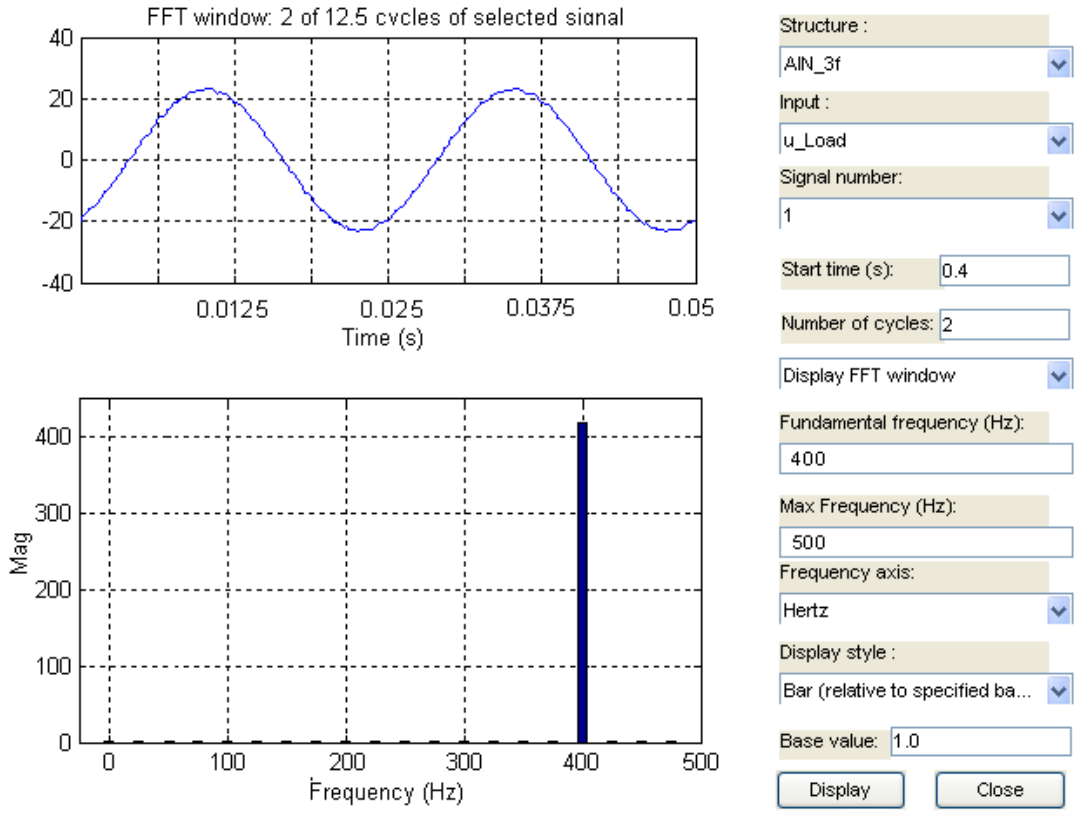
3. Затем производится снятие внешней, электромагнитной и энергетической характеристик. Для этого с изменением тока нагрузки в измерительной части модели последовательно измеряются:

- амплитуда первой гармоники тока нагрузки;
- фаза первой гармоники тока нагрузки;
- амплитуда первой гармоники напряжения нагрузки;
- средний ток питания инвертора;
- средний и эффективный токи в полупроводниковом ключе инвертора;
- мгновенные ток и напряжение нагрузки.

Для каждого значения тока нагрузки также осуществляется моделирование и за-полняется таблица измеренных и рассчитанных значений. В номинальном режиме инвертора снимаются осциллограммы выходного напряжения и тока в нагрузке, а также спектры этих сигналов (рисунок 2).



а)



б)

Рисунок 2. Результаты исследования модели трехфазного инвертора с синусоидальной ШИМ:
а) форма и спектр выходного напряжения инвертора;
б) форма и спектр тока на выходе инвертора

Виртуальная модель трёхфазного выпрямителя в программной среде Matlab-Simulink, приведена на рисунке 3 [2, 3].

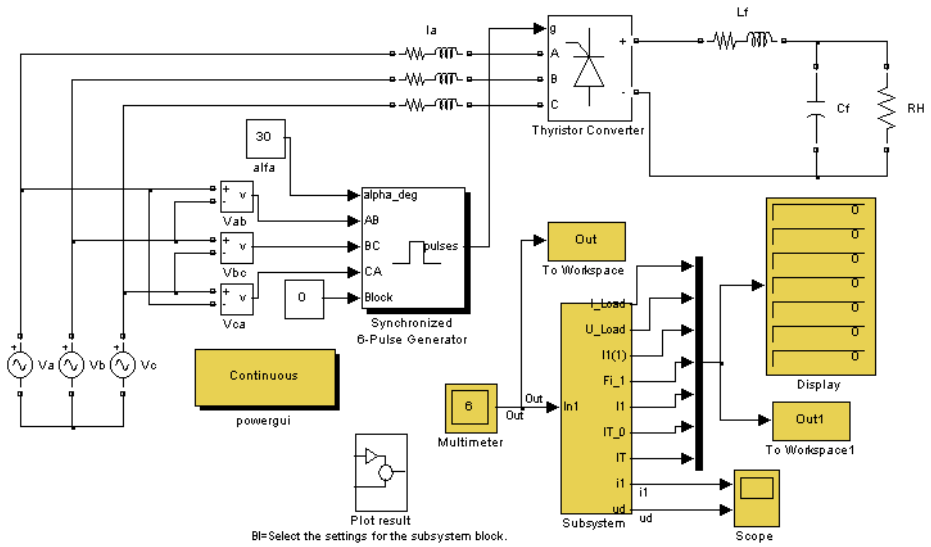


Рисунок 3. Модель трехфазного управляемого выпрямителя

Модель состоит из следующих блоков пакета SIMULINK:

- трехфазного источника питания (*Va, Vb, Vc*);
- блока трехфазного тиристорного выпрямителя (*Thyristor Converter*);
- блока управления (*6-Pulse Generator*);
- сглаживающего *LC* фильтр и нагрузки;
- блоков задания угла управления выпрямителя (*alfa*) и измерения линейных напряжений (*Vab, Vbc, Vca*).

Методика исследования выпрямителя аналогична выше изложенной методике исследования трёхфазного инвертора.

Вывод. Внедрение предложенного программно-методического обеспечения позволит студентам более глубоко и наглядно уяснить физические процессы в электропреобразовательных устройствах ТКС на лабораторных занятиях и в ходе самостоятельного изучения. Результаты работы апробированы при проведении лабораторных занятий по дисциплине «Электропитание радиоэлектронных устройств и телекоммуникационных систем» в Донском государственном техническом университете.

Литература:

1. Захарова И.Г. Информационные технологии в образовании: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. - М.: Издательский центр «Академия», 2005. 192 с.

2. Герман-Галкин С.Г. MATLAB и SIMULINK. Проектирование мехатронных систем на ПК. - СПб.: Издательство «Корона.Век», 2011. 368 с.

3. Руденко Н.В. Исследование авиационных электропреобразовательных устройств с помощью информационных технологий / Руденко Н.В., Губин А.В., Костромин А.В., Бочковский А.В. // Материалы международной научно-практической конференции «Гражданская авиация: вчера, сегодня, завтра «Авиатранс - 2013» - Ростов-на-Дону: Издательство РФ МГТУ ГА, 2013. С.127–132.

Д.В. Веерпалу

ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ МОНИТОРИНГА РЕАЛИЗАЦИИ ФЦП «РАЗВИТИЕ ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА 2009 – 2015 ГОДЫ »

Московский технический университет связи и информатики, г. Москва, Россия

Ключевые слова: цифровое телерадиовещание, федеральная целевая программа, мониторинг, прогноз, целевые показатели, контроль, реализация, жизненный цикл, факторы.

Рассмотрена основа для формирования информационно-аналитического инструментария мониторинга реализации ФЦП «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009 - 2015 годы». Автором разрабатывается информационно-аналитическая система, которая дает возможность автоматизированной обработки запросов и оперативного получения результатов исследования. Результаты данных исследований позволят обеспечить качественное планирование и мониторинг хода реализации ФЦП ТРВ, прогнозирование возможных отклонений и возможность оценки влияния изменений на реализацию Программы.

D.V. Veerpalu

FORMATION OF INFORMATION-ANALYTICAL INSTRUMENTS FOR MOPNITORING IMPLEMENTATION OF THE FTP “DEVELOPMENT OF BROADCASTING IN THE RUSSIAN FEDERATION 2009-2015 YEARS”

Moscow technical university of communications and informatics, Moscow, Russia

Keywords: digital TV, a federal target program, monitoring, prediction, indicators, control, implementation, life cycle, factors.

Considered the basis for the formation of information- analytical tools for monitoring implementation of the Federal Target Program " Development of broadcasting in the Russian Federation for 2009 - 2015 years." Author develops information- analytical system , which enables automated processing of requests and provide timely research results. The results of these studies allow to provide quality planning and monitoring of the implementation of the FTP, forecasting possible deviations and the ability to assess the impact of changes to the Program.

Элементом любой управленческой системы является подсистема, обеспечивающая прохождение, обработку и анализ информации, которая должна состоять из упорядоченно взаимосвязанных элементов и обладать некоторой совокупностью интегративных качеств. В данной статье такой подсистеме управления автор дал определение - информационно-аналитической модели мониторинга Программы. Декомпозиционно модель состоит из двух блоков: обеспечивающий (информационный) и функциональный (аналитический) (рис. 1).

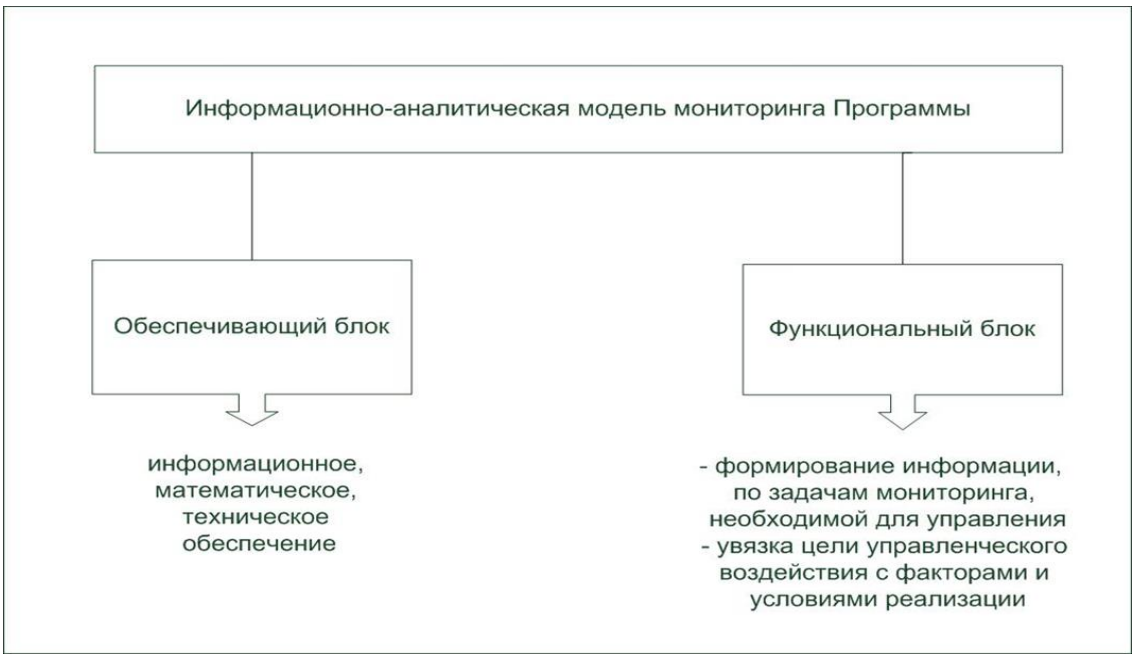


Рисунок 1. Структура информационно-аналитической модели.

Обеспечивающий блок включает в себя следующие элементы: информационное обеспечение, математическое обеспечение и техническое обеспечение.

Основой системы мониторинга является *информационное обеспечение* контрольной деятельности, включающее оперативную, плановую, нормативно-справочную информацию, классификаторы технико-экономической информации, системы документации и отчетности (унифицированные и регламентированные формы).

Для реализации разнообразных целей управления используется информация из учетных и внеучетных источников. Однако ведущая роль сохраняется за учетной информацией, так как именно она позволяет наиболее точно оценить реальное состояние управляемых процессов в сравнении с ожидаемым и принять оптимальное регулирующее воздействие [1].

Информация, необходимая для эффективного контроля и мониторинга хода реализации ФЦП «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009 - 2015 годы» (далее ФЦП ТРВ), подразделяется на два основных блока (рис. 2): данные, необходимые для мониторинга целевых индикаторов Программы; данные, необходимые для контроля хода реализации и достижения контрольных показателей ФЦП. Эти группы данных в свою очередь подразделяются на плановые и фактические значения данных, на основе анализа которых производится анализ отклонений по срокам и стоимости работ в рамках мероприятий Программы.

Проведенная структуризация данных явилась основой для разработки форм регламентированной отчетности о выполнении мероприятий реализации федеральной целевой программы и определения состава и функций исполнителей мониторинга и контроля. Для каждого направления мониторинга была разработана и реализована группа сводных и оперативных отчетов, отражающих как общую информацию по исполнению Программы, так и сводные аналитические показатели исполнения Программы и отдельных её частей [2].

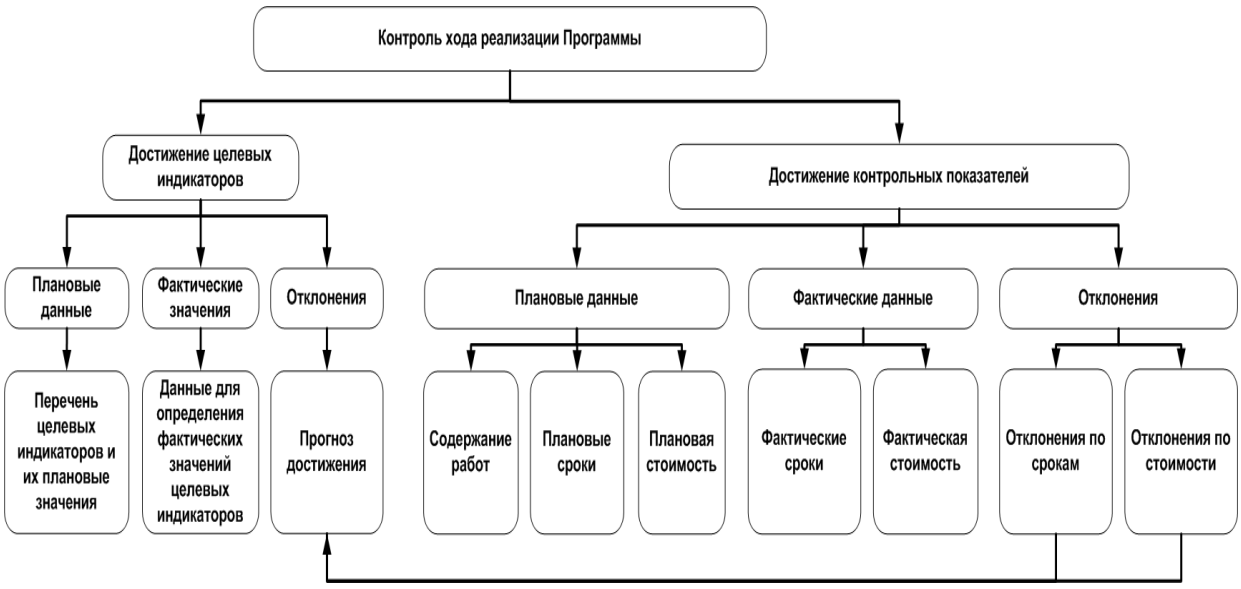


Рисунок 2. Систематизация данных и результатов контроля реализации ФЦП ЦТВ.

Математическое обеспечение представлено методами корреляционно-регрессионного анализа, экспертных оценок и теории вероятности.

Логическая обработка полученной в процессе мониторинга информации является основной задачей ***функционального блока информационно-аналитической системы.*** Функциональный блок состоит из совокупности решаемых задач, сгруппированных по признаку общности цели. В управленческом аспекте функциональный блок выполняет две функции: информационно-образующую (формирование необходимой для управления информации по задачам мониторинга); обоснования управленческих решений (увязка цели управленческого воздействия с факторами и условиями ее реализации).

Качество и точность прогноза достижения показателей (объекты ЦТВ) и индикаторов ФЦП ТРВ (доли населения Российской Федерации, имеющего возможность приема эфирных цифровых телеканалов) во многом определяется полнотой учета множества факторов.

Проведенное автором исследование показало, что увеличение темпов строительства и ввода в эксплуатацию объектов ЦТВ, а соответственно и увеличение доли населения Российской Федерации, имеющего возможность приема эфирных цифровых телеканалов осуществляется под влиянием целого ряда факторов. Совокупность таких факторов можно разделить на внешние и внутренние. К внешним факторам, в наибольшей степени влияющим на темпы строительства, следует отнести макроэкономические, технологические и демографические.

В числе макроэкономических факторов особое значение имеют рост валового внутреннего продукта и душевых доходов населения страны. На динамику темпов строительства существенное влияние оказывает технологический прогресс в строительной области, за счет внедрения перспективных технологий, позволяющих осуществлять строительство в более короткие сроки. Демографическая ситуация в стране, а именно, изменение численности населения, уровня его образования, возрастного состава также влияет на объем, динамику темпов строительства. Так с ростом числа экономически активного населения увеличивается число людей, занятых в строительной сфере.

Среди внутренних факторов, влияющих на темпы строительства, можно выделить климатические и географические особенности регионов, изменения в политике регулирования ценообразования, уровень конкуренции и пр.

Одним из основных макроэкономических факторов регионального характера, оказывающих существенное влияние на темпы строительства является производственная мощность конкретного субъекта Российской Федерации. Чем выше производственная мощность конкретного субъекта Российской Федерации, тем интенсивнее темпы строительства.

Наиболее значимые факторы устанавливаются в процессе статистического анализа, а их количественные значения определяются при разработке прогнозных моделей с помощью математических методов.

Проведенный автором анализ используемых математических методов показал, что для разработки методического аппарата прогнозирования значений целевых индикаторов и контрольных показателей, в условиях наличия необходимого объема статистических данных, следует использовать количественные методы, основанные на численных, математических процедурах. При отсутствии статистических данных целесообразно применять методы экспертной оценки.

Разработка в процессе исследования скоринговых и трендовых моделей динамики строительства РТПС с учетом экономической конъюнктуры в субъектах РФ, а также корреляционно-регрессионного анализа зависимости между результативным (темпы строительства объектов ЦТВ) и факторными признаками позволяют:

- Определить по каждому показателю/индикатору соотношение объема фактически выполненных работ и планового объема выполнения работ на отчетную дату.
- В зависимости от величины отклонения определить критичность отклонения от планового показателя.
- Определить тренд изменения величины отклонения по индикаторам.
- Осуществить оценку фактически достигнутых значений целевых индикаторов.

Реализация представленной информационно-аналитической системы мониторинга ФЦП в программном приложении с применением систем управления базами данных дает возможность автоматизированной обработки запросов и оперативного получения результатов исследования.

Литература:

1. Е.Б. Свердлина «О совершенствовании учетно-информационной инфраструктуры» Омский государственный университет, кафедра финансов и кредита 1999 г.

2. Отчёт «Осуществление контроля за реализацией мероприятий федеральной целевой программы «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009 – 2015 годы» и мониторинга достижения целевых индикаторов и показателей эффективности реализации программы», ФГУП НИИР, Москва, 2010 г.

В.В. Венжега

АНАЛИЗ ЧАСТОТНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ СОТОВОЙ СЕТИ LTE - ADVANCED

Северо - Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, г. Ростов – на - Дону, Россия.

Ключевые слова: анализ, частотно – территориальное планирование, статистические методы, натурные испытания, расчет скоростных характеристик, радиус соты.

Целью данного проекта, является проведение анализа частотно – территориального покрытия сотовой сети LTE-Advanced заданного района, для оптимального размещения базовых станций на всей территории.

V.V. Venzhega

THE ANALYSIS OF FREQUENCY-TERRITORIAL COVERAGECELLULAR NETWORK LTE-ADVANCED

North Caucasian branch of the Moscow technical university of communications and informatics, Rostov – on – Don, Russia.

Keywords: analysis, frequency – territorial planning, theoretical methods, calculation speed characteristics, service area.

The purpose of this project, carrying out the analysis is is frequency – a territorial covering of the cellular LTE-Advanced network of the preset area, for optimum placement of base stations in all territory.

Разделить обслуживаемую территорию на соты возможно методом, основанным на измерении или расчете параметров распространения сигнала. В нашем случае мы рассматриваем город с численностью около 1 миллиона человек, предполагаются зоны многоэтажных зданий до 5 этажей и частный сектор. Установка базовых станций производится на крышах многоэтажных зданий или на специальных конструкциях (вышках). Расстояние до сот, в которых могут быть использованы одни и те же рабочие частоты, зависят от условий распространения радиоволн, допустимого уровня помех и числа радиостанций, расположенных вокруг данной ячейки.

Выбрано оборудование компании Ericsson, базовая станция Ericsson RBS 6601 используется для сетей связи: GSM, UMTS, LTE (Release 8, 9, 10), стоимость которой составляет 800 тыс. руб. Оборудование хорошо себя зарекомендовало при использовании операторами связи, а также обладает необходимыми характеристиками. Некоторые из них, которые нам понадобятся в ходе работы, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры БС Ericsson RBS 6601

Характеристики	Частотный диапазон, ГГц	Коэффициент усиления антенны БС, дБм	Мощность передатчика БС, Вт
Значения	2,4-2,7	19	20

Воспользуемся двумя методами для частотно – территориального планирования: статистическим и натурных испытаний. Статистические методы это: модель Окамуры, Ли, Хата и др. Натурные испытания: проводят математическое моделирование с использованием программных, программно-аппаратных и аппаратных комплексов, а так же цифровых карт местности. Что значительно повышает точность, проведения анализа сети. Вследствие дороговизны использования программных, программно-аппаратных, аппаратных комплексов и цифровых карт местности, мы рассмотрим статистические методы. Основной их задачей является определение пространственной структуры сети и распределения в ней частот, для избегания их перекрытия.

Модель Окамуры.

Модель использует измерение затухания сигнала при передаче от БС к МС, дающее среднее затухание сигнала в свободном пространстве на территории с неровной поверхностью Земли. Уровень УММС для квазигладкой местности:

$$p_м(R) = p_о(f, R) - A_м(f, R) + H(h_{бс}, R) + H(h_{мс}, f), \text{ дБм} \quad (1)$$

$p_о(f, R)$ - уровень мощности сигнала в точке приема при распространении в свободном пространстве, определяется как:

$$p_о(f, R) = 10 * \log(P_{бс}) + g_1 - 20 * \log\left(\frac{4\pi R}{\lambda}\right) + g_2, \text{ дБм} \quad (2)$$

где $P_{бс}$ - мощность передатчика БС в Вт, g1 - коэффициент усиления антенны БС в дБм, g2 - коэффициент усиления антенны МС в дБм, R - расстояние в км, f - рабочая частота, МГц.

$P_{бс}$=20 Вт (43 дБм); g_1=19 дБм; g_2=0 дБм; R=1,2,3,5,10 км; $h_{бс}$=30 м; $h_{мс}$=2 м; f= 2600 МГц одинаковы для трех моделей.

$\lambda = c/f$ длина волны (где c - скорость распространения электромагнитной энергии, $c = 3*10^5$ км/сек, а f = 2600 МГц); λ = 0,115 м.

$A_м(f, R)$ - дополнительное ослабление сигнала в городе, определенное для квазигладкого городского района. Статистические данные дополнительного ослабления в зависимости от расстояния: 1 км– 24 дБм, 3 км– 26,15 дБм, 5 км– 32,6 дБм, 10 км– 34 дБм.

$H(h_{бс}, R)$, - коэффициент «высота-усиление антенны БС»;

$$H(h_{бс}, R) = 20 * \lg\left(\frac{h_{бс}}{200}\right), \text{дБм при } R < 10 \text{ км}; \quad (3)$$

$H(h_{мс}, f)$, - коэффициент «высота-усиление антенны МС»;

$$H(h_{мс}, f) = 10 * \lg\left(\frac{h_{мс}}{3}\right), \text{ дБм}; \quad (4)$$

Модель Ли.

Модель Ли позволяет прогнозировать уровень сигнала в диапазоне СВЧ на входе приемника МС с учетом характера местности. Модель создана на основании анализа экспериментальных измерений уровня сигнала для зон с различным характером застройки. Уровень мощности сигнала на входе приемника МС:

$$p_c = p_1 - \gamma * \lg(R_{mi}) + \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5, \text{ дБм} \quad (5)$$

p_1- уровень сигнала в точке, отстоящей от БС на 1 милю (или 1 км); p_1=-70 дБм.

γ - наклон кривой потерь сигнала, при увеличении длины трассы в 10 раз; γ= 36,8 дБ/дек.

R_{mi}- протяженность трассы в английских милях (1 миля =1,6 км.);

$\alpha_1 \dots \alpha_5$ - поправочные коэффициенты: $\alpha_1 = p_{бс} - p^*_{бс}$; $\alpha_2 = 20*\lg(h_{бс}/h^*_{бс})$; $\alpha_3 = g_1 - g^*_1$; $\alpha_4 = 10*\lg(h_{мс}/h^*_{мс})$; $\alpha_5 = g_2 - g^*_2$.

Стандартные значения: $p^*_{бс}$ =40 дБм; h^*_1= 30 м; g^*_1=6дБм; h^*_2=3 м; g^*_2 = 0 дБм. [1]

Модель Хата.

Стандартная модель Хата построена на обработке результатов экспериментальных исследований. Эмпирические зависимости, в модели Окамуры, представлены в виде аппроксимирующих их формул, потери при распространении радиосигнала:

$$L(R, f) = 69{,}55 + 26{,}16 * \lg(f) - 13{,}82 * \lg(h_{бс}) + [44{,}9 - 6{,}55 * \lg(h_{бс})] * \lg(R) - \alpha * (h_{мс}), \text{ дБм.} \quad (6)$$

$\alpha * (h_{мс})$ - коэффициент «высота - усиление антенны МС» для среднего города;

$$\alpha * (h_{мс}) = (1{,}1 * \lg(f) - 0{,}7) * h_{мс} - (1{,}56 * \lg(f) - 0{,}8), \text{ дБм. [2]} \quad (7)$$

Уровень мощности сигнала на входе приемника МС равен:

$$p_м = p_{бс} + g_1 + g_2 - L(R, f), \text{ дБм.} \quad (8)$$

Полученные значения расчетов моделей Окамуры, Ли, Хата представлены на Рисунке 1.

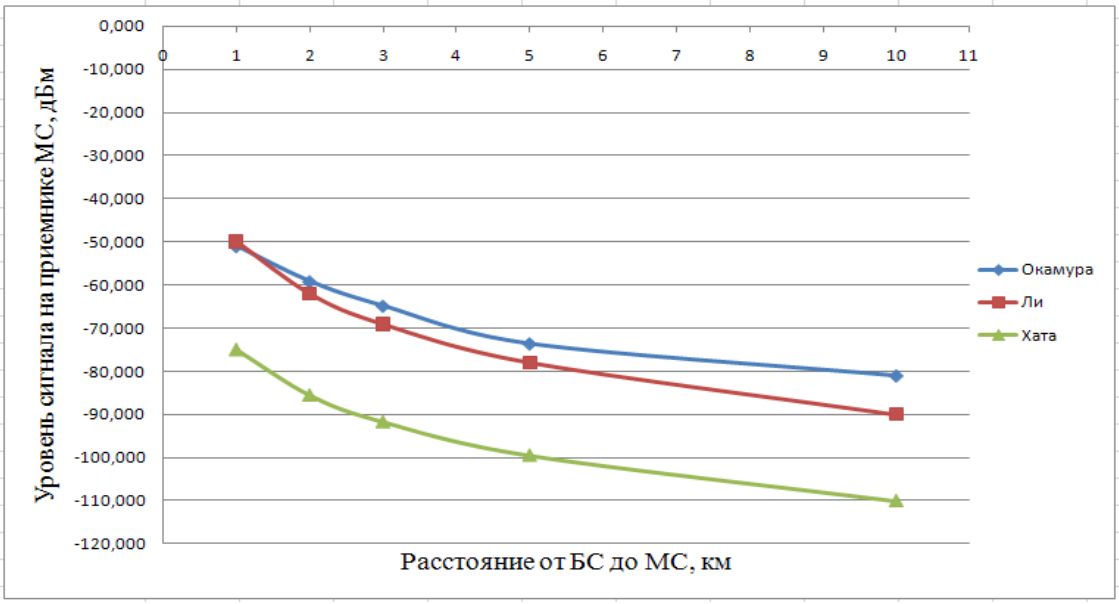


Рисунок 1. Уровень сигнала на приемнике МС.

Расчет скоростных характеристик сети.

Расчет зоны обслуживания делается в предположении, что уровень шума в производственных условиях составляет $N_ш = 10$ пВт (-80 дБм). Расчет параметров скорости производится по формуле Шеннона:

$$C = \Delta f * \log_2\left(1 + \frac{N_c}{N_ш}\right), \text{ Мбит/с} \quad (9)$$

Где Δf - полоса частот; N_c - уровень сигнала; $N_ш$ - уровень шума.

Произведем расчет параметров скорости с использованием измеренного уровня сигнала на приемнике в модели Ли: – 50 дБм, – 70 дБм, – 78 дБм, – 90 дБм, рабочей частоте 20 МГц.

Получим зависимость скорости передачи от расстояния: 1 км– 200 Мбит/с, 3 км– 70 Мбит/с, 5 км– 27 Мбит/с, 10 км– 2,75 Мбит/с.

Необходимо покрыть территорию города площадью 340 кв.км. Чтобы разделить территорию на соты оптимально в большинстве случаев используется геометрическая фигура – шестиугольник.

Площадь соты (шестиугольника): $S_{соты} = \frac{3*\sqrt{3}*R^2}{2}$, кв. км.

Количество базовых станций: $n = \frac{S_{тер.}}{S_{соты}}$ (10)

Определим количество БС, которые нам необходимы для покрытия всей территории города в зависимости от радиуса соты: 1 км– 130 БС, 3 км– 14 БС, 5 км– 5 БС, 10 км– 1 БС. [3]

Приведем зависимость, количества БС и совокупной цены от скорости передачи данных, представленных на рисунке 2.

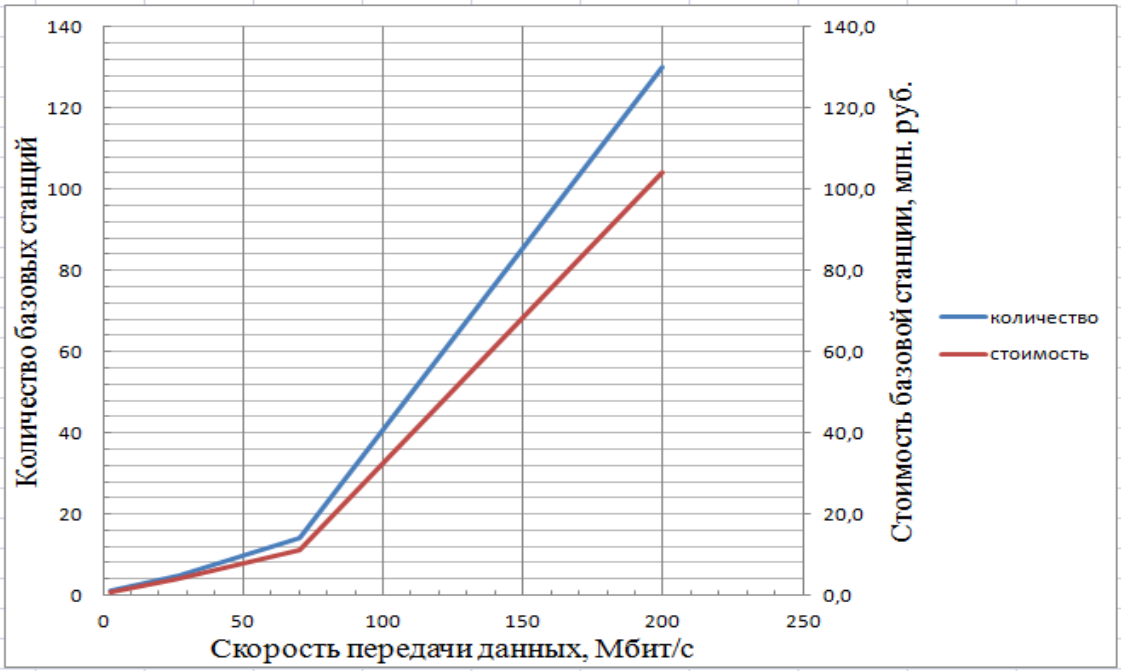


Рисунок 2. Зависимость количества БС и совокупной цены от скорости передачи данных.

При расстоянии 3 км количество БС и их стоимость по сравнению с 5 км возрастает в 3 раза, но при этом скорость на краю соты увеличивается почти в 3 раза. На основании выполненных расчетов и приведенных зависимостей параметров, сделаем вывод, что радиус базовой станции составляет 3 км и для обеспечения покрытия заданного района мобильной сетью LTE-Advanced нам понадобится 14 БС.

Схема частотно – территориального покрытия сотовой сети LTE-Advanced представлена на рисунке 3.

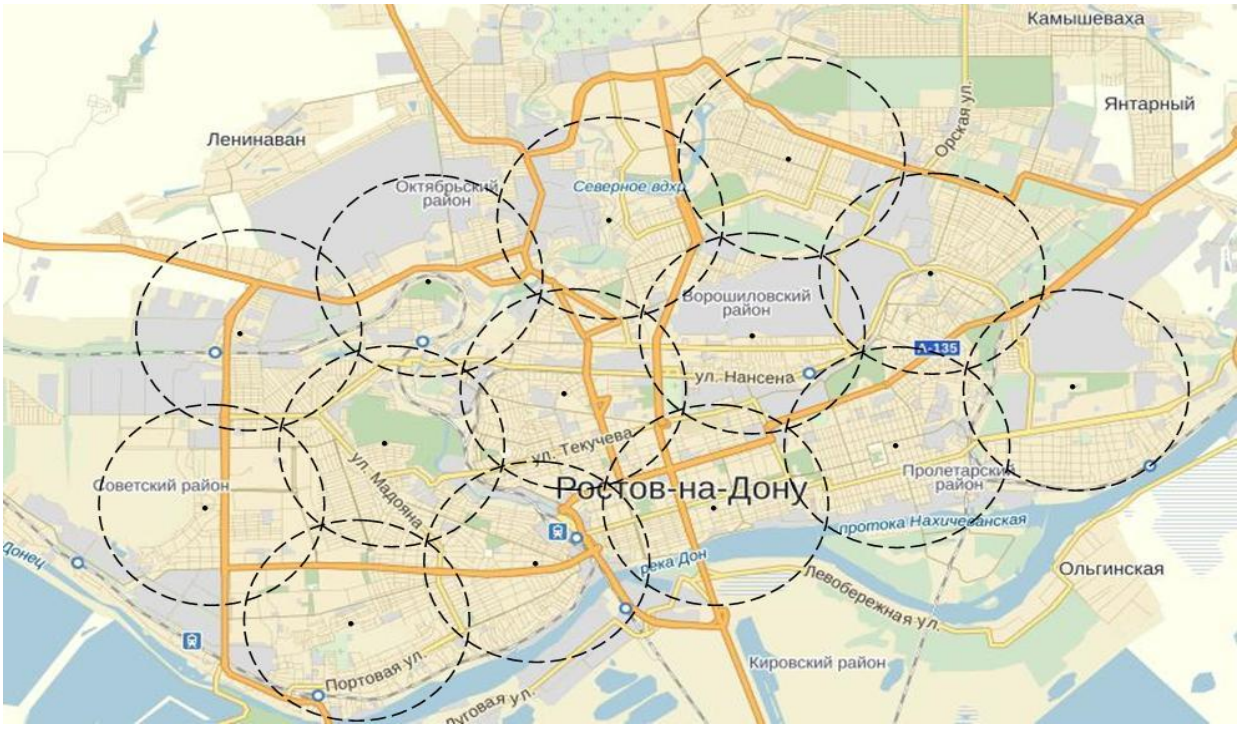


Рисунок 3 – Схема частотно территориально покрытия сотовой сети LTE-Advanced.

Литература:

1. Методическое указание. Расчет технических параметров тк – систем. Нерсесянц А.А. Ростов – на Дону 2012.
2. www.rfcmd.ru – Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем.
3. www.sistemsetia.com – Модели распространения волн в ССПО.

Е.А. Волгарев, Н.И. Ильиных

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОМОДОВОГО ВОЛОКНА

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики» Уральский технический институт связи и информатики (филиал), г. Екатеринбург, Россия

Ключевые слова: многомодовое волокно, химический состав, мультиплексирование с разделением по длине волны (МРДВ), локальная сеть (ЛС), скорость передачи, примеси, центр обработки данных (ЦОД).

В данной статье рассматривается химический состав оптического волокна и способы его применения. Разные виды примесей помогают не только уменьшать межмодовую дисперсию, но и наделять волокно новыми свойствами, такими, как: прочность, невозможность снятия информации и т.д. Рассматривается профиль преломления с точки зрения химического состава, т.е., вопрос о составе примесей и их влиянии на профиль преломления. Кроме этого, рассматривается вопрос о целесообразности использования многомодовых волокон и разновидности стандартов многомодового оптического волокна.

E.A. Volgarev, N.I. Ilinykh

THE CHEMICAL COMPOSITION AND METHODS OF APPLICATION OF THE MULTIMODE FIBER

Federal State Budget Institution of Higher Professional Education "Siberian State University of Telecommunications and Informatics" Ural Technical Institute of Communications and Informatics (Branch), Ekaterinburg, Russia

Keywords: multimode fiber, chemical composition, WDM, LAN, transmission speed, impurities, Data Center.

This article discusses the chemical composition of the optical fiber and methods of its application. Different types of impurities not only help reduce the modal dispersion, but also confer new fiber properties, such as strength, the inability to remove the information, etc. We consider the profile of refraction in terms of chemical composition, i.e., the composition of the impurities and their influence on the refractive index profile. In addition, the issue of whether to use multimode fiber and variety standards multimode optical fiber.

Существует необходимость в создании систем связи и оптоволокон, имеющих высокую пропускную способность, что обусловлено непрерывным ростом в области передачи данных и телекоммуникаций. Одним из способов увеличения пропускной способности оптоволокна (системы) является использование так называемого мультиплексирования с разделением по длине волны (МРДВ (WDM)), при котором осуществляют одновременную передачу нескольких сигналов через оптоволокно на различных длинах волн. Вследствие необходимости использования дорогостоящего периферийного оборудования этот способ применяют, в основном, в сетях дальней связи, в которых используют одномодовые волокна.

Однако в локальных сетях (ЛС (LAN)), в сетях устройств хранения данных (СУХД (SAN)), и в сетях связи, в которых часто используют многомодовые волокна ввиду относительно коротких расстояний и большого количества соединений, также существует растущая потребность в обеспечении высокой пропускной способности, реализуемой посредством способов МРДВ (WDM). Помимо этого, в вышеупомянутых сетях ближней связи стремятся использовать лазеры без термостабилизации, что значительно дешевле, чем использование лазеров с термостабилизацией. При использовании таких лазеров без термостабилизации имеет место сдвиг длины волны излучения лазера при изменении температуры. Как при использовании способов МРДВ (WDM), так и при использовании лазеров без термостабилизации необходимо, чтобы ширина полосы пропускания многомодовых волокон была достаточно высокой во всем относительно широком диапазоне длин волн для обеспечения используемых скоростей передачи.

Многомодовые волокна имеют, в основном, градиентный профиль преломления, что позволяет уменьшить модовую дисперсию. Такие волокна, имеющие большую ширину полосы пропускания, выполненную с возможностью обеспечения высоких скоростей передачи, могут быть созданы путем создания в волокне очень точно заданного профиля распределения показателя преломления. Известно, что профиль распределения показателя преломления таких волокон должен точно соответствовать уравнению:

$$n(r) = n_1 \cdot \sqrt{1 - 2 \cdot \Delta \cdot (\frac{r}{a})^{\alpha}},$$

где:

n_1 - значение показателя преломления сердцевины волокна;

r - радиальное положение в сердцевине волокна (мкм);

Δ - контраст показателя преломления волокна;

α - параметр формы профиля распределения;

a - радиус сердцевины волокна (мкм).

В предпочтительном варианте в качестве легирующих примесей, вводимых в SiO_2 для создания оптической сердцевины, используют GeO_2 и F. В связи с этим важным фактором является то, что концентрация F в оптической сердцевине многомодового волокна является более низкой на оси волокна (в точке r = 0), чем в любом другом месте сердцевины волокна (в точке $0 < r \leq a$), при этом край сердцевины определен как r = a. При увеличении показателя преломления от центра к

краю уменьшается модовая дисперсия, но главное чтобы этот показатель изменялся плавно. Идеально создавать волокно слоями, где каждый слой будет иметь свой показатель преломления, незначительно отличающийся от соседних (на сотые доли). Таким образом, групповая скорость распространения сигнала в волокне будет разной, при этом в центре (r = 0) групповая скорость будет больше, чем на краю сердцевины (r = a). Этого можно добиться добавлением примесей.

Аналогичным образом могут быть использованы другие комбинации легирующих примесей, вводимых в SiO_2 для воздействия на характеристики межмодовой дисперсии оптического волокна таким образом, чтобы обеспечить ослабление зависимости ширины полосы пропускания от длины волны. Кроме вышеупомянутых GeO_2 и F, могут быть использованы следующие легирующие примеси: B_2O_3, P_2O_5, N, TiO_2, ZrO_2, SnO_2 или Al_2O_3.Также при использовании примесей для внешней оболочки волокна можно достичь того, что снять информацию непосредственно с волокна будет невозможно [1].

В центре обработки данных (ЦОД), где обрабатывается и хранится большая часть информации локальной вычислительной сети (LAN), системы передачи сегодня переводятся преимущественно на оптическое волокно, чтобы они могли справляться с объемами обрабатываемой информации. В качестве протокола передачи данных на коммутаторах и серверах обычно используется Ethernet. В настоящее время наивысшая стандартизированная скорость передачи данных по протоколу Ethernet составляет 10 Гбит/с, или 10G (стандарт IEEE 802.3ae для волокна, опубликованный в 2002 г., и стандарт IEEE 802.3an для медных проводников, опубликованный в 2006 г.). Однако IEEE уже работает над стандартами для следующих скоростей протокола Ethernet - 40G и 100G.

Так как требуются скорости более 10 Гбит/с, передачу информации по медным проводам даже и рассматривать не стоить. Что же касается оптических волокон, здесь есть два выбора: одномодовое и многомодовое оптические волокна. Одномодовые имеют одно очень важное преимущество – малое затухание, но использование одномодовых волокон для передачи информации внутри ЦОД экономически невыгодно, так как стоимость оборудования для передачи информации по одномодовому волокну стоит дороже примерно на 25-30%, чем оборудование для многомодового волокна. Здесь играют роль два фактора - рабочая длина волны и, что еще более важно, размер сердцевины волокна, по которой распространяется свет. Известно, что лазерные источники для длинных волн (1310 и 1550 нм) являются более дорогостоящими, чем лазеры с длиной волны 850 нм. Но еще более важно то, что в используемых приемопередатчиках с одномодовыми волокнами должны быть соблюдены значительно более жесткие допуски на совмещение лазера с сердцевиной малого диаметра (9 мкм). При этом требуется не только очень точное расположение компонентов приемопередатчика, но и коннекторы с более жесткими допусками, а, соответственно, более точные методы монтажа и концевой заделки кабелей. Все это приводит к значительному удорожанию систем обработки данных по сравнению с использованием многомодовых волокон.

Лучше всего использовать многомодовый кабель стандарта OM 4, на длине волны 850 нм затухание в кабеле равно 3 дБ/км при ширине полосы пропускания лазера равной 3500МГц•км. Несмотря на небольшое затухание, применение интерфейсов 40G и 100G возможно на расстояние не более 170 м, что для дата-центров вполне приемлемо.

Состав и структура кабельной системы в ЦОД зависят от выбранной схемы соединений серверов и коммутаторов. Всего можно назвать четыре варианта подключения: EoR (в конце ряда), ToR (вверху шкафа), ZDA (зоновая система) и централизованная топология. В зависимости от выбранной схемы и производится расчет длин кабелей и количества распределительных устройств. В серверной части ЦОД скорость передачи данных составляет 1 Гбит/с, в коммутационной — 10 Гбит/с (см. Рисунок 1). Однако картина очень быстро меняется, и в ближайшее время типовыми скоростями в серверной части станут 10 Гбит/с, а для коммутационной — 40 Гбит/с. В связи с этим следует отметить, что, проектируя ЦОД для поддержки скоростей 10/40 Гбит/с, уже сейчас следует предусмотреть переход на 40/100 Гбит/с и заложить соответствующее количество кабелей в проекте. В противном случае при переводе серверной фермы с 10 Гбит/с на 40 Гбит/с придется заново прокладывать всю кабельную систему, а в работающем ЦОД это сделать невозможно. На Рисунке 1 приводится соотношение между коммутаторами и серверами в современных ЦОД, а также прогноз (до 2020 года) относительно поддерживаемых скоростей. Как можно видеть, львиная доля линий приходится на серверную часть ЦОД и скорости в ней значительно отстают от коммутаторной части. Следует отметить, что современная проводка в значительной мере

удовлетворяет требованиям серверной части. Одной из особенностей телекоммуникационной инфраструктуры ЦОД является необходимость совместной эксплуатации различных разновидностей сетевого оборудования с разной линейной скоростью. В частности, ожидается, что уже в 2015–17 годах в ЦОД будут одновременно применяться сетевые интерфейсы со скоростями от 1 до 100 Гбит/с. Если 1- и 10-гигабитные интерфейсы используют одноканальную схему передачи по паре световодов, то в 40- и 100-гигабитной технике приходится прибегать к параллельной передаче по нескольким отдельным субканалам [2].

Применение многомодовых волокон с компенсацией дисперсии позволяет довольно эффективно решить указанную проблему и создать в ЦОД оптическую кабельную систему, конфигурация стационарных линий которой не претерпевает изменений на протяжении всего срока проектной эксплуатации объекта. Для этого разработчику сетевого интерфейса достаточно обратиться к опыту, накопленному в процессе создания активного оборудования, предназначенного для сетей связи общего пользования. При помощи простого заимствования соответствующих схемных решений или использования их в качестве прототипа он сможет перейти в каждом субканале на скорость 25 Гбит/с. Подобный подход не требует увеличения количества волокон в линейном тракте в процессе миграции от 40- к 100-гигабитной технике. Однако для применения сложной многопозиционной модуляции линейного сигнала такая техника должна поддерживать канальную тактовую частоту в 12,5 ГГц. Оставшиеся 20% дополнительной пропускной способности тракта, требуемой для сохранения неизменной гарантированной дальности связи, обеспечивают новые волокна с улучшенными частотными свойствами [3].

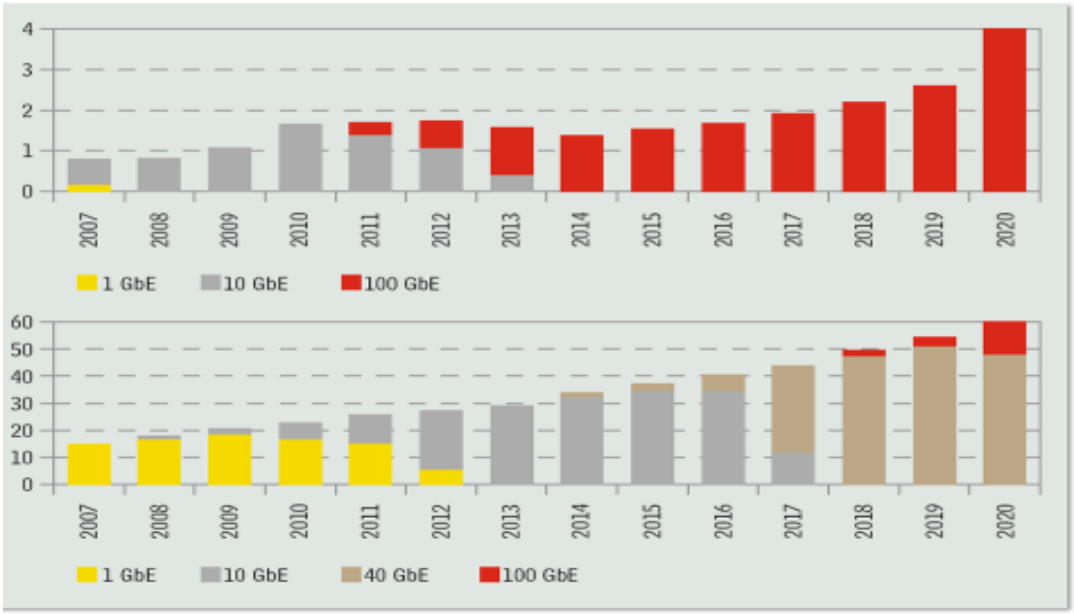


Рисунок 1. Распределение серверов и коммутаторов с различными портами по годам (история до 2011 года и прогноз до 2020 года, по данным Nexans).

Известно, что, чем меньше скорость передачи по волокну, тем на большее расстояние мы можем передать информацию. Например, по стандарту OM 4 для многомодового волокна передавать информацию со скоростью 10 Гбит/с мы можем на расстояние более 550 м, а со скоростью 1 Гбит/с - уже более, чем 1100 м. В эпоху высокоскоростных технологий, когда уже известна передача информации со скоростью боле 1,6 Тбит/с, скорость 1 Гбит/с кажется неактуальным. Но не стоит забывать о том, что для того, чтобы передавать информацию на такой скорости, необходимы большие денежные затраты. Так, многомодовыми волокнами можно покрыть население деревни, поселка и даже небольшого города. По замыслу правительства РФ каждая муниципальная организация должна иметь доступ в интернет. Многим организациям и частным лицам этот доступ предоставляется по телефонным линиям с небольшими скоростями. Если же проложить многомодовое волокно, то можно не только предоставлять организации интернет, но и предоставлять гражданам различные услуги такие как IPTV, VoIP и т.д.

Литература:
1. ЕТТЕН Марк Петер Мари (NL), СТРАЛЕН Маттеус Якобус Николас (NL), МАТТХЕЙСЕ Питер (NL), КРАБСХЕЙС Герт-Ян (NL). Многомодовое оптическое волокно с профилем распределения показателя преломления, система оптической связи с его использованием и способ изготовления такого волокна // Патент (RU 2356076), 27.07.2004.
2. Давид Маззарес. «Многомодовое волокно с улучшенными частотными свойствами»// Технологии и средства связи . №4, 2009, http://www.osp.ru/lan/2013/02/13034061/
3. Давид Гальперович. Кабельная система для ЦОД: витая пара или оптическое волокно?// Журнал сетевых решений/LAN, № 09, 2012, http://www.osp.ru/lan/2012/09/13017308

***В.Г. Кобак, *Д.В. Плешаков, Т.С. Галенко**

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА НА БАЗЕ МОДЕЛИ ГОЛДЕНБЕРГА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ КРОССОВЕРА

*Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики

Ключевые слова: кроссовер, генетический алгоритм, модель Голденберга, мутация.
В данной работе рассмотрена неоднородная минимаксная задача, которая принадлежит к классу NP-полных задач. Решение данной задачи точными алгоритмами даже для задач малой размерности представляет собой временную проблему. В работе задача исследовалась модификацией модели Голдберга с различными видами кроссовера при фиксированной мутации. Был проведен масштабный вычислительный эксперимент, по результатам которого можно сделать предварительный вывод о пользе того или иного вида кроссовера.

***V.G. Kobak, *D.V. Pleshakov, T.S. Galenko**

THE ANALYSIS OF EFFICIENCY OF GENETIC ALGORITHM ON THE BASIS OF THE GOLDENBERG MODEL AT APPLICATION OF DIFFERENT TYPES OF THE CROSSOVER

*Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
The North Caucasus branch of the Moscow Technical University of Communications and Informatics

Keywords: crossover, genetic algorithm, Goldenberg's model, mutation.
In this paper we consider the inhomogeneous minimax problem, which belongs to the class of NP-complete problems. The solution to this problem exact algorithm even for problems of small dimension is a temporary problem. In the paper the problem studied modification of the model with different types of Goldberg crossover at fixed mutation. Conducted a large-scale computational experiment, the results of which can make a preliminary conclusion about the benefits of this or that kind of crossover.

Одним из важнейших операторов генетического алгоритма является кроссовер [1]. Смысл данного оператора заключается в том, что из двух родительских особей получается два потомка в результате обмена генами между родительскими особями. Гены родительских особей представлены в виде последовательности из k бит $G=\{ g_1, g_2,..., g_{k-1}, g_k\}$.

Рассмотрим следующие виды кроссовера:

1. Точечный.
2. Сегментный.
3. Равномерный.
4. Вероятностный.

Сначала рассмотрим точечный кроссовер. Данный кроссовер является самым простым. Он выполняется по следующему принципу:

Случайным образом выбирается пара соседних бита [g_x ; g_{x+1}], определяющих позицию кроссовера. При этом должно соблюдаться условие $0 < x < k$.

Гены g_1-g_x от первого родителя переходят первому потомку, а от второго родителя – второму потомку. Гены g_{x+1}-g_k от первого родителя переходят второрому потомку, а от второго родителя – первому потомку.

Далее рассмотрим сегментный кроссовер. Данный кроссовер является усложнением точечного кроссовера. В нем используется две позици кроссовера. Он выполняется по следующему принципу:

Случайным образом выбирается две пары соседних бит [g_x ; g_{x+1}] и [g_y ; g_{y+1}], определяющих позиции кроссовера. При этом должно соблюдвться условие $0<x<y<k$ (если $x=0$ или $y=k$, то кроссовер сводится к точечному).

Гены g_1-g_x и g_{y+1}-g_k от первого родителя переходят первому потомку, а от второго родителя – второму потомку. Гены g_{x+1}-g_y от первого родителя переходят второму потомку, а от второго родителя – первому потомку.

Теперь рассмотрим равномерный кроссовер. Смысл данного кроссовера заключается в том, что все нечетные гены от первого родителя переходят первому потомку, а от второго родителя – второму потомку, а четные гены наоборот – от первого родителя второму потомку, а от второго родителя – первому потомку.

Смысл вероятностного кроссовера заключается в том, что каждый ген равновероятно может попасть как к первому потомку, так и ко второму. Данный кроссовер работает по следующему принципу:

Для каждаго гена g_i генерируется случайное число r_i от 1 до 100.

Если $r_i \leq 50$, то ген g_i от первого родителя переходит первому потомку, а от второго родителя – второму потомку. Иначе, ген g_i от первого родителя переходит второму потомку, а от второго родителя – первому потомку.

Для определения эффективности описанных видов кроссовера при решении распределительной задачи [2], генетическим алгоритмом на базе модели Голденберга был поставлен вычислительный эксперимент по распределению M=31,131 заданий на N=2,3,4,5 устройств. Количество особей в популяция P=100, вероятность кроссовера и мутации взяты 0.7 и 0.3 соответственно, количество повторов I=200. Полученные результаты представлены в таблице №1.

Таблица№1

M	N	Начальное значение	Конечное значение	Вид кроссовера
31	2	429	415	Вероятностный
		429	418	Равномерный
		429	415	Сегментный
		429	416	Точечный
	3	295	279	Вероятностный
		295	283	Равномерный
		294	279	Сегментный
		294	280	Точечный
	4	223	205	Вероятностный
		224	211	Равномерный
		223	207	Сегментный
		224	209	Точечный

	5	190	175	Вероятностный
		190	178	Равномерный
		190	176	Сегментный
		191	177	Точечный

131	2	1800	1738	Вероятностный
		1798	1758	Равномерный
		1799	1742	Сегментный
		1800	1747	Точечный
	3	1213	1149	Вероятностный
		1213	1185	Равномерный
		1213	1164	Сегментный
		1212	1173	Точечный
	4	926	890	Вероятностный
		926	894	Равномерный
		927	881	Сегментный
		925	886	Точечный
	5	760	718	Вероятностный
		756	720	Равномерный
		759	712	Сегментный
		760	715	Точечный

Вывод

Из приведенных в таблице №1 результатов видно, что применение вероятностного кроссовера для малого количества заданий наиболее перспективно. Однако при увеличении количества заданий и при увеличении количества приборов более перспективным становится сегментный кроссовер и разработчик сложных систем сам может выбрать какой кроссовер лучше выбрать.

Литература:

1. Каширина И.Л. Введение в эволюционное моделирование. Воронеж, 2007 г.
2. Алексеев В.Ю. Комплексное применение методов дискретной оптимизации. Москва, “Наука”, 1987 г.
3. Титов Д.В., Кобак В.Г. Исследование способа формирования элитной особи генетического алгоритма для однородных систем. Математические методы в технике и технологиях - ММТТ-22: сб. тр. XXII Междунар. науч. конф. и IV Междунар. науч. - метод. симп. / ДГТУ. – Ростов н/Д, 2009.
4. Емельянов В.В., Курейчик В.М., Курейчик В.В. Теория и практика эволюционного моделирования. – М.: Физматлит, 2003.

С.В. Гаркуша

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ ПЛАНИРОВАНИЯ ЧАСТОТНОГО РЕСУРСА В НИСХОДЯЩЕМ КАНАЛЕ СВЯЗИ ТЕХНОЛОГИИ WIMAX

Полтавский университет экономики и торговли, г. Полтава, Украина

Ключевые слова: WiMAX, беспроводная сеть, распределение подканалов, самоорганизация, математическая модель.

Приведены результаты разработки математической модели распределения подканалов нисходящего канала связи технологии WiMAX. Предложенная модель направлена на обеспечение гарантированного качества обслуживания пользователей беспроводной сети путем выделения пользовательской станции требуемой скорости передачи в нисходящем канале связи. Проведен сравнительный анализ предложенной модели с существующими методами распределения радиоресурса технологии WiMAX с точки зрения обеспечения общей производительности нисходящего канала связи, степени балансировки пропускной способности, а также вероятности выделения пользовательским станциям требуемой скорости передачи.

S.V. Garkusha

RESULTS OF DEVELOPMENT PLANNING MODELS FREQUENCY RESOURCES IN A DOWNLINK WIMAX

Poltava University of Economics and Trade , Poltava, Ukraine

Keywords: WiMAX, wireless network, the allocations of subchannels, self-organization, the mathematical model.

The results of development a mathematical model subchannel allocation downlink WiMAX. The proposed model is aimed at providing guaranteed quality of service wireless users by allocating the subscriber station required transmission rate in the downlink. A comparative analysis of the proposed model with existing methods of radio resource allocation of WiMAX in terms of overall performance downlink power balancing capacity, as well as the probability of selection subscriber stations required transmission rate.

Одним из эффективных путей повышения производительности и улучшения основных показателей качества обслуживания (Quality of Service, QoS) для систем, использующих технологию WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), основанной на стандарте IEEE 802.16, является использование принципов структурной и функциональной самоорганизации. Использование решений по самоорганизации позволяет эффективно реагировать на изменение состояния и условий функционирования беспроводной сети, которые могут быть продиктованы, например, выходом из строя или перегрузкой элементов сети, колебаниями поступающего в сеть трафика, динамикой изменения сигнально-помеховой обстановки и т.д. [1, 2]

Высокий уровень самоорганизации может быть достигнут путем усовершенствования сетевых протоколов и механизмов, отвечающих за распределение доступных сетевых ресурсов. Необходимо заметить, что стандарт IEEE 802.16 не определяет механизмы планирования и распределения ресурсов сети, оставляя право выбора за операторами связи и производителями (вендорами) оборудования. К подобного рода ресурсам, прежде всего, относятся сетевой трафик (информационный ресурс), пропускные способности каналов связи (канальный ресурс), очереди (буферный ресурс), а также частотные поднесущие (частотный ресурс), что особенно важно для беспроводных сетей [1-3].

Были проанализированы методы распределения доступных ресурсов, использующие алгоритм Round Robin Scheduler, Max C/I Ratio и Proportional Fair Scheduling. Анализ показал, что наиболее приемлемым механизмом для предоставления доступа к радиоресурсам технологии WiMAX был бы механизм, включающий в себя особенности Round Robin и Max C/I Ratio алгоритмов. Выбор алгоритма зависит от категории и величины нагрузки. Правильный выбор алгоритма для предоставления доступа особенно важен при большой нагрузке. Повышение качества

обслуживания при планировании радиоресурса каждой пользовательской станции (ПС) должно быть направлено на обеспечение гарантированной скорости передачи с возможностью доступа к дополнительной (не гарантируемой) полосе пропускания. Однако ни один из проанализированных механизмов не способен обеспечить подобного CoS.

В результате проведенного анализа принято решение о необходимости разработки математической модели планирования частотно ресурса в нисходящем канале связи технологии WiMAX, сформулированной как задачи распределения подканалов, для обеспечения гарантированной скорости передачи пользовательских станций.

Математическая модель распределения подканалов в беспроводной сети стандарта IEEE 802.16

В предлагаемой модели предполагаются известными следующие исходные данные: N – общее количество ПС в сети; L – число подканалов, используемое в зависимости от выбранной ширины частотного канала; $R^n_{трб}$ – требуемая скорость передачи данных для обслуживания n-й ПС (Мбит/с); R^n – пропускная способность одного подканала, выделенного n-й ПС.

В ходе решения задачи распределения подканалов в рамках предлагаемой модели необходимо обеспечить расчет управляющей переменной ($x_{n,l}$), определяющей порядок распределения подканалов. В соответствии с физикой решаемой задачи на управляющую переменную накладывается следующее ограничение:

$$0 \le x_{n,l}, \ (n = \overline{1,N}, \ l = \overline{1,L}) \tag{1}$$

При расчете искомых переменных $x_{n,l}$ необходимо выполнить ряд важных условий-ограничений:

1) Условие выделения n-й пользовательской станции скорости передачи на l-м подканале, не превышающей пропускную способность подканала:

$$x_{n,l} \le \frac{R_c^{n,l} k_b^{n,l} K_s (1 - BLER)}{(T_b + T_g + T_{\text{RTG}} + T_{\text{TRG}}) R^n_{трб}} \quad (n = \overline{1,N}, \ l = \overline{1,L}), \tag{2}$$

где R_c^n – скорость кода, используемого при кодировании сигнала n-й ПС; k_b^n – битовая загрузка символа n-й ПС; K_s – число поднесущих для передачи данных на одном подканале; $T_{\text{RTG}} = 105{,}7$ мкс – длительность интервала переключения с приема на передачу (receive/transmit transition gap, RTG); $T_{\text{TRG}} = 60$ мкс – длительность интервала переключения с передачи на прием (transmit/receive transition gap, TRG); T_b=89,6 мс – полезная часть символа имеет фиксированную длительность; T_g - защитный интервал между сиволаи; $BLER$ – вероятность блоковой ошибки, получаемая за счет механизма HARQ (Hybrid automatic repeat request);

2) Условие удовлетворения требований по скорости передачи для каждой пользовательской станции в нисходящем канале связи при используемой схеме модуляции и кодирования (Modulation and Coding Scheme, MCS):

$$\sum_{l=1}^{L} x_{n,l} \ge 1 \quad (n = \overline{1,N}). \tag{3}$$

3) Условие закрепления подканала только за одной пользовательской станцией:

$$\sum_{l=1}^{L} x_{n,l} x_{s,l} = 0 \quad (n, s = \overline{1,N}, \ n \ne s) \tag{4}$$

Расчет искомых переменных (1) в соответствии с условиями-ограничениями (2)-(4) целесообразно осуществлять в ходе решения оптимизационной задачи, обеспечивая минимум или максимум предварительно выбранного критерия качества решения задачи распределения

подканалов. Задача распределения подканалов может быть решена с использованием критерия оптимальности, направленного на максимизацию общей производительности нисходящего канала связи. Таким образом, критерий оптимальности примет вид:

$$\max \sum_{l=1}^{L} \sum_{n=1}^{N} x_{n,l} \quad (5)$$

при учете условий-ограничений (2)-(4). Использование критерия оптимальности (6) совместно с условиями-ограничениями (2)-(4) направленно на обеспечение гарантированной скорости передачи с возможностью доступа к дополнительной (не гарантируемой) полосе пропускания, что в CoS соответствует подклассу B.

Сформулированная задача с математической точки зрения является задачей нелинейного программирования – NLP (NonLinear Programming). Переменная, используемая в критерии оптимальности (5), является нецелочисленной, ограничения на искомые переменные (2) и (3) носят линейный, а ограничения (4) – нелинейный характер.

Пример решения задачи распределения подканалов

С целью анализа решений по распределению подканалов в нисходящем канале связи, получаемых с использованием известных методов, а также предложенной модели (1)-(5) рассмотрим пример, при котором для распределения подканалов в нисходящем канале связи в качестве исходных данных были использованы следующие: количество пользовательских станций – N=5; количество подканалов, формируемых в нисходящем канале связи – L=15; число поднесущих для передачи данных на одном подканале – K_s=12; скорость кода, используемая при кодировании сигнала первой ПС – R_c^1=2 (QPSK), второй – R_c^2=3 (8-PSK), третьей – R_c^3=5 (32-QAM), четвертой – R_c^4=2 (QPSK), пятой – R_c^5=5 (32-QAM); битовая загрузка символа первой ПС – $k_b^1 = 1/2$, второй – $k_b^2 = 1/2$, третьей – $k_b^3 = 1/4$, четвертой – $k_b^4 = 3/4$, пятой – $k_b^5 = 1/2$.

В качестве примера было получено решение сформулированной в работе оптимизационной задачи с использованием системы MatLab R2012b. При этом в была задействована программа fmincon пакета оптимизации Optimization ToolBox. Для примера всем пользовательским станциям были установлены одинаковые требуемые скорости передачи, которые принимали значения $R_{трб}^n = 0 \div 1{,}9$ Мбит/с.

Как показали результаты моделирования общая производительность нисходящего канала связи при использовании известных методов на протяжении всего интервала измерения не изменялась и составила для метода Round Robin – 1,205 Мбит/с, метода Proportional Fair – 1,2 Мбит/с, а для метода Max C/I Ratio – 1,91 Мбит/с. Общая производительность нисходящего канала связи при использовании предложенной модели (1)-(5) на участке $R_{трб}^n = 0{,}1 \div 0{,}4$ Мбит/с имела максимальное значение и составляла 1,69 Мбит/с. На интервале $R_{трб}^n = 0{,}4 \div 1{,}9$ Мбит/с общая производительность уменьшилась на 33 % до значения 1,13 Мбит/с.

Также получены результаты моделирования отображающие динамику изменения степени балансировки пропускной способности нисходящего канала между пользовательскими станциями. Степень балансировки пропускной способности определялась в соответствии с выражением

$$F^i = 1 - \left(\left[\max_n R_n^i - \min_n R_n^i \right] \Big/ \sum_{n=1}^{N} R_n^i \right),$$

где R_n^i – скорость передачи, выделенная n-й UE на i-м интервале измерения, $n = \overline{1, N}$.

Как показали результаты моделирования степень балансировки пропускной способности нисходящего канала связи при использовании известных методов на протяжении всего интервала измерения не изменялась и составила для метода Round Robin – 0,85, для метода Proportional Fair – 0,825, а для метода Max C/I Ratio – 0. Степень балансировки пропускной способности нисходящего канала связи при использовании предложенной модели (1)-(5) на участке $R_{трб}^n = 0{,}1 \div 0{,}4$ Мбит/с

имела минимальное значение и составляла 0,18. На интервале $R^n_{трб} = 0{,}4 \div 1{,}9$ Мбит/с степень балансировки пропускной способности увеличилась до значения 0,94.

Кроме того, методом Proportional Fair не обеспечивается требуемая скорость передачи для всех пользовательских станций начиная с 1,4 Мбит/с. При использовании метода Round Robin требуемая скорость передачи для третьей ПС не обеспечивается начиная со значения $R^3_{трб} = 1{,}8$ Мбит/с. Использование метода Max C/I Ratio позволяет обеспечить требуемую скорость передачи только одной (пятой) ПС, имеющей наивысшее значение произведения битовой загрузки символа и скорости кодирования. Использование предложенной модели (1)-(5) обеспечивает выделение требуемой скорости передачи ПС на всем интервале измерения $R^n_{трб} = 0{,}1 \div 1{,}9$ Мбит/с.

Выводы

Предложена математическая модель, представленная рядом линейных и нелинейных условий-ограничений. Новизна модели состоит в формулировке задачи распределения подканалов как задачи перераспределения доступной пропускной способности нисходящего канала технологии WiMAX для передачи информации в направлении пользовательских станций, при учёте их территориальной удаленности (вида системы модуляции и кодирования).

Проведенный анализ показал, что методы Max C/I Ratio, Round Robin и Proportional Fair эффективны лишь в условиях невысоких требований к скорости передачи. В условиях высоких требований к скорости передачи пользовательских станций эффективной оказалась модель (1)-(5), обеспечивая каждой пользовательскому станции гарантированную скорость передачи с возможностью доступа к дополнительной (не гарантируемой) полосе пропускания, что в классах сервиса CoS соответствует подклассу B, тогда как другие методы не гарантируют выделения требуемой скорости передачи, что в классах сервиса CoS соответствует подклассу A.

Литература:

1. Гаркуша С.В. Разработка и анализ модели распределения подканалов в сети стандарта IEEE 802.16 // Вестник национального университета «Львовская политехника»: Радиоэлектроника и телекоммуникации, 2012, № 738, С. 177-185.

2. Гаркуша С.В. Разработка и анализ масштабируемой модели распределения подканалов в сети стандарта IEEE 802.16 // Сборник научных трудов Харьковского университета воздушных сил, 2012, Вып. 4(33), С. 68-74.

3. Гаркуша С.В. Разработка и анализ двухиндексной модели распределения частотных каналов в многоканальной mesh-сети стандарта IEEE 802.11 [Електронный ресурс] // Проблемы телекоммуникаций, 2011, № 3 (5), С. 38-57. – Режим доступа к журн.: http://pt.journal.kh.ua/2011/3/1/113_garkusha_mesh.pdf.

А.О. Геливер, А.В. Ковалева, С.А. Поттосина

О НЕКОТОРЫХ МОБИЛЬНЫХ РЕШЕНИЯХ В СФЕРЕ МУЛЬТИМЕДИА И ИНФОКОММУНИКАЦИЙ

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

Ключевые слова: android, мультимедиа, коммуникации, телевидение, конференц-комната

Представлены место, которое занимают информационно-коммуникативные технологии (ИКТ) в мировых масштабах, анализ их развития и роль, которую играют мобильные технологии. Рассмотрены задачи, решаемые с помощью мобильных технологий, в сфере мультимедиа и коммуникации.

A.O. Heliver, A.V. Kovaliova, S.A. Pottosina

MOBILE SOLUTIONS IN MULTIMEDIA AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Belarus

Keywords: android, multimedia, communication, television, conference-room.

Described the role of information and multimedia technologies in IT all over the world. Analysis and evolution of mobile world and their influence in IT sphere. Presented mobile solutions in multimedia and communication technologies.

Согласно определению, принятому ЮНЕСКО, ИКТ — это комплекс взаимосвязанных научных, технологических, инженерных дисциплин, изучающих методы эффективной организации труда людей, занятых обработкой и хранением информации; вычислительная техника и методы организации и взаимодействия с людьми и производственным оборудованием, их практические приложения, а так же связанные со всем этим социальные, экономические и культурные проблемы. Сами ИКТ требуют сложной подготовки, больших первоначальных затрат и наукоемкой техники. Их внедрение должно начинаться с создания математического обеспечения, моделирования, формирования информационных хранилищ для промежуточных данных и решений. Тренды и факторы будущего развития ИКТ, специфичные для развития направления рассматриваются с социальной, технологической, экономической, экологической и политической точек зрения с учетом степени их значимости и неопределенности.

В большинстве передовых стран мира, таких, как, например, Канада, Корея, Малайзия, Сингапур, США, разработаны и реализуются стратегии или комплексные программы информационного развития как общества в целом, так и отдельных сфер деятельности [2]. По прогнозам аналитической компании IDC, изменение технологической платформы достигнет колоссальных масштабов уже к 2020 году. Развитие ИКТ будет обусловлено преимущественно «облачными», мобильными и социальными технологиями, а также технологиями обработки больших объемов данных, практически все приложения будут создаваться и работать в «облаке».

Поэтому правительства многих стран стали разрабатывать и внедрять свои стратегические программы по миграции государственных информационных систем в «облако», централизуя многочисленные отраслевые дата-центры, используя возможности виртуализации серверов и рабочих станций и возможности ИТ-аутсорсинга. Все это позволяет резко снизить текущие бюджетные затраты на содержание и развитие проектов «электронных правительств», на содержание многочисленных государственных и отраслевых информационных систем.

Рассматривая мировые тенденции развития мобильной индустрии и исследования в этой области, то можно заметить, что современный человек проводит в руках со своим смарфоном порядка 80 минут в день. При этом так же следует обратить внимание, что традиционные звонки составляют лишь 7 минут из них. Остальное время пользователь проводит в социальных сетях, которые занимают первое место по количеству отводимого на них времени – это 24 минуты в день (30%).

Внутриорганизационная коммуникация представляет собой часть производственно-хозяйственной деятельности [1]: связь между отделами, отчеты отдела реализации или ведомости складского учета и т.п. Коммуникация внутри организации включает в себя инструктирование, информацию, обучение, менеджмент методом разговоров. Коммуникация важный организационный инструмент и необходимое условие для эффективного развития и внедрения корпоративной политики. Сейчас этой области уделяется особое внимание, и сфера мобильного ИКТ не могла обойти ее стороной.

Ниже рассмотрено приложение «Умный календарь», которое являются примером одного из направлений мобильного ИКТ и разработаны авторами в проектной части их дипломной работы. Данное приложение работает на устройствах под управлением системы Android, начиная с версии 2.3 и выше. Разработка ведется на языке программирования Java с использованием Android SDK. Приложения Java обычно транслируется в специальный байт-код, поэтому они могут работать на любой виртуальной Java-машине (JVM) вне зависимости от компьютерной архитектуры. При разработке приложения весь код так же транслируется в байт код, который впоследствии запускается на виртуальной машине Dalvik [6]. Это сделано потому, что данная виртуальная машина

оптимизирована для работы на мобильных устройствах. Где мобильные устройства – это устройства с ограниченными вычислительными ресурсами.

Данное мобильное приложение преследует следующую цель: улучшить процесс использования конференц-комнат крупных компаний. Оно поможет сократить временные затраты на поиск и бронирование конференц-комнат, предотвратит коллизии, а самое главное повысит уровень внутренней коммуникации компании. Приложение позволяет просмотр всех доступных конференц-комнат, проанализировать предстоящие события, как всех так и отдельно взятой комнаты, а также возможность забронировать ее для предстоящего события. Так же, для больших офисов, занимающих более одного этажа, предоставлена возможность просмотра плана здания.

В приложении доступна функция «Умный календарь», которая активизируется только после задания даты и времени начала и окончания конференции, а так же имени предстоящего события. После чего показывается список конференц-комнат и временем их доступности (время начала и окончания, когда комната доступна для проведения митинга).

Список конференц-комнат формируется следующим образом:

1. На основе введенного времени начала и окончания события вычисляется длительность митинга.
2. Осуществляется поиск свободных конференц-комнат для указанной даты, используя следующие условия:
   - Введенное время начала митинга должно быть <= времени, с которого конференц-комната свободна. Например, если комната для проведения митинга необходима с 11 утра, то в списке должны быть представлены комнаты, которые доступны с 11 утра или позже.
   - Вычисленная длительность митинга должна быть <= времени, в течение которого доступна конференц-комната.
   - Время начала и окончания митинга должно быть меньше, чем время окончания, указанное в настройках приложения для отображения часов в календаре. Это условие необходимо, чтобы система не предлагала нерабочее время для проведения митинга.
3. Для каждой конференц-комнаты отображается только ближайший доступный интервал времени.
4. Полученный список конференц-комнат отсортирован по времени их доступности, т.е. самые ближайшие к указанному времени начала митинга находящегося в начале списка.

При выборе наиболее подходящей конференц-комнаты модальное окно закрывается, и следующие данные обновляются/заполняются на форме создания конференции согласно выбранным ранее данным

Телевидение – наиболее востребованная у населения Земли информационная услуга: число телезрителей намного превышает число пользователей интернета, абонентов стационарных и мобильных сетей связи вместе взятых. Многопрограммное и многоязычное аналоговое телевизионное вещание во многом сглаживает сегодня острые социальные и экономические проблемы цифрового неравенства населения планеты.

Очевидно также, что широкое развитие сети абонентов мобильного телевидения приведет к изменению роли и места обычного вещания на стационарные телевизоры, по всей видимости, нас ожидают такие же процессы перераспределения, как между фиксированной и мобильной связью. Может случиться, что по отношению к мобильному терминалу стационарный – современный цифровой ТВ-приемник будет выполнять для абонента ту же роль, которую сейчас выполняет кинотеатр по отношению к домашнему телевизору.

Рассмотрим мобильное решение «Мобильное телевидение», целью которого является удовлетворение всех требований пользователя за счёт создания удобного, простого, надёжного интерфейса приложения мобильного телевидения с его программной поддержкой. Приложение призвано решать следующие задачи:

1. Предоставление пользователю возможность достигнуть конечного результата наилучшим способом, то есть наиболее эффективно, рационально, удобно;
2. Предоставление неопытному пользователю доступные инструкции и наглядно обозначенные приоритеты основных задач;

3. Предоставление опытному пользователю доступа к средствам ускоренного выполнения задач и более мощной функциональности;
4. Сокращение нагрузки на пользователя и обеспечение оптимального использования системных ресурсов;
5. Предоставление контента, потребность в котором послужит мотивом для первого и последующих посещений;
6. Оказание помощи пользователям целевой аудитории в принятии важных решений.

Описание возможностей системы позволяет оценить функционирование данного проекта со стороны внешнего наблюдателя. В этом случае рассматривается только то, что может делать система, а не сами механизмы, обеспечивающие это.

Распространение информационно-коммуникационных технологий продолжает увеличиваться во всем мире, что стимулируется постоянным снижением расценок на услуги телефонии и широкополосного Интернета. В частности, по данным Министерства связи Беларуси планируется, что до 2015 года Беларусь войдет в топ-30 стран с самыми высокими показателями индекса информационно-коммуникационных технологий [3].

Таким образом, в скором будущем посредством глобальной Сети все компьютеры смогут связываться между собой, а все коммуникационные устройства при этом будут способны выполнять вычислительные задачи. Мобильная связь и Интернет были главными двигателями мировых телекоммуникаций прошлого десятилетия. В случае объединения обеих отраслей в "мобильный Интернет" получается движущая сила для отрасли на будущее десятилетие.

Литература:

1. Коммуникации в организации/ Каймакова М. В, Ульяновск : УлГТУ, 2008.
2. Электронный источник: http://habrahabr.ru/post/145156/.
3. Электронный источник: http://wuz.by/novosti/belarus/belarus-zanimaet-41-e-mesto-v-mire-po-pokazateljam-razvitija-tehnologii.html
4. Электронный источник: http://www.computel.ru/decision/business/mobile-dev/
5. Электронный источник: http://ncste.kz/sites/default/files/%D0%A0%D0%B5%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%20%D1%81%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%8F%20%D0%98%D0%9A%D0%A2.pdf
6.Электронный источник: http://developer.android.com/index.html.

А.А. Манин, И. А. Сосновский, В.Е. Герасименко

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ СЕТИ ETHERNET

Северо-Кавказский филиал московского технического университета связи и информатики, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: расчет, сеть, Ethernet, трафик, топология, маршрутизатор, коммутатор, ПО, моделирование.

Рассматривается задание требований к программному обеспечению (ПО), как первого этапа разработки программного обеспечения «Автоматический расчет сети Ethernet», целью которого будет являться оптимизация и рациональный анализ сети.

A.A. Manin, I.A. Sosnowski, V.E. Gerasimenko

AUTHOMATED CALCULATION OF ETHERNET

North-Caucasian Branch of the Moscow Technical University of Communication and Informatics, Rostov on Don, Russia

Keywords: calculation, network, Ethernet, traffic, topology, router, softwear, modeling

Setting requirements to softwear is considered as the first stage of calculation development of the “Automated calculation of Ethernet” softwear wich purpose is to provide optimization and rational analysis of the network.

Современный этап развития сетей передачи данных характеризуется значительным повышением информационной нагрузки. Стало уже вполне привычным интеграция в сеть такого оборудования как камеры наблюдения, системы контроля доступом, IP-телефония. Это приводит к необходимости решения задачи контроля величины трафика в ветвях сети. Необходимо отметить, что при наличии методик расчёта сетей масштаба предприятия, их автоматизация пока не обделена должной реализацией. Исходя из этого, разработка программного обеспечения, позволяющего осуществлять расчёт параметров сети, является актуальной задачей.

Настоящий доклад будет посвящён заданию требований к программному обеспечению (ПО), как первого этапа разработки программного обеспечения.

Основное внимание при разработке ПО необходимо уделить порядку расчета информационных потоков как внутри ЛВС, так и потоков обмена с Internet. Методика расчета приведен в методической рекомендации «Расчет сети Ethernet» [1].

1.Требования к программной среде для разработки ПО.

Для разработки ПО необходимо использовать язык программирования который позволит предоставить весь необходимый спектр функциональных элементов, удовлетворяющих запросам и параметрам программного продукта. Код программы разрабатывается адаптивно и подходит почти под все вариации линейки операционной системы Windows (7, XP, Home Edition, 2000 и т.д.). Функциональность данного оборудования позволит проводить расчеты, не привязывая условия работы к стационарности, виду ЭВМ и иным условиям.

2. Требования к интерфейсу для разработки ПО.

Программное обеспечение должно обладать «дружелюбным» интерфейсом, позволяющим эксплуатировать и вести расчеты, не имея каких-либо специальных навыков и умений, помимо приведенных в методике [1]. Это целенаправленно расширит круг применения продукта и внедрит его для повсеместных целей и задач, таких как расчет сетей предприятий, с целью минимизации затрат на построение данных сетей, ведение и мониторинг уже существующих сетей, их наращивание, посредством динамической нагрузки трафика и оборудования и т.д. Элементы интерфейса, обеспечивающие выполнение распространённых операций имеет смысл располагать аналогично подобным элементам в наиболее хорошо знакомым пользователю продуктах. Для обозначения графических элементов интерфейса, определяющих основные операции, стоит цель использовать символику, устоявшуюся и ставшую стандартом или хорошо знакомую пользователю в силу его специализации. Все модули ПО будут связаны в единую систему обозначений и цветовых ориентиров, целью которых будет являться оптимальная работа в программе, не вызывающая двусмысленных ситуаций.

3.Требования к программному коду

Программный код будет в полной мере реализовать все возможные функции и цели продукта. Имеется необходимость структурирования, оптимизации, отката нежелательных побочных эффектов, способных повлиять на функциональность и работоспособность продукта. Весь кодовый листинг должен содержать необходимый объем справок, сносок и пояснений, призванных облегчить работу с целью его дальнейшего изменения, совершенствования и дополнения.

4. Требования к функциональности ПО.

Программа будет представлять собой совокупность нескольких блоков (модулей), каждый из которых выполняет определенную функцию (регистрация пользователя, структурирование компонентов, отладка сети, вывод рекомендаций по оптимизации, сохранение результатов работы). Это откроет возможность более информативно вести работу, вычисления, вносить изменения и поправки. Весь цикл действий непосредственно будет записываться в протокол, который по окончании работы автоматически сохранится в необходимом формате (Excel, Word и т.д.). При необходимости проведения мониторинга алгоритма действий и его изменений в процессе сеанса

программы, пользователь может воспользоваться данными протоколами для повышения качества дальнейшей работы на данном ПО.

4. (а) Первый модуль будет целесообразно представить в виде идентификационного окна, для введения имени, фамилии, при необходимости названия предприятия, отдела, студ. группы и т.д. Это делается с целью закрепить данного пользователя в протокол ведения программы. То есть, при просматривании действий программы пользователь будет непосредственно знать, кто работал до него и какие действия были предприняты.

4. (б) После заполнения всех идентификационных данных, программа сможет допустить пользователя ко второму модулю, представляющему собой окно проектирования структуры сети. Этот модуль будет является ключевым, так как все дальнейшие расчеты и анализ будут проводиться исходя из данных, выбранных пользователем в данном окне. Из выпадающих списков сверху для построения и структурирования сети будет предложено основное коммутационное оборудование связи (маршрутизаторы, коммутаторы, хабы). Устройства устанавливаются в нужном порядке на поле структуры сети и обеспечивается необходимое количество соединений и топологий. В качестве оконечных устройств могут выступать ПК, телефоны, факсы, принтеры, медиатехника, для поставленной задачи проектирования сети, заданной пользователем. В программе должны быть прописаны и проэмулированы коэффициенты пульсации трафика, повсеместно встречающиеся в работах реальных действующих сетей.

4. (в) После построения сети необходимого типа программа сможет произвести расчет параметров трафика во всех ветвях сети. Все показания должны выводиться в динамическом варианте и отображаться в портативных окнах возле каждого устройства и ветви. Интерактивные окна будут иметь в себе показания о нагрузках на линии, узлы, количество установленных активных соединений.

4. (г) Весь процесс проектирования, настройки и расчета сети будет производиться в сопровождении полного объема справочной информации, ссылок, технического и теоретического базиса, к которому в любой момент времени можно прибегнуть с целью разъяснения действий и получения дальнейших рекомендаций по работе с сетью.

4. (д) По окончанию произведения расчетов необходимо возникновение окна, которое автоматически выдаст самые оптимальные параметры, которые следует применить к коммутационному оборудованию. Затем следует настройка и характеристика самих устройств и функции обмена между ними (количество портов, таблицы маршрутизации, пропускные способности каналов на устройствах разных типов) на основании вышеизложенных рекомендаций.

4. (е) Следующим этапом выполнения программы является моделирование работы сети с полностью настроенными оптимальными параметрами пропускных способностей ветвей, коммутационного оборудования, их взаимодействием. Сеть будет полностью настроена и отображать работу в динамическом режиме, с возможностью мониторинга всех основных параметров, влияющих на качество и эффективность данной сети.

5. Требования к информационно-справочному обсепечению ПО.

При возникновении неисправностей, также нерациональной структуре сети, различного рода ошибок, нестабильной работы устройства или соединения, в программе должен быть предусмотрен автоматический вывод информации, содержащий все необходимые рекомендации об исправлении, правке, замене оборудования или изменению его параметров. Таким образом, данный метод позволит наиболее эффективно организовать сеть, предвидеть возможные недостатки, с целью предупреждения их дальнейшего развития.

По общим правилам выполнения расчетов структуры сети Ethernet в справочном окне приведены подробные методические указания «Расчет сети Ethernet» [1]. Они будут включать в себя назначения и функции управляющих элементов программы, их описания, возможности. Также имеет цель выведения рекомендаций по построению топологии сети, теоретический базис, описывающий сети данного типа, порядок и методику выполнения их анализа.

Литература:

1. А. А. Нерсесянц. Методичечкие указания к практическим занятиям по теме: «Расчет локальной вычислительной сети Ethernet». Ростов-на-Дону: СКФ МТУСИ,2009.-12.

С.Ю. Греков

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НОВОЧЕРКАССКАЯ ГРЭС

Московский Технический Университет Связи и Информатики Северо-Кавказский Филиал,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: управление, ресурс, система монниторинга, энергообъект, телесигнализация, видео-конференция, телеинформация.

Приводятся технические решения, принятые с участием автора при разработке системы мониторинга энергообъектов в Ростовской области. Система мониторинга предназначена для сбора телеинформации (ТИ) и телесигнализации (ТС), её соответствующего кодирования и передачи по иерархическим ступеням управления: региональный диспетчерский пункт (РДУ), объединённое диспетчерское управление (ОДУ) и центральное диспетчерское управление (ЦДУ). Приводится сопоставление основных характеристик системы мониторинга старых энергообъектов и объекта вновь вводимого в эксплуатацию. Описаны способы доведения осведомительной информации от агентов системы до всех ступеней управления энергосистемы России. Проведён ориентировочный расчёт информационных потоков в системе мониторинга энергообъектов.

S.Y. Grekov

THE MONITORING SYSTEM OF TECHNICAL MEANS OF THE BRANCH OF OJSC «OGK-2» NOVOCHERKASSKAYA GRES

Moscow Technical University of Communications and Informatics
North-Caucasian Branch, Rostov-on-don, Russia

Key words: management, resource, the system of monitoring, the power facility, TV-alarm system, video-conference, teleinformatica.

The technical solutions adopted with the participation of the author thinking-ke monitoring system of the power facilities in the Rostov region. The monitoring system is intended for collecting Teledata (TI) and telesignalling (TS), the appropriate encoding and transmission through the hierarchical levels of management: regional dispatching point (RDD), United dispatch control (TAC) and the Central dispatch unit (CDU). Compares the main characteristics of the system of monitoring the old power objects and object put back into operation. Describes ways of bringing conveying information from agents of the system to all levels of management of the Russian energy system. Held approximate calculation of information flows in the system of monitoring of power plants.

Настоящий доклад посвящён описанию технических решений по системе мониторинга строящегося энергообъекта на Новочеркасской ГРЭС. Система мониторинга разрабатывалась при активном участии автора.

На Новочеркасской ГРЭС проектной мощностью 2400 МВт установлено восемь энергоблоков номинальной мощностью 300 МВт каждый, которые были введены в эксплуатацию в период с 30 июня 1965 г. по 28 декабря 1972.

Анализ прогнозной динамики электропотребления показывает существенные перспективы роста спроса ОЭС Юга как основного рынка сбыта для Новочеркасской ГРЭС. При этом благоприятным фактором является расположение станции непосредственно в Ростовской энергосистеме, формирующей вместе с соседней Краснодарской энергосистемой основную долю дополнительного спроса на электроэнергию. В связи с этим было принято решение о строительстве и вводе в эксплуатацию энергоблока №9 мощностью до 300 МВт с учётом настоящих и перспективных потребностей региона.

При разработке структуры энергоблока №9, естественно, возник вопрос о внедрении современной системы мониторинга, поскольку старая аналоговая система устарела морально и физически.

Основными требованиями к системе мониторинга технических средств являются обеспечение работы энергоблока, прогнозирование и предотвращение неисправностей, а так же наблюдения за технологическим процессом. При этом основными контролируемыми параметрами энергоблока являются:

- напряжение, сила тока и частота на выходе систем 1 и 2 шин;
- напряжение, сила тока и частота на обмотках 1 и 2 трансформаторов собственных нужд;
- Положение Элегазового выключателя генератора блока №9;
- Положение разъединителей 1 и 2 системы шин.

В электросетях РФ реализуется многоуровневая иерархическая структура диспетчеризации энергообъектов. В соответствии с этой структурой верхним уровнем диспетчерского контроля является ЦДУ г. Москва (центральное диспетчерское управление). Ниже располагаются объединенные диспетчерские управления, например ОДУ г. Пятигорск, в котором собирается информация от всех региональных диспетчерских управлений (РДУ) Юга России. В частности это РДУ г. Ростова-на –Дону, куда стекается информация со всех энергообъектов Ростовской области напряжением 220кВ и выше.

На энергоблоках №1 - №8 реализованы системы телемеханики старого типа на основе блоков съема телеизмерений МКТ3 (параметры снимаются в аналоговом виде) и дальнейшей передачей данных по ВЧ каналам связи по ЛЭП (Аппаратура ВЧ связи ETL 541).

Недостатками данной системы являются:

- невысокая надежность (в схемах используются конденсаторы, требующие периодической замены);
- сложность обслуживания как линейной части, так и передающего оборудования (для ремонта ВЧ аппаратуры связи требуется отключение линии ВЛ);
- низкая помехоустойчивость (особенно в условиях электростанции).

Рассматриваемая система мониторинга является генерацией последнего поколения систем телемеханики и мониторинга на энергообъектах.

Её основные отличия:

- для достижения высокой надежности системы используется аттестованное сертифицированное оборудование ведущих производителей (Cisco, MOXA, Dlink и т.п.).
- данное оборудование обладает высоким межсервисным интервалом (срок поверки многофункциональных преобразователей АЕТ 1 раз в 7лет и время наработки на отказ 150000ч);
- высокая помехоустойчивость (используется аппаратура передачи данных по ВОЛС, не подверженная электромагнитным помехам).
- высокая скорость передачи данных (32 Мбит/с для данной схемы и до 104 кбит/с для ВЧ связи).
- так же важным преимуществом данной системы является быстродействие (запаздывание обновления данных на стороне «менеджера» не более 1с. В случае аналоговой системы порядка 5 минут.)

Основой для разработки системы мониторинга является согласованный с Региональным Диспетчерским Управлением перечень передаваемой телеинформации и телесигнализации.

Телеинформация - это значения активной, реактивной и полной мощности, напряжения, силы тока и частоты в различных точках измерения.

Телесигнализация – состояние коммутационных аппаратов (положение выключателей, разъединителей и т.п.).

Параметры ТИ и ТС через каналообразующую аппаратуру и по каналам ВОЛС передаются на диспетчерский пункт РДУ, куда стекается информация от всех энергообъектов Ростовской области. Далее осуществляется контроль на уровне ОДУ г. Пятигорск (объединенное диспетчерское управление), где собирается информация от всех РДУ Юга России. Верхним уровнем диспетчерского контроля является ЦДУ г. Москва (центральное диспетчерское управление).

На каждом РДУ в непрерывном и круглосуточном режиме ведется запись ряда параметров энергообъекта, их статистическая обработка, ведение архивов и т.д.

Плюсом системы мониторинга технических средств энергоблока №9 Новочеркасской ГРЭС является то, что данная система универсальна и применима для любого объекта энергетики (АЭС, ГЭС, электроподстанции, объекты топливно-энергетического комплекса).

Уникальность данной системы в том, что «менеджер», которым может являться любой уполномоченный сотрудник на уровне РДУ, ОДУ или ЦДУ, имеет возможность выхода (наблюдения, либо детального анализа параметров работы оборудования) на «агента» (любой преобразователь, либо контроллер дискретных сигналов) любого из энергообектов, входящих в зону его полномочий.

Для реализации глобальной системы мониторинга энергетики России построена собственная сеть ВОЛС, реализованная в основном (более 90%) на ВОЛС-ВЛ общей протяженностью более 20000км, которая предоставляет помимо мониторинга возможность проведения видео-конференций и передачи данных на большие расстояния со скоростью до 50Гбит/спо двум независимым каналам связи.

В связи с этим интересно провести ориентировочный расчёт объёма осведомительной информации (ТИ и ТС), поступающей от энергообъектовв РДУ г. Ростова-на-Дону.

Исходные данные для расчёта:

- длина информационного пакета (вместе с заголовком) – 80 байт;
- количество агентов – источников осведомительной информации в целом по Ростовской области - 50;
- частота посылки осведомительной информации – 1 пакет/сот каждого агента.

Отсюда, общий поток информации не превышает одного-двух кбайт, что пренебрежимо мало по сравнению с пропускной способностью ВОЛС любых технологий.

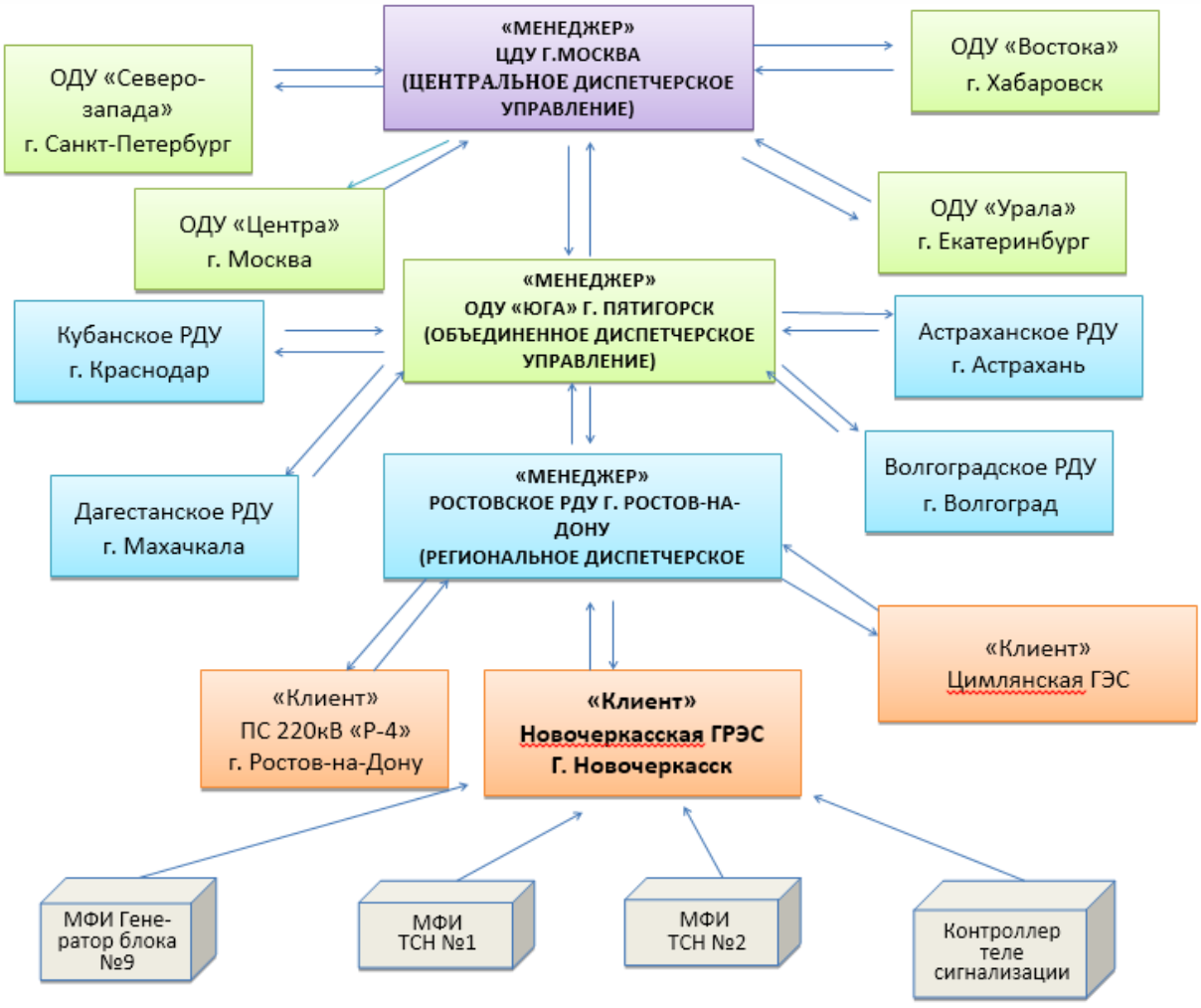


Рисунок 1. Иерархия диспетчеризации энергообъектов ЕЭС России

Н.В. Бодырихин, Д.В. Гринь

СРАВНЕНИЕ ПРОТОКОЛОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ IPV4 И IPV6

Северо - Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, г. Ростов-на-Дону

Ключевые слова: протокол, сети, маршрутизация.

Аннотация: в данной статье рассматриваются сетевые протоколы IPv4 и IPv6, проводится сравнение их характеристик, анализируются недостатки протокола IPv4 и причины создания протокола IPv6. Приводятся основные отличия IPv6 от IPv4, за счет которых устраняются проблемы связанные с использованием протокола IPv4. Выявлено, что повышение качества протокола IPv6 достигается за счет увеличения адресного пространства, возможности автоконфигурация адресов, увеличением размера джамбограммы и т.д.

N.V. Bodyrikhin, D.V. Grin

COMPARISON OF PROTOCOLS DATA IPV4 AND IPV6

North-Caucasian branch of the Moscow technical university relationship and informatics, Rostov-on-Don

Keywords: protocol, network, routing.

Abstract: This article describes the network protocols IPv4 and IPv6, a comparison of their characteristics, analyzes the shortcomings of the Protocol IPv4 and reasons for creating a protocol IPv6. The basic differences between IPv6 from IPv4, the expense of which eliminates the problems associated with the use of the protocol IPv4. Revealed that improving the quality of IPv6 is achieved by increasing the address space capabilities for auto-address configuration, increasing the size of dzhambogrammy etc.

Протокол в сети интернет – это стандартный набор правил для взаимодействия функциональных блоков при передаче данных. TCP/IPv4(Transport Control Protocol/Internet Protocol v4) – протокол, который направляет информацию от источника к получателю при помощи дейтаграмм, состоящих из заголовка и данных. Заголовок содержит 20 октеков (Октек – это байт который содержит 8 бит), однако может варьироваться в большую сторону. Эти дейтаграммы имеют вид, отображенный в таблице 1.

Таблица 1

Версия протокола	Длинна заголовка	Тип сервиса	Общая длинна дейтаграммы
Идентификатор	Флаги		Смещение фрагмента
Время жизни	Протокол верхнего уровня		Контрольная сумма
IP-адрес источника			
IP-адрес получателя			
IP-опции			
Данные			

Рассмотрим поля IP-адресов. IPv4 использует 32-битные адреса, состоящие из 4 чисел, размером 1 байт, разделяемые точками. Получается, что пространство оригинальных адресов равняется 2^{32} = 4 294 967 296. Это стало одной из проблем данной версии протокола IP, т.к. пространства для поддержки устройств, в скором, времени может не хватить. Данная проблема стала основанием для создания новой версии протокола, который будет использовать адреса большего размера, что добавит множество оригинальных адресов.

Помимо этого, существуют другие недостатки IPv4:

- Сложность маршрутизации, а вместе с тем увеличение таблиц маршрутизации. Эту проблему старались решить введением бесклассовой междоменной маршрутизацией, но сильного эффекта это не дало.

- Сложность обработки IP-заголовка. Большое число полей значительно усложняет работу для процессов, которые обрабатывают эти заголовки. Одни из полей уже утратили значимость, а другие можно сильно упростить. Из-за переменной длины заголовка приходится пересчитывать контрольную сумму, что значительно нагружает процессор.
- Отсутствие важных механизмов. Некоторые необходимые по современным меркам механизмы не включены в IPv4 и нет возможности это исправить. Информационная безопасность, средства поддержки классов обслуживания, отсутствие методов шифрования данных, хотя на практике требуются. Все средства обязательно необходимо делать на сетевом уровне, иначе будут нагружаться приложения.

Учитывая вышеизложенные факты, оказалось, что возможности по модернизации IPv4 оказались весьма ограниченными, поэтому был разработан IPv6.

Рассмотрим отличия IPv6 от IPv4:

- Увеличение адресного пространства. Основной причиной, по которой потребовалось вносить изменения является увеличенное пространство адресов (в IPv6 адреса имеют длину 128 бит, когда в IPv4 32 бит). Это позволяет избежать потенциальную проблему полного распределения пространства без замены системы NAT(механизм, позволяющий преобразовывать IP-адреса транзитных пакетов) и устройств, препятствующих прохождению интернет - трафика. Единственная проблема большого адреса – увеличение трафика (использование сжатия заголовков может частично решить эту проблему).
- Автоконфигурация адресов. Узел IPv6 может быть сконфигурирован автоматически при подключении к сети с IPv6-маршрутизацией с помощью протокола обмена сообщениями ICMPv6. При первом подключении, узел посылает запрос на получение своих конфигурационных параметров (router solicitation), и, если это возможно, маршрутизатор отправляет пакет с настройками сетевого уровня для данного узла (router advertisement).

Если IPv6 неприменима по каким-либо причинам, хост может использовать настройки соединения (DHCPv6) либо быть сконфигурирован вручную. Автоконфигурация не может быть использована маршрутизаторами, они должны настраиваться вручную или с помощью других средств.

Джамбограммы. В IPv4 существует ограничение размера пакетов 64 килобайтами, а в IPv6 при помощи джамбограмм можно отсылать пакеты размером до 4 гигабайт, что существенно повысит производительность сетей.

- Сетевой слой безопасности. IPsec - протокол аутентификации и шифрования, встроенные в IPv6, в отличие от IPv4. Там он был введен позже. Хотя, этот протокол не был использован в полную силу, а только для обмена трафиком между маршрутизаторами и узлами в IPv6.
- Упрощение обработки маршрутизаторами. IPv4 имеет контрольную область, которая охватывает весь заголовок пакета. Некоторые поля, например, “Время жизни” изменяются во время переадресации, следовательно, каждый маршрутизатор должен сделать проверку. В протоколе IPv6 отсутствует контроль ошибок на сетевом, зато есть на канальном и транспортном уровнях.

Литература:

1. В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. 3-е издание.СПб.: Питер, 2006.

2. Б.С. Гольдштейн, Н.А. Соколов, Г.Г. Яновский. Сети связи. Учебник для вузов. СПб.: БХВ - Петербург, 2010.

А.В. Данилов

АМПЛИТУДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕЛИНЕЙНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ НЕГАУССОВСКИХ УЗКОПОЛОСНЫХ ПОМЕХ

Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: негауссовские помехи, нелинейная обработка, подавление помех.

Работа посвящена обоснованию вида амплитудной характеристики нелинейного преобразователя для подавления негауссовской помехи узкополосного типа. Метод решения основан на использовании функциональных зависимостей в структуре амплитудного подавления негауссовских помех со спектрами широкополосного и узкополосного типов. Показано, что в том случае, когда спектр помехи соизмерим со спектром сигнала, искомая амплитудная характеристика применяемого нелинейного преобразователя определяется в два этапа. Сначала находится оптимальная колебательная характеристика по первой гармонике в форме комбинации двух функций. Затем специальным функциональным преобразованием определяется искомая амплитудная характеристика.

A.V. Danilov

AMPLITUDE CHARACTERISTICS OF NONLINEAR FUNCTION GENERATORS FOR NONGAUSSIAN NARROW-BAND INTERFERENCES SUPPRESSION

North-Caucasus Branch Federal Government Education Budget Establishment High Professional Education Moscow Technical University of Communications and Information Technology, Rostov-on-Don, Russia

Keywords: non-Gaussian interference, nonlinear processing, interference suppression.

The work investigates the form of amplitude characteristic of non-linear function generator for non-Gaussian narrow-band interference suppression. The method uses functional dependences in the structure of amplitude suppression of nongaussian interferences with wide-band and narrow-band spectrum. If the spectrum of the suppression equals the spectrum of the signal then the amplitude characteristic of nonlinear function generator may be found in two ways. First you must find the optimal oscillating characteristic of the first harmonic component as the combination of the two functions. Then you must find the amplitude characteristic by special functional transformation.

Известно [1], что основным элементом помехозащиты каналов обнаружения слабого сигнала является безынерционное нелинейное преобразвание (НП) принятого колебания. В работе [2] отмечается, что использование НП применительно к подавлению импульсных помех достаточно хорошо известно. Однако, возможность подавления любых помех, отличающихся от «белого» гауссовского шума, путем специальной нелинейной обработки сигнала известна в меньшей степени. Теоретическое обоснование известного алгоритма нелинейной обработки принимаемого сигнала $x\ (t)$

$$f_0(x) = -\frac{d}{dx}\ln w_1(x), \qquad (1)$$

обеспечивающего подавление негауссовских помех с одномерной плотностью вероятности $w_1(x)$ в когерентном тракте обработки при обнаружении слабых сигналов, впервые было сделано в работе [3]. В [4] были определены условия асимптотической оптимальности такого алгоритма. Его оптимальность доказана для помех, которые можно представить в виде стационарного процесса с независимыми отсчетами, что практически соответствует процессам с видеочастотной формой спектра. Поэтому применительно к радиотехническим системам нелинейная обработка (1) обладает оптимальными свойствами, если она применяется после синхронного (фазового) детектора. Применение ее в радиочастотном тракте на несущей или промежуточной частоте не гарантирует максимального подавления помехи процедурой нелинейного безынерционного преобразования.

Алгоритм нелинейной безынерционной обработки сигнала для подавления помех в радиочастотном тракте обоснован в [1] и имеет вид

$$f_{\text{op}}(x) = \int_0^x \frac{d[Ag_0(A)]}{\sqrt{x^2 - A^2}}, x \geq 0;\ f_{\text{op}}(-x) = -f_{\text{op}}(x), \quad (2)$$

где

$$g_0(A) = \frac{d}{dA} \ln \left[\frac{W_A(A)}{A}\right], \quad (3)$$

$W_A(A)$ - плотность вероятности огибающей помеховой составляющей в принимаемом сигнале. Асимптотическая оптимальность алгоритма (2) доказана для помех, являющихся случайным процессом с узкополосной формой спектра, комплексную огибающую которого можно представить процессом с независимыми отсчетами. Алгоритм (2) эффективнее (1) при использовании нелинейной обработки в радиочастотном тракте.

Алгоритмы (1) и (2) применимы в тех случаях, когда спектр помехи превышает спектр сигнала. В том случае, когда спектр помехи соизмерим со спектром сигнала структура оптимальной обработки видоизменяется, и она исследована в работе [5]. Оптимальный обнаружитель в данном случае становится двухканальным. В каждом из этих каналов присутствуют нелинейные преобразовательные элементы, определяемые в соответствии с (1) и (3).

Двухканальная схема обнаружителя может быть сведена к одноканальной по схеме последовательного соединения НП и согласованного фильтра (СФ) в том случае, когда спектр помехи соизмерим со спектром сигнала [5]. Эффективность оптимального обнаружителя в этом случае определяется величиной коэффициента

$$\mu_1 = 2\mu_{0\text{p}} - \mu_0, \quad (4)$$

где величина μ_0 характеризует энергетический выигрыш от введения нелинейного преобразователя вида (1) в широкополосном тракте обработки, а μ_{op} - то же от введения НП в форме (2) в полосовом тракте.

Работа посвящена обоснованию вида амплитудной характеристики (АХ) НП, обеспечивающего в оптимальном случае энергетическую эффективность в форме (4) для негауссовской помехи узкополосного типа. В работе [5] показано, что в том случае, когда спектр помехи соизмерим со спектром сигнала, нелинейная характеристика $f_1(x)$ определяется в два этапа. Сначала находится оптимальная колебательная характеристика (КХ) по первой гармонике с помощью соотношения вида

$$h_0^2(A) = g_0^2(A) - \frac{2}{\pi} \int_0^A \frac{f_0^2(x)dx}{\sqrt{A^2 - x^2}}, \quad (5)$$

где функции $f_0(x)$ и $g_0(A)$ задаются с помощью (1) и (3) соответственно.

Характеристику в форме (5) будем называть комбинированной, так как определяется она с помощью комбинации двух функций $g_0(A)$ и $f_0(x)$.

По найденной КХ в форме (5) определяется затем искомая АХ по формуле

$$f_1(x) = \begin{cases} \dfrac{\text{M}(0)}{2x} + \dfrac{1}{2} \displaystyle\int_0^x \frac{d[zh_0(z)]}{\sqrt{x^2 - z^2}}, x > 0; \\ f_1(-x) = -f_1(x) \end{cases} \quad (6)$$

где $M(z) = zh_0(z)$. Таким образом, соотношения (5), (6) являются основными для определения АХ НП при негауссовской помехи узкополосного типа.

Представляет интерес расчет функциональной зависимости $f_1(x)$ по формуле (6) для помехи негауссовского типа. Для иллюстрации подобных расчетов рассмотрим определение функции $f_1(x)$ на примере негауссовской помехи с плотностью вероятности (ПВ) лапласовского типа [7]

$$w_1(x) = (\sigma\sqrt{2})^{-1} \exp(-\frac{\sqrt{2}}{\sigma}|x|), \quad (7)$$

где σ - параметр распределения.

Для определения функции $W_A(A)$ в данном случае воспользуемся интегральным соотношением вида [7]

$$\frac{W_A(A)}{A} = \int_0^\infty Q_1(v) J_0(Av) v dv, \quad (8)$$

где $Q_1(v)$ - характеристическая функция (ХФ) для плотности вероятности $w_1(x)$; $J_0(z)$ - функция Бесселя нулевого порядка.

Применяя Фурье – преобразование для ПВ в форме (7), найдем соответствующую ХФ:

$$Q_1(v) = (1 + \sigma^2 v^2/2)^{-1}. \quad (9)$$

Подставляя (9) в формулу (8), найдем

$$\frac{W_A(A)}{A} = \frac{2}{\sigma^2} K_0\left(\frac{\sqrt{2}}{\sigma} A\right), \quad (10)$$

где $K_0(z)$ - модифицированная цилиндрическая функция второго рода нулевого порядка (функция Макдональда [8]).

Для упрощения записи формул в последующих расчетах будем рассматривать частный случай приведенных соотношений при значении $\sigma = \sqrt{2}$. В этом случае с помощью (1), (3) получаем

$$f_0(x) = sign(x), \quad (11)$$

$$g_0(\mathrm{A}) = \frac{K_1(A)}{K_0(A)}, \quad (12)$$

где $K_1(\mathrm{A})$ - функция Макдональда первого порядка.

Воспользовавшись соотношением (2), принимая во внимание (10), получаем [1]

$$f_{0p}(x) = \begin{cases} -\frac{x}{2} + \frac{1}{2}\int_0^x \frac{z K_1^2(z)/K_0^2(z)}{\sqrt{x^2 - z^2}} dz, x \geq 0. \\ f_{0\mathrm{p}}(-x) = -f_{0\mathrm{p}}(x). \end{cases} \quad (13)$$

Найденная функция характеризует оптимальную АХ в схеме полосового тракта АП для негауссовской помехи лапласовского типа.

С помощью приведенных соотношений можно рассчитать АХ в форме (6) для случая помехового колебания узкополосного типа. Принимая во внимание (5), учитывая (1), (3), получаем

$$h_0(A) = \left[\frac{K_1^2(z)}{K_0^2(z)} - 1\right]^{1/2}. \quad (14)$$

Найденная функция является КХ комбинированного типа. С помощью этой функции не представляет труда определить соответствующую АХ по формуле (6). Расчет функции $f_1(x)$ в данном случае выполняется элементарно, но итоговое выражение здесь не приводится ввиду его громоздкости. Расчеты по формулам (11), (12) и по формуле (6) с учетом (14) приведены кривыми 1,2,3 на рис.1. Кривые 1,2 на этом рисунке соответствуют данным расчетов по формулам (11), (12), а кривая 3 иллюстрирует зависимость $f_1(x)$, рассчитанную по формуле (6) с учетом (14). Как видно из приведенных данных все три функции асимптотически стремятся по модулю к единице при $x \to \infty$. Помимо этого, можно отметить одну важную особенность кривых на рис. 1. Согласно числовым данным этих расчетов, можно установить функциональную связь для всех трех функций

$$f_1(x) = 2f_{0p}(x) - f_0(x). \quad (15)$$

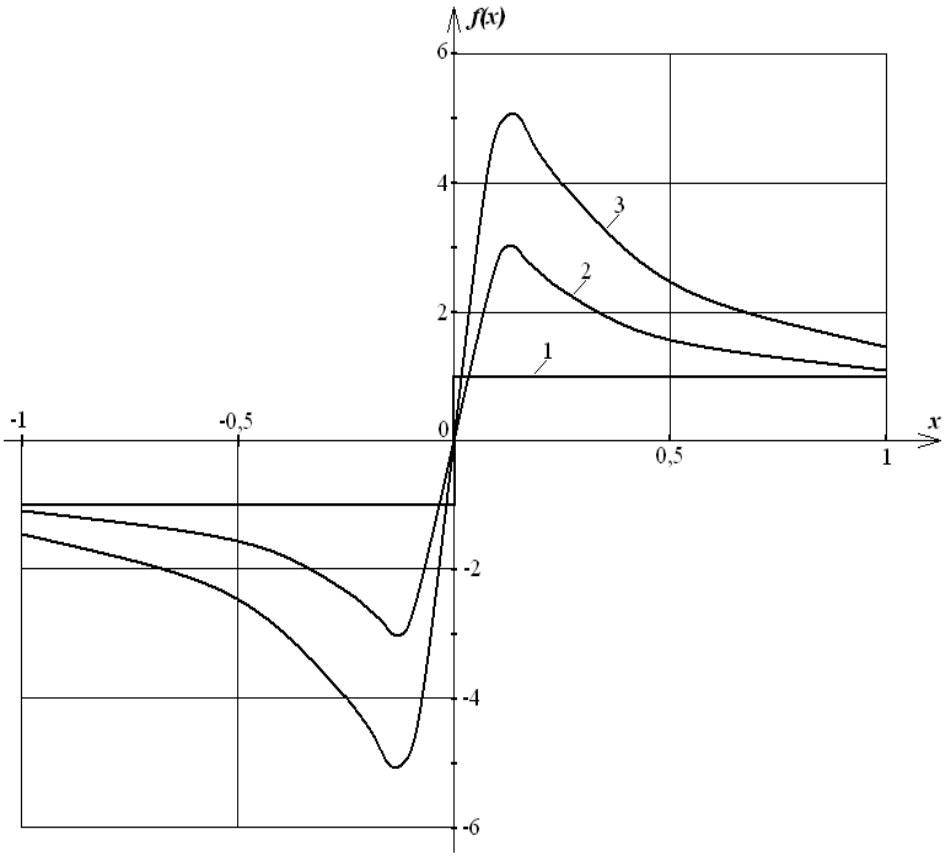


Рисунок 1.

Данное функциональное соотношение обосновано в работе [6] на основании простых эвристических рассуждений. Можно также утверждать, что функциональное соотношение (15) является приближенным и справедливым только лишь для гауссовской помехи и негауссовской помехи лапласовского типа. Вопрос о справедливости (15) для помех произвольного типа является открытым.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы. Обоснован вид амплитудной характеристики НП для подавления негауссовской помехи узкополосного типа. Найденная АХ структурно определяется на базе оптимальной КХ в форме (5), которая рассчитывается с помощью комбинации двух функций $f_0(x)$ и $g_0(x)$, определяемых по формулам (1) и (3). На примере негауссовской помехи лапласовского типа производится обоснование вида АХ в форме (15), которая рассчитывается с применением двух функций: $f_0(x)$ и $f_{0p}(x)$.

Литература:

1. Валеев В.Г. Обнаружение сигналов в негауссовских помехах // В кн.: Теория обнаружения сигналов / Под ред. П.А.Бакута. - М.: Радио и связь. 1984, с. 266-325.

2. Валеев В.Г., Корнилов И.Н. Нелинейная обработка сигналов для подавления помех в приемном тракте радиоэлектронных систем // Радиотехника. 2010. №6, с.37-42.

3. Антонов О.Е. Оптимальное обнаружение сигналов в негауссовских помехах // Радиотехника и электроника. 1967. Т.12.№4, с.579-587.

4. Левин Б.Р., Кущнир А.Ф. Асимптотически оптимальные алгоритмы обнаружения и различения сигналов на фоне помех // Радиотехника и электроника. 1969. Т. 14.№2, с.249-258.

5.Данилов В.А., Данилов А.В. Оптимальное обнаружение сигналов на фоне негауссовских узкополосных помех // Изв.Вузов России.Радиоэлектроника.2013. Вып.3, с. 15-23.

6. Валеев В.Г., Данилов В.А. Оптимальное обнаружение сигналов на фоне негауссовских коррелированных радиопомех // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника.1991.№7, с. 30-34.

7. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника.-М.: Радио и связь. 1982, 624 с.
8. Градштейн И.С., Рыжик И.М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. - М.: Наука, 1971, 1108с.

В.А. Данилов, *Л.В. Данилова

АППРОКСИМАЦИЯ ЗАКОНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕГАУССОВСКИХ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ УЗКОПОЛОСНОГО ТИПА

Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, г. Ростов-на-Дону, Россия
*Ростовский государственный университет путей сообщения, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: оптимальная аппроксимация, распределение огибающей, качество аппроксимации.

Работа посвящена исследованию оптимальной аппроксимации заданного распределения вероятностей упрощенным показательным законом применительно к задаче приема сигналов при неизвестном распределении огибающей помехового колебания узкополосного типа. Подробно исследуется качество аппроксимации при двух членах суммы в показателе.

Получено явное выражение для характеристики качества двухчленной аппроксимации. Приведены данные расчетов для случая аппроксимации распределения помехового колебания синусоидального типа.

V.A. Danilov, *L.V. Danilova

APPROXIMATION OF LAWS OF A RANDOM NON-GAUSSIAN NARROW-BAND PROCESS

NorthCaucasus Branch Federal Government Education Budget Establishment High Professional Education Moscow Technical University of Communications and Information Technology, Rostov-on-Don, Russia
*Rostov state university of transport communications, Rostov-on-Don, Russia

Keywords: optimal approximation, envelope distribution, approximation quality.

The work investgates the form of amplitude characteristic of non-linear function Generator for non-Gaussian narrow-band interference suppression. The approximation quality is proved with two members of sum in factor.

The expression for the quality characteristic of approximation is presented. The calculation for the approximation of distribution of sinusoidal type oscillation is considered.

При решении задач статистической радиотехники, связанных с негауссовскими входными воздействиями, иногда возникает необходимость в вероятностном описании помеховых сигналов простыми аналитическими функциями. Такие задачи возникают, например, при построении приёмных устройств, адаптивных к распределению негауссовских помех воздействующих на входе приёмника.

Исчерпывающей характеристикой негауссовской помехи с независимыми выборочными значениями является одномерная плотность вероятности (ПВ) $w_1(x)$. Помимо этой функции, можно также рассматривать связанную с ней характеристическую функцию $Q_1(v)$ – преобразование по Фурье данной плотности.

Описание помехового сигнала с помощью функций $w_1(x)$, $Q_1(v)$ характерно для негауссовского случайного процесса с широкополосным спектром. Если помеховое колебание является узкополосным случайным процессом (УСП), то вместо этих функций целесообразно

задавать распределение огибающей $W(A)$, $A \geq 0$, связанное с функцией $Q_1(v)$ интегральным соотношением [1] вида

$$\frac{W(A)}{A} = \int_0^\infty Q_1(x) J_0(Ax) x dx, \quad (1)$$

где $J_0(z)$ – функция Бесселя первого рода нулевого порядка.

Распределение $W(A)$ для большинства помеховых сигналов представляется сложной аналитической функцией, зависящей от некоторого параметра. Для построения приёмного устройства, адаптивного к распределению помехового сигнала, требуется аппроксимировать реальную ПВ некоторой простой аналитической функцией $W_a(A)$, представляемой через элементарные функции. Особенно это важно в том случае, когда распределение реальных радиопомех неизвестно, и в процессе приёма требуется аппроксимировать неизвестную ПВ с помощью эмпирических моментов, получаемых на основании данных выборки.

Цель работы – обоснование методики оптимальной аппроксимации заданного распределения вероятностей простейшим показательным распределением. **Параметрическое описание распределения огибающей.** Как уже отмечалось, основной характеристикой негауссовского УСП является функция $W(A)$. Будем считать, что эта функция непрерывна и дифференцируема на всей числовой оси ($A \geq 0$). Этим условиям удовлетворяют распределения реальных радиопомех.

В силу аналитичности заданного распределения его можно представить в форме показательной функции

$$\frac{W(A)}{A} = C_1 exp\left(-\sum_{k=1}^{\infty} \frac{a_k}{k} A^k\right), \quad (2)$$

где $C_1 > 0$ – нормировочная константа; коэффициенты полинома определяются как

$$a_k = -\frac{1}{(k-1)!} \frac{d^k}{dA^k} \ln\left[\frac{W(A)}{A}\right]. \quad (3)$$

Для построения приёмного устройства, адаптивного к ПВ $W(A)$, желательно ограничить сумму в показателе (2). Распределение вида

$$\frac{W_a(A)}{A} = C_a exp\left(-\sum_{k=1}^{n} \frac{b_k}{k} A^k\right), \quad (4)$$

где $n \geq 1$ - целое число; C_a – нормировочная константа; при $b_k = a_k$ в общем случае не является лучшим приближением к (2). Существуют такие значения параметров $b_k = b_k^*$, не обязательно совпадающие с a_k, при которых распределение (4) наилучшим образом приближается к (2). Найдём связь параметров b_k^* с распределением (2).

За критерий наилучшего приближения $W_a(A)$ к $W(A)$ примем условие минимума ошибок приёма, соответствующих устройству, оптимальному к распределению $W_a(A)$, в условиях воздействия помехи с распределением $W(A)$. Для случая обнаружения слабых сигналов в когерентном полосовом тракте выбранный критерий совпадает с условием максимума параметра [2]

$$\mu_a = \frac{1}{2} m_2 \frac{\langle \frac{g_a(A)}{A} + \frac{dg_a(A)}{dA} \rangle^2}{\langle g_a^2(A) \rangle}, \quad (5)$$

$$g_a(A) = -\frac{d}{dA} \ln\left[\frac{W_a(A)}{A}\right]; \quad (6)$$

где m_2 - дисперсия помехи; угловые скобки $\langle \bullet \rangle$ - означают статистическое усреднение с учётом функции $W(A)$.

Коэффициент μ_a из (5) зависит от параметров (b_1, b_2, …., b_n) аппроксимации в форме (4) и от моментов распределения (2). Определим параметры $b_k = b_k^*$, при которых коэффициент (5) достигает максимального значения. С этой целью представим выражение (5) с учётом (4), (6) в таком виде

$$\mu_a = \frac{1}{4} M_2 \frac{(\sum_{k=1}^{n} k b_k M_{k-2})^2}{\sum_{k,m=1}^{n} b_k b_m M_{k+m-2}}, \quad (7)$$

где

$$M_k = \int_0^\infty A^k W(A) dA - \quad (8)$$

начальные моменты распределения $W(A)$ и при этом $M_2 = 2m_2$.

Из формулы (7) вытекает, что параметр $\mu_a = \mu_a\left(\vec{b},\ \vec{M}\right)$ является функцией вектора $\vec{b} = (b_1,\ b_2, \dots, b_n)$ параметров аппроксимации и вектора моментов распределения $W(A)$: $\vec{M} = (M_{-1}, M_0, M_1, M_2, \dots, M_{n-2})$. Оптимальные коэффициенты аппроксимации $(b_1^*, b_2^*, \dots, b_n^*)$, удовлетворяющие условию

$$\mu_a(b_1^*, b_2^*, \dots, b_n^*) = \max \mu_a(b_1, b_2, \dots, b_n),$$

определяются по формуле

$$b_k^* = B \cdot det\|x_{rl}(k)\|, B > 0, \quad (9)$$

где

$$x_{rl}(k) = \begin{cases} M_{r+l-2}, & l \neq k, \\ rM_{r-2}, & l = k, \end{cases} \ (r, l, k = 1, 2, 3, \dots, n). \quad (10)$$

Величину коэффициента (7) при оптимальных значениях параметров (9) аппроксимации следует определять по формуле

$$max\mu_a = \mu_a(b_1^*, b_2^*, \dots, b_n^*) = \frac{M_2}{4D_n} \sum_{k=1}^{n} k b_k^* M_{k-2}, \quad (11)$$

где D_n – определитель n-го порядка, составленный из элементов вида

$$u_{rl} = M_{r+l-2};\ r, l = 1,2, \dots, n.$$

Отметим, что оптимальные значения коэффициентов b_k^* аппроксимации (4) могут быть получены из определителя D_n путём замены в нём k-го столбца значениями $\{M_{-1}, 2M_0, 3M_1, M_2, \dots, \mathrm{n}M_{n-2}\}$ из (10) в соответствии с выражением (9). Параметры b_k^* определяются из (9) с точностью до некоторой постоянной величины B. С целью однозначности аппроксимации величину B можно определить из условия равенства каких-либо моментов распределения, например, их дисперсий

$$\frac{1}{2} C_a \int_0^\infty A^3 exp\left(-\sum_{k=1}^{n} \frac{b_k^*}{k} A^k\right) dA = m_2.$$

Рассмотрим более подробно оптимальную аппроксимацию функцией (4) при $n = 2$. В этом случае аппроксимирующая функция примет вид

$$\frac{W_a(A)}{A} = C_a exp\left(-b_1 A - \frac{1}{2} b_2 A^2\right). \quad (12)$$

Оптимальные коэффициенты b_1^*, b_2^* функции (12) на основании (9) равны

$$\left.\begin{aligned} b_1^* &= B(M_{-1}M_2 - 2M_0M_1) \\ b_2^* &= B\left(2{M_0}^2 - M_1M_{-1}\right) \end{aligned}\right\}, \quad (13)$$

где величина $M_0 = 1$ определяется на основании (8). Для записи коэффициента (11) в этом случае запишем сначала выражение определителя

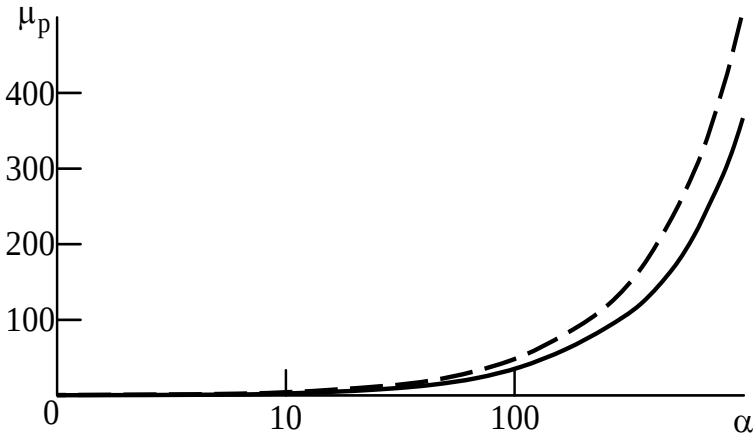
$$D_2 = \begin{vmatrix} M_0 & M_1 \\ M_1 & M_2 \end{vmatrix} = M_2 - M_1^2. \quad (14)$$

С учётом (13), (14), коэффициент (11) представляется в виде

$$max\mu_a = \mu_a(b_1, b_2) = \frac{M_2\left(1 - M_1M_{-1} + \frac{1}{4}M_{-1}^2M_2\right)}{(M_2 - M_1^2)}. \quad (15)$$

Таким образом, величина (15) численно определяет меру отличия функции $W_a(A)$ вида (4) от заданной плотности $W(A)$ при $n = 2$. Значение (15) в точности соответствует аналогичному коэффициенту, полученному в работе [4]. В данной работе рассматривалась возможность кусочно-линейной аппроксимации характеристики нелинейного преобразования в схеме амплитудного подавление негауссовской помехи со спектром полосового типа.

В качестве примера аппроксимации рассмотрим распределение огибающей суммы частотно-модулированного (ЧМ) квазигармонического процесса и гауссовского шума. В этом случае распределение огибающей подчиняется обобщенному закону Рэлея и имеет вид [1]



$$W(A) = 2\alpha A \cdot exp[-\alpha(A^2 + 1)] \cdot I_0(2\alpha A), \quad (16)$$

где α – параметр распределения, равный отношению мощности ЧМ – процесса к мощности гауссовского шума; $I_k(z)$ – модифицированная функция Бесселя порядка *k*.

Для расчёта характеристики $max\mu_a$ по формуле (15), запишем требуемые выражения моментных функций, соответствующих распределению (16):

$$M_{-1} = \sqrt{\pi\alpha} \cdot I_0\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot e^{-\alpha/2},$$

$$M_1 = \frac{1}{2}\sqrt{\pi/\alpha}\left[(1+\alpha) \cdot I_0\left(\frac{\alpha}{2}\right) + \alpha \cdot I_1\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right] \cdot e^{-\alpha/2}, \quad (17)$$

$$M_2 = (1+\alpha)/\alpha.$$

На рисунке даны зависимости показателей качества аппроксимации $max\mu_a$ от параметра α распределения (16). Пунктирной кривой представлена зависимость предельного значения коэффициента (5) при $W_a(A) = W(A)$. Эти данные рассчитывались по формуле [2]

$$\mu_{p0} = \frac{1}{2} m_2 \int_0^\infty \left(\frac{d}{dA} \ln\left[\frac{W(A)}{A}\right]\right)^2 W(A) dA, \quad (18)$$

с учётом применения распределения (16). Сплошная кривая (см. рис.) соответствует аппроксимирующей функции (4) при *n* = 2. Данные этой кривой рассчитывались по формуле (15) с использованием моментных функций (17). Графики на этом рисунке подтверждают возможность достаточно точной аппроксимации распределений реальных радиопомех функций плотности (4) при двух членах в показателе $W_a(A)$.

В результате проведенного анализа можно заключить, что применение экспоненциальной аппроксимации для функции $W(A)$ обеспечивает приемлемые результаты уже при двух членах суммы в показателе. Данная двухчленная аппроксимация позволяет сравнительно просто описывать реальные функции $W(A)$, что очень удобно при анализе каналов амплитудного подавления , работающих в адаптивном режиме.

Литература:

1. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. М.: Радио и связь, 1982, 624 с.

2. Акимов П.С., Бакут П.А., Богданович В.А. Теория обнаружения сигналов / под ред. П.А. Бакута. М.: Радио и связь, 1984, 440 с.

3. Градштейн И.С., Рыжик И.М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. М.: Наука, 1971, 1108 с.

4. Данилов В.А. Об эффективности амплитудного подавления синусоидальных помех // Радиотехника и электроника. 1984 . Т.29, №9, с. 1836-1838.

Т.С. Дебихина, С.А. Поттосина

ПРОГРАММНАЯ ПОДДЕРЖКА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

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

Ключевые слова: автоматизация, теплоснабжение, облачные технологии.

Описана проблема, возникающая при оказании услуг по ремонту и обслуживанию систем теплоснабжения, и необходимость автоматизировать процесс принятия заявок и оплаты услуг. Приведена модель при помощи, которой решается задача по автоматизации всех аспектов деятельности, возникающих при обслуживании систем теплоснабжения. Представлен анализ стратегий реализации поставленной задачи с использованием облачных технологий: выбор модели предоставления облачных услуг и типа сервисов.

T.S. Dziabikhina, S.A. Pottosina

CLOUD-BASED SOFTWARE SUPPORT MAINTAINCE OF HEATING SYSTEMS

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Belarus

Keywords: automation, heating, cloud technologies.

The paper describes problems encountered in organizations resopnsible for maintenance of heating systems and shows the importance of automation of the service requests processing. A model is proposed that helps to automate a wide range of tasks related to the maintenance of heating systems. The paper includes the analysis of various aspects of the model implementation with the aid of cloud technologies: the choice of cloud service providers as well as types of services required for the proposed model.

На сегодняшний день существует множество онлайн сервисов, позволяющих бронировать билеты на поезда, самолеты, в гостиницы, заказывать различные товары и некоторые услуги. Однако перечень предоставляемых онлайн услуг достаточно узок, зачастую он сводится к заполнению заявки, а услуга оказывается непосредственно на месте спустя определенный промежуток времени.

Каждый человек рано или поздно сталкивается с проблемами в работе систем теплоснабжения. К системам теплоснабжения относятся регуляторы температуры, отопительно-охладительные установки, теплонакопители и т.д. В случае обнаружения неисправности жилец или специалист ответственный за контроль состояния систем теплоснабжения вынужден позвонить в ЖЭС и ожидать выполнения заявки. Сроки выполнения некоторых заявок могут длиться дни, недели, а иногда и месяцы. Именно поэтому было решено разработать систему, которая позволит отправлять запросы на оказание услуг по ремонту систем теплоснабжения, используя либо онлайн форму, либо смс-сообщение, следить за выполнением техниками заказов, составлять расписание для техников, учитывающее удаленность расположения клиентов, а также производить ремонт и производить оплату услуги, не тратя лишнего времени. Спрос на услуги по ремонту систем теплоснабжения является сезонным. Наиболее востребованными услуги становятся с наступлением холодов, а также в летнее время. Также спрос на услугу сильно отличается в городах с различной численностью населения. В крупных мегаполисах на обслуживание всех поступивших заявок нескольких операторов и техников недостаточно. Из-за чего затраты на поддержание необходимой инфраструктуры предприятия по ремонту и обслуживанию систем теплоснабжения возрастают в арифметической прогрессии. Поэтому, исходя из соображений экономии как денежных ресурсов на покупку необходимого технического и программного обеспечения для операторов ЖЭС, так и трудовых ресурсов было решено воспользоваться облачными технологиями при развертывании приложения для операторов и администраторов.

Используя облачные технологии, в случае феноменального успеха приложения и необходимости в его расширении, можно воспользоваться всей эластичностью, что обеспечивает облако.

В последнее время все больше распространяются технологии так называемых облачных вычислений. Облачные вычисления представляют собой динамически масштабируемый способ доступа к внешним вычислительным ресурсам в виде сервиса, предоставляемого посредством Интернета, при этом пользователю не требуется никаких особых знаний об инфраструктуре «облака» или навыков управления этой «облачной» технологией. Облачные вычисления – это не только технологическая инновация в ИТ, но и способ создания новых бизнес-моделей, когда у небольших производителей ИТ-продуктов, в том числе и в регионах, появляется возможность быстрого предложения рынку своих услуг и мало затратного способа воплощения своих бизнес-идей.

«Облачные вычисления» работают следующим образом: вместо приобретения, установки и управления собственными серверами для запуска приложений, происходит аренда сервера у Microsoft, Amazon, Google или другой компании. Далее пользователь управляет своими арендованными серверами через Интернет, оплачивая при этом только фактическое их использование для обработки и хранения данных.

На сегодняшний день оказанием услуг по техническому обслуживанию систем теплоснабжения занимаются исключительно жилищные ремонтно-эксплуатационные подразделения (ЖРЭО). Несмотря на широкий список оказываемых услуг, ЖРЭО не предпринимает попыток по автоматизации предоставления услуг. Только с недавнего времени на сайтах ЖРЭО всех районов Минска появились электронные формы по оформлению онлайн заявок, расписание техников составляется без учета оптимального пути между точками обслуживания, выполнение заявок по обслуживанию оборудования требует личного присутствия клиента. Также большим недостатком является отсутствие возможности оплаты услуги с помощью банковской карты.

Кратко опишем, как будет происходить процесс заказа услуги на ремонт системы теплоснабжения. Клиент, чтобы заказать услугу должен либо заполнить онлайн форму, либо отправить смс в call-центр ЖРЭО. После чего оператор, получив заявку, добавляет клиента в базу или же если клиент уже имеется в базе, то просто создает для него новый заказ, с учетом имеющегося расписания техников, которое хранится в Google Calendar, и местоположения техника. Свое местоположение техник фиксирует с помощью GPS на мобильном телефоне и планшете. Также между техником и оператором существует чат, где оператор может сообщать оператору дополнительные детали заказа. Перед началом и после окончания работ техник делает фотографию поломки и присылает в чате оператору. После получения сигнала об окончании работ оператор отправляет sms-сообщение клиенту. Клиент имеет возможность оплатить услугу по ремонту оборудования, не выходя из дома, используя банковскую карту.

Первым направлением, которое необходимо рассмотреть при разработке стратегии использования облачных вычислений в электронном обучении, является модель предоставления. Существуют следующие основные модели предоставления облачных услуг:

- Частное облако (Private cloud). Облачная инфраструктура, подготовленная для эксклюзивного использования единой организацией, включающей несколько потребителей (например, бизнес-единиц).
- Облако сообщества и коммунальное облако (Community cloud). Облачная инфраструктура, подготовленная для эксклюзивного использования конкретным сообществом потребителей от организаций, имеющих общие проблемы (например, миссии, требования безопасности, политики).
- Публичное (или общее) облако (Public cloud). Облачная инфраструктура, подготовленная для открытого использования широкой публикой. Оно может находиться в собственности, управлении и обслуживании у деловых, научных и правительственных организаций. Облако существует на территории облачного провайдера.
- Гибридное облако (Hybrid cloud). Облачная инфраструктура представляет собой композицию из двух или более различных инфраструктур облаков (частные, общественные или государственные).

Второе направление, определенное платформой внедрения облачных вычислений – это тип сервисов. Для того чтобы начать предоставлять услугу, нужно определить потребность, которую она будет удовлетворять. На основании этих потребностей и строятся облачные сервисные модели:

- Инфраструктурные облачные сервисы (также называются «инфраструктура как услуга» или IaaS): данный тип сервиса обеспечивает доступ к инфраструктурным ресурсам по требованию с оплатой по мере использования, включая серверы, устройства хранения данных или сетевые устройства, которые настраивает и контролирует организация-потребитель для исполнения необходимых ей приложений.
- Платформенные облачные сервисы (также называются «платформа как услуга» или PaaS): данный тип сервиса предоставляет вычислительные мощности плюс стек промежуточного программного обеспечения (ПО). Примерами сервисных продуктов могут быть базы данных, веб-приложения или серверное прикладное ПО. Конфигурация и управление данными промежуточными ресурсами являются ответственностью потребителя.
- Облачные сервисы приложений (также называются «программное обеспечение как услуга» или SaaS): данный тип сервиса обычно является заранее определенным прикладным программным обеспечением, например системой управления ресурсами предприятия (ERP), доступ к которому осуществляется через поставщика услуг открытого облака. Потребители из нескольких организаций могут использовать один экземпляр программного обеспечения; для целей разделения данных, принадлежащих различным потребителям, и обеспечения конфиденциальности применяются технологии виртуализации.

Рыночная доля облачных сервисов и платформ постоянно растет благодаря ряду преимуществ, которые предоставляются как для обычных пользователей и организаций, среди которых в первую очередь можно отметить: доступность и отказоустойчивость (использование меньших мощностей клиентских компьютеров, доступ к документам, устойчивость к потере данных, надежность; экономичность и эффективность (аренда ресурсов и программного обеспечения); гибкость и масштабируемость (производительные вычисления, хранение данных); простота (обслуживание, совместная работа, открытые интерфейсы).

Для поставщика ИТ-услуг экономический смысл облака состоит в эффекте масштаба (обслуживать большой однородный центр обработки дешевле, чем множество маленьких разнородных) и сглаживания нагрузки (когда потребителей много, маловероятно, что пиковые мощности понадобятся всем им одновременно). Разработчики ПО тоже получают выгоду от перехода в облака: теперь им стало проще, быстрее и дешевле разрабатывать, тестировать под нагрузкой и предлагать клиентам свои решения – это можно делать прямо в облаке с минимальными затратами. Из рассмотренных преимуществ облачных решений, вытекают связанные с ними недостатки и ограничения: постоянное соединение с сетью, информационная безопасность, зависимость от «облачного» провайдера.

Основное требование к системе заключается в легкости создания и масштабировании имеющихся сервисов и приложений. Так как клиентская машина не может обеспечить возможность масштабирования приложений в силу недостаточной мощности вычислительных ресурсов, было решено использовать клиент-серверную архитектуру. В соответствии с исследовательской частью, систему решено создавать на базе PaaS-платформы Cloudfoundry. К преимуществам данной платформы можно отнести то, что она является opensource проектом, предлагает широкий спектр сред выполнения и сервисов, в том числе различных реляционных и нереляционных баз данных. Техники, выполняющие заказ, будут использовать мобильные телефоны или планшеты

Данный проект не претендует на то, чтобы полностью заменить ныне существующею систему оказания услуг по ремонту систем теплоснабжения. Во-первых, потому, что возможны ситуации с перебоями в работе оборудования или программной системы. Во-вторых, по тому, что люди «старой закалки» не всегда готовы принять нововведения. Однако большинство людей смело осваивают современные технологии, которые проникают во все сферы жизни и находят их более удобными, чем рутинные операции по обслуживанию, существующие на данный момент, позволяющие сэкономить время и использовать его с пользой. Таким образом, даже если часть людей перейдет к новой форме заказа, оказания и оплаты услуг, то сократятся очереди в сберкассах и пожилым людям или людям, не являющимся постоянными пользователями мобильных телефонов и компьютеров, станет гораздо быстрее оплачивать услуги и меньше стоять в очередях.

Литература:
1. Облачные вычисления [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://www.intuit.ru/studies/courses/673/529/lecture/6845
2. Информационные технологии [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Информационные_технологии
3. Гребнев Е. Облачные сервисы. Взгляд из России/ Е. Гребнев. – М.:CNews, 2011 – 282с.

А.М. Джамбеков

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В НЕЧЕТКОЙ СИСТЕМЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ РАСХОДА СТАБИЛЬНОГО КАТАЛИЗАТА УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА

Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Россия

Ключевые слова: лингвистическая переменная, нечеткое множество, функция принадлежности, термы лингвистических переменных.

В данной работе произведен синтез нечеткой автоматической системы регулирования расхода стабильного катализата на выходе стабилизационной колонны установки каталитического риформинга с помощью пакета Matlab. Также, были изложены основные теоретические и практические принципы расчета нечеткого ПИ-регулятора.

A.M. Dzhambekov

SIMULATION OF TRANSIENT PROCESSES IN FUZZY FLOW CONTROL SYSTEM STABLE CATALYST CATALYTIC REFORMING UNIT

Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

Keywords: linguistic variable, fuzzy set, membership function, terms of linguistic variables.

In this work with the synthesis of fuzzy automatic flow control system stable catalysate output stabilizer column catalytic reforming installation package using Matlab. Also outlined the basic theoretical and practical principles of calculating fuzzy PI controller.

В настоящее время, при управлении промышленными установками различных отраслей, широкое применение нашли адаптивные регуляторы, которые реализуют типовые ПИ- или ПИД-законы регулирования. Данные регуляторы, как правило, реализуют такой приближенный метод теории автоматического регулирования, как метод Циглера-Никольса. При использовании данного метода объект управления выводят в область автоколебаний, за счет перехода на П-закон и грубого варьирования коэффициента усиления $К_р$ П-регулятора. Однако, большинство технологических процессов, согласно их технической документации, не допускают автоколебательного режима. Одним из таких процессов является стабилизация катализата на установке каталитического риформинга бензиновой фракции [1].

Одним из реализуемых путей решения проблемы увеличения эффективности и гибкости используемых систем автоматического управления процессами является повышение «интеллектуальности» применяемых САУ, упрощения программно-аппаратной структуры регуляторов и синтез интегрированного «разумного» производства с прогрессивной технологией. В общем случае, в основу проектирования интеллектуальных регуляторов заложено формирование базы знаний с возможностью применения различных методов поиска, извлечения и представления знаний. Вместе с тем, в настоящее время широкое применение находят нечеткие модели и алгоритмы управления. Отличительной особенностью нечеткого управления является практическое применение знаний экспертов-наладчиков. Теория нечеткой логики позволяет использовать знания квалифицированных специалистов с целью повышения качества процессов в системах управления объектами [2].

Целью работы является разработка нечеткой системы регулирования расхода стабильного катализата на выходе стабилизационной колонны установки каталитического риформинга с ПИ-подобным нечетким контроллером.

Прежде всего, необходимо произвести синтез нечеткого ПИ-регулятора.

Используя литературу по объектам установки каталитического риформинга [3], определим вид передаточной функции (ПФ) объекта управления как апериодического звена первого порядка:

$$W_0 = \frac{\beta_0}{T_0 p + 1}$$

Вид ПФ нечеткого ПИ-регулятора определим как:

$$W_{\text{рег}} = \frac{K_{\text{и}}}{p} + K_{\text{п}} = \frac{K_p(T_{\text{и}} p + 1)}{T_{\text{и}} p},$$

где $T_{\text{и}} = {K_{\text{п}}}/{K_{\text{и}}}$ – время изодрома ПИ-регулятора.

Зависимость выходного значенияu(t) нечеткого ПИ-регулятора от входных координат de/dtи e(t) будет следующей:

$$u(t) = K_{\text{и}} \cdot \frac{de}{dt} + K_{\text{п}} \cdot e(t),$$

где $u(t), \frac{de}{dt}$ и $e(t)$ – управляющее воздействие («выход»), «производная ошибки» и «ошибка» соответственно.

Положим, что для входных лингвистических переменных функции принадлежности лежат в диапазоне от –Lдо +L, а для выходных – от –Ндо +Н.

Формулы для расчета $K_{\text{и}}$ и $K_{\text{п}}$следующие:

$$K_{\text{и}} = \frac{G_c G_{\text{в}} H}{2L},$$
$$K_{\text{п}} = \frac{G_o G_{\text{в}} H}{2L},$$

где $G_c, G_{\text{в}}, G_o$- это коэффициенты масштабирования лингвистических переменных «производная ошибки», «выход» и «ошибка» соответственно.

Синтез нечеткого ПИ-регулятора производится по следующим этапам:

1. Анализ объекта и проектирование ПИ-регулятора, удовлетворяющего предъявляемым показателям качества регулирования: заданному времени переходного процесса и перерегулированию.
2. Моделирование системы с полученным ПИ-регулятором. Определение максимального значения ошибки e_{max} и скорости ее изменения $r_{max} (r = \frac{de}{dt})$.
3. Расчет основных параметров нечеткого регулятора на основе коэффициентов ПИ-регулятора:
   - расчет коэффициентов $G_c, G_{\text{в}}, G_o$. Примем для удобства, что $G_o = 1$, тогда получим формулу для расчета G_c:

$$G_c = \frac{K_{\text{и}}}{K_{\text{п}}};$$

   - приняв, что L=H, получаем выражение для $G_{\text{в}}$:

$$G_{\text{в}} = 2 \cdot K_{\text{и}};$$

   - рассчитаем значения Ни L так, чтобы значения лингвистических переменных e и r лежали в интервале [-L;+L]:

$$L = max\{G_o e_{max}; G_c r_{max}\}, H = L;$$

   - число терм входных лингвистических переменных N и число терм выходных переменных N+1, определяются необходимой точностью синтезируемого регулятора; по существующим рекомендациям число терм лежит в диапазоне от 2 до 7;

– база правил нечеткого регулятора задается на основе знаний эксперта [4].

В данной работе рассмотрена методика синтеза для стабилизационной колонны установки риформинга, модель которой, согласно специализированной литературе, можно представить апериодическим звеном с параметрами $\beta_0 = 0{,}5$ и $T_0 = 0{,}5$. Для замкнутой системы управления коэффициент обратной связи $K_{\text{ос}} = 1{,}2$. Необходимо произвести расчет регулятора, который обеспечивает быстродействие $t_{\text{пп}} \leq 0{,}2\ c$.

Получаем замкнутую САУ с ПФ вида:

$$W(p) = \frac{W_{\text{р}} W_{\text{о}}}{1 + W_{\text{р}} W_{\text{о}}} = \frac{K_p \beta_0 (T_{\text{и}} p + 1)}{T_{\text{и}} p (T_0 p + 1) + K_p K_{\text{ос}} \beta_0 (T_{\text{и}} p + 1)}$$

В случае $T_{\text{и}} = T_0 = 0{,}5$ происходит компенсация наибольшей возможной инерционности объекта. Тогда, в данном случае, замкнутая САУ будет обладать свойствами инерционного звена с постоянной времени $T = \frac{T_{\text{и}}}{K K_o \beta_0}$ и временем регулирования $t_{\text{пп}} = 3T$. С учетом $\beta_0 = 0{,}5$ рассчитываем: $K = \frac{3T_{\text{и}}}{t_{\text{пп}} K_o \beta_0}$.

Получаем ПФ классического ПИ-регулятора:

$$W_{\text{рег}} = \frac{12{,}5(0{,}5p + 1)}{0{,}5p} = \frac{25}{p} + 12{,}5$$

По результатам моделирования САУ с ПИ-регулятором получаем следующие максимальные значения входных переменных регулятора:

$$e_{max} = 1{,}7\ \%, r_{max} = 12{,}5\ \%$$

Рассчитаем параметры нечеткого регулятора по ранее указанным формулам:

$$G_o = 1, G_c = \frac{K_{\text{и}}}{K_{\text{п}}} = 2, G_{\text{в}} = 2 \cdot K_{\text{и}} = 50$$
$$L = max\{G_o e_{max}; G_c\, r_{max}\} = max\{1{,}7; 25\} = 25$$

Выберем наименьшее значение N=2. В качестве функций принадлежности будем использовать Л-термы (рис.1):

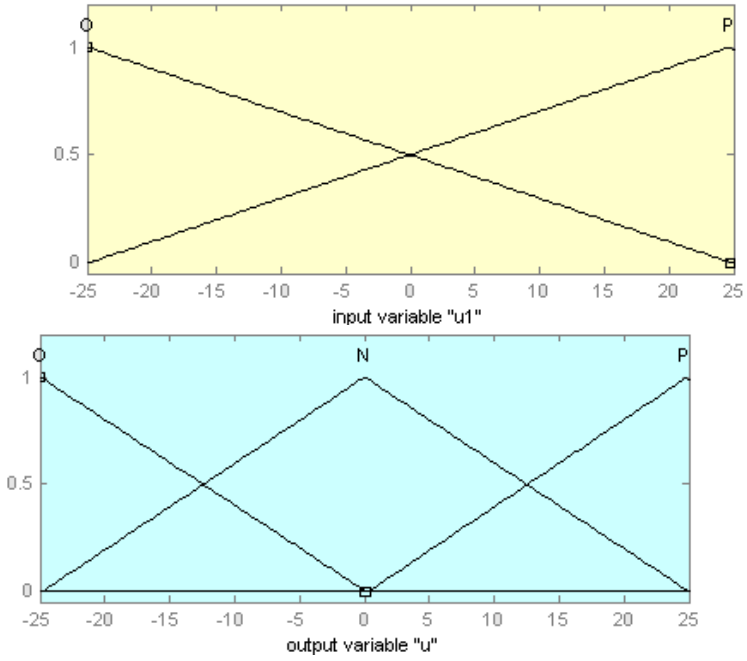


Рисунок 1. Графики принадлежности Л-терм

Введем следующие значения для входных терм: ошибка (производная ошибки) положительная (P), ошибка (производная ошибки)отрицательная (O); для выходных терм: выход положительный (P), выход близок к нулю (N) и выход отрицательный (O) [5].

База правил для нечеткого ПИ-регулятора будет следующей (таб.1):

Таблица 1. База правил

Выходное значение		Ошибка	
		P	O
Производная ошибки	P	P	N
	O	N	O

Далее, смоделируем переходной процесс в САУ с нечетким регулятором в среде Matlab, для чего соберем структурную схему (рис.2):

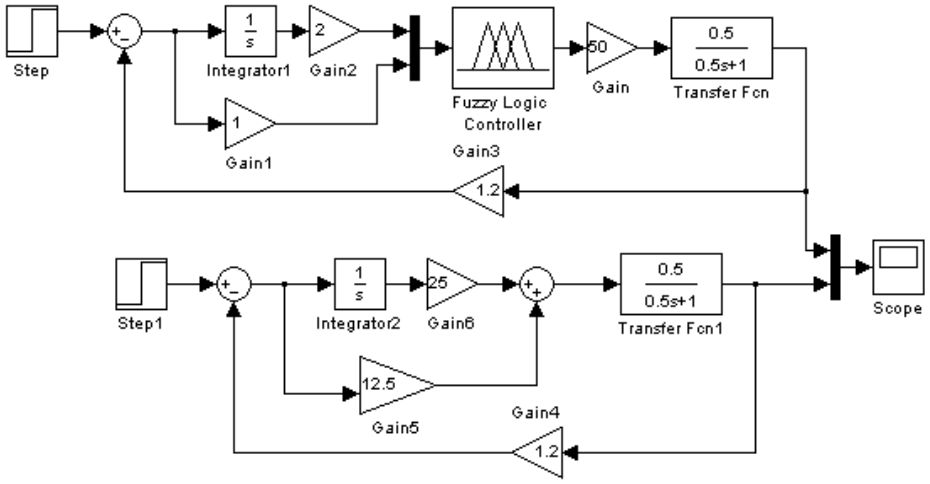


Рисунок 2. Схема моделирования процессов в САУ с нечетким и классическим ПИ-регулятором

По результатам моделирования видно, что синтезированный нечеткий регулятор в некоторой степени не удовлетворяет предъявляемому значению времени регулирования (рис. 3, $t_{\text{пп}} \approx 0.26$):

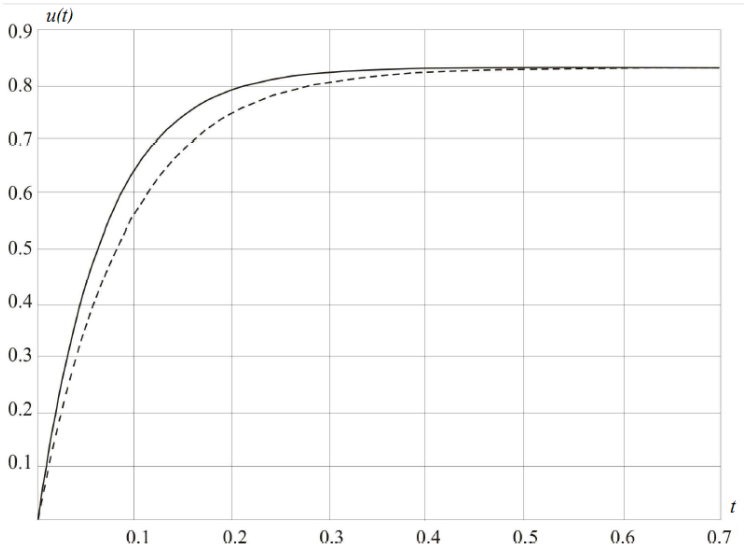


Рисунок 3. Переходной процесс в САУ с нечетким ПИ-регулятором

Данная проблема, связанная с невысокой точностью нечеткого регулятора, легко разрешима с помощью небольшой подстройки коэффициента $G_{\text{в}}$ приблизительно на одну четверть, до значения $G_{\text{в}} = 67$.

Таким образом, в работе были рассмотрены основные прикладные принципы синтеза нечеткого ПИ-регулятора. Следует отметить, что при синтезе нечеткой САУ расхода на выходе стабилизационной колонны установки риформинга не требуется знания какой-либо иной динамики колонны, кроме как зависимости расхода стабильного катализата от регулирующего воздействия, что свидетельствует о эффективности нечеткой САУ и перспективности ее внедрения в технологический проект блока стабилизации установки каталитического риформинга.

Литература:

1. Леоненков А. Ю. Нечеткое моделирование в среде Matlab и fuzzyTech. - С. - Птб.: БХВ, 2005. - 736 с.
2. Антонов О.В. Оптимальное управление процессом каталитическогориформинга с использованием гибридной математической модели: дис. ... канд. техн. наук. Астрах.гос. техн. университет, Астрахань, 2003.
3. Технологический регламент установки каталитического риформинга У-1.734 3418-ТР У-1.734 (2007 г.)
4. Андриевская Н.В., Билоус О.А., Семенов С.С. Методика проектирования нечеткого регулятора на базе ПИ-регулятора в среде Matlab// Вестник Пермского НИПУ, 2012, № 6. – С.
5. Кондрашева Н.К. Кондрашев Д.О., Абдульминев К.Д. Технологические расчеты и теория каталитического риформинга бензина. Учебное пособие. - Уфа: ООО "Монография", 2008. - 160 с.

А.В. Елисеев, *А.А. Елисеев, Н.М. Божко

АЛГОРИТМ ЛИНЕЙНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ В УСЛОВИЯХ НЕРАВНОТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
*Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: обработка неравноточных измерений, погрешности переменной структуры, дискретный фильтр.

Рассмотрена задача обработки измерений параметров инфокоммуникационных систем в условиях, когда измерения содержат как случайные, так и систематические погрешности переменной структуры. Проведен анализ известных методов и алгоритмов обработки неравноточных измерений. Приведена математическая постановка задачи. На основе фильтра Калмана синтезирован алгоритм обработки неравноточных измерений. В предложенном фильтре в качестве вектора измерений используется вектор конечных разностей. Предложен алгоритм формирования начальных условий фильтрации. Разработана структурная схема синтезированного дискретного фильтра.

A.V. Eliseev, *A.A. Eliseev, N.M. Bozhko

LINEAR FILTERING ALGORITHM WHEN THE MEASUREMENTS CONTAIN VARIOUS ERRORS

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia
* Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Keywords: analysis of the measurements with different errors, errors of variable structure, discrete filter.

The problem of processing measurements communication systems in the cases when measurements contain both random and systematic errors of variable structure. The analysis of known methods and algorithms for processing measurements with different errors. The mathematical formulation of the problem. Based on the Kalman filter algorithm synthesized unequal treatment measurements. In the proposed filter as a measurement vector used vector finite differences. An algorithm of formation of the initial conditions of filtration. The block diagram of the synthesized digital filter.

Известно, что при решении задач испытания и применения по целевому назначению инфокоммуникационных систем различного назначения широко используются распределенные информационно-измерительные комплексы (ИИК). В зависимости от типа задачи к оперативности обработки измерений и, соответственно, к составу информационно-математического обеспечения ИИК предъявляются различные требования. В связи с этим, с точки зрения оперативности, различают обработку измерений по полной выборке и оперативную экспресс-обработку в реальном масштабе времени. В первом случае решается задача сглаживания измерений, а во втором – фильтрации измерений. Задача фильтрации решается на основе классического или расширенного фильтров Калмана, α, β – фильтра и др. [1, 2] Данные алгоритмы, как правило, обеспечивают требуемое качество обработки, когда в канале измерения присутствует только случайная погрешность. Однако реальные измерения могут сопровождаться и другими типами погрешностей, например, погрешностями с известной структурой их математической модели и неизвестными параметрами. Наличие подобных погрешностей приводит в итоге к задаче обработки неравноточных измерений. Примером источника неравноточных измерений является ИИК, содержащий разнородные измерители параметров с различными техническими характеристиками. В работах [3, 4, 5] рассмотрены методы и алгоритмы обработки неравноточные измерения. Применение алгоритма, рассмотренного в работе [3], целесообразно в случае, когда структура погрешности не меняется в течение сеанса измерения, алгоритмы на основе модифицированного МНК [4, 5] эффективны только в случае, когда известны моменты смены структур погрешности. Таким образом, задача синтеза алгоритмов обработки неравноточных измерений является актуальной.

Цель данной работы – повышение качества решения задачи фильтрации неравноточных измерений, содержащих погрешности переменной структуры с неизвестными параметрами.

1 Математическая постановка задачи. Пусть вектор информационных параметров $\mathbf{X}(j) = \mathbf{X}(t_j) = \left[x_s(j),\ s = \overline{1, q} \right]^T$ инфокоммуникационной системы на интервале $[t_0, T]$ описывается разностным уравнением

$$\mathbf{X}(j+1) = \mathbf{\Phi}(j+1, j)\mathbf{X}(j) + \mathbf{\Gamma}(j+1, j)\mathbf{N}_x(j),\ j = \overline{0, \infty}, \tag{1}$$

а уравнение наблюдения имеет вид

$$\mathbf{Z}(j) = \mathbf{B}(j)\mathbf{X}(j) + \mathbf{H}(j) + \mathbf{N}_z(j),\ j = \overline{0, \infty}, \tag{2}$$

где $\mathbf{Z}(j) = \left[z_s(j), s = \overline{1, p} \right]^T$ - вектор измерений, $\mathbf{\Phi}(j+1, j) = \left[\varphi_{l\,s}(j), l, s = \overline{1, q} \right]$, $\mathbf{\Gamma}(j+1, j) = \left[\gamma_{sk}(j),\ s = \overline{1, q},\ k = \overline{1, m} \right]$, $\mathbf{B}(j) = \left[b_{k\,s}(j),\ k = \overline{1, p},\ s = \overline{1, q} \right]$ - известные функциональные матрицы, $\mathbf{N}_x(j) = \left[n_{x\,s}(j),\ s = \overline{1, m} \right]^T$, $\mathbf{N}_z(j) = \left[n_{z\,s}(j),\ s = \overline{1, p} \right]^T$ - случайные шумы объекта (1) и канала наблюдения (2) соответственно, имеющие нулевые математические ожидания и корреляционные матрицы $\mathbf{V}_x(j) = \operatorname{diag}\left[v_{xss}(j),\ s = \overline{1, m} \right]$, $\mathbf{W}_Z(j) = \operatorname{diag}\left[w_{zss}(j),\ s = \overline{1, p} \right]$ соответственно, $\mathbf{H}(j) = \left[h_s(j), s = \overline{1, p} \right]^T$ - погрешность измерений со случайной сменой структуры, которая на интервалах непрерывности $\left(t^*_{s,i-1}, t^*_{si} \right]$ описывается степенными полиномами

$$h_{si}(j)=\sum_{l=0}^{M_{si}} b_{s,il}\left(t_j-t^*_{s,i-1}\right)^l,\ M_{si}\in\{0,1,2,...\},\ t_j\in\left(t^*_{s,i-1},t^*_{si}\right]\subset[t_0,T],\quad i=\overline{1,L_s}\ . \tag{3}$$

Требуется: по результатам текущих наблюдений $\mathbf{Z}(j)$ получить оптимальную в среднеквадратическом смысле оценку $\hat{\mathbf{X}}(j)$ фильтрации вектора состояния (1) в условиях наличия в канале измерений погрешности вида (3).

2 Алгоритм линейной фильтрации. Для формирования субоптимальной оценки $\hat{\mathbf{X}}(j)$ вектора состояния (1) воспользуемся известным дискретным фильтром Калмана [1]. С целью компенсации кусочно-непрерывных погрешностей $\mathbf{H}(j)$, содержащихся в наблюдении (3), в качестве вектора измерений в фильтре используем вектор конечных разностей $\Delta^k[\cdot]$, вычисляемый с использованием оператора вида [6]:

$$\Delta^k\left[f(j)\right]=\sum_{i=0}^{k}(-1)^{i+k}C_k^i\,f\left[t_0+\tau(j-i)\right],\ k\in\{0,1,2,...,n\},\ j=\overline{k,N}\ . \tag{4}$$

Применим по аналогии с работой [7] к наблюдению (2) конечно-разностный опертор вида (4). Тогда при $k=n,\left(n=\max\limits_{i,s}M_{si}\right)$ получим

$$\Delta^n\left[\mathbf{Z}(j)\right]=\sum_{i=0}^{n}(-1)^{i+n}C_n^i\left[\mathbf{B}(j-i)\,\mathbf{X}(j-i)\right]+\sum_{i=0}^{n}(-1)^{i+n}C_n^i\,\mathbf{N}_x(j-i),\qquad j\ge n. \tag{5}$$

В этом случае вектор невязки $\tilde{\mathbf{Z}}(j+1|\,j)=\mathbf{Z}(j+1)-\mathbf{B}(j+1)\hat{\mathbf{X}}(j+1|\,j)$, входящий в уравнение фильтра [1] для оценки $\hat{\mathbf{X}}(j)$, необходимо заменить на вектор $\tilde{\mathbf{Z}}^{[n]}(j+1|\,j)=\Delta^n\left[\mathbf{Z}(j+1)\right]-\Delta^n\left[\mathbf{B}(j+1)\hat{\mathbf{X}}^{[n]}(j+1)\right]$.

С учетом выражений (4) и (5) алгоритм оптимального дискретного оценивания на основе фильтра Калмана примет вид

$$\hat{\mathbf{X}}^{[n]}(j+1)=\hat{\mathbf{X}}^{[n]}(j+1|\,j)+\mathbf{Q}^{[n]}(j+1)\left[\Delta^n\left[\mathbf{Z}(j+1)\right]-\Delta^n\left[\mathbf{B}(j+1)\hat{\mathbf{X}}^{[n]}(j+1|\,j)\right]\right]; \tag{6}$$

$$\mathbf{K}^{[n]}(j+1)=\left[\mathbf{I}-\mathbf{Q}^{[n]}(j+1)\mathbf{B}(j+1)\right]\mathbf{K}^{[n]}(j+1|\,j),\ j\ge n, \tag{7}$$

где верхний индекс n в квадратных скобках $[\cdot]$ указывает на использование в алгоритме фильтрации конечной разности n-го порядка,

$$\hat{\mathbf{X}}^{[n]}(j+1|\,j)=\mathbf{\Phi}(j+1,j)\,\hat{\mathbf{X}}^{[n]}(j);\quad \Delta^n\left[\mathbf{Z}(j+1)\right]=\sum_{i=0}^{n}(-1)^{i+n}C_n^i\,\mathbf{Z}(j+1-i);$$

$$\Delta^n\left[\mathbf{B}(j+1)\hat{\mathbf{X}}^{[n]}(j+1|\,j)\right]=\sum_{i=0}^{n}(-1)^{i+n}C_n^i\mathbf{B}(j+1-i)\left[\mathbf{\Phi}(j+1-i,j-i)\,\hat{\mathbf{X}}^{[n]}(j-i)\right];$$

$$\mathbf{Q}^{[n]}(j+1)=\mathbf{K}^{[n]}(j+1|\,j)\,\mathbf{B}^T(j+1)\left[\mathbf{B}(j+1)\mathbf{K}^{[n]}(j+1|\,j)\,\mathbf{B}^T(j+1)+\mathbf{W}_Z^{[n]}(j+1)\right]^{-1};$$

$$\mathbf{K}^{[n]}(j+1|\,j)=\mathbf{\Phi}(j+1,j)\,\mathbf{K}^{[n]}(j)\,\mathbf{\Phi}^T(j+1,j)+\mathbf{\Gamma}(j+1,j)\,\mathbf{V}_x^{[n]}(j)\,\mathbf{\Gamma}^T(j+1,j);$$

$$\mathbf{V}_x^{[n]}(j)=\mathrm{diag}\left[v_{x\,i\,i}^{[n]}(j),\ i=\overline{1,m}\right],\quad v_{x\,i\,i}^{[n]}(j)=\sum_{i_1=0}^{n}\left(C_n^{i_1}\right)^2 v_{x\,i\,i}^{[0]}(j), \tag{8}$$

$$\mathbf{W}_z^{[n]}(j)=\mathrm{diag}\left[w_{z\,i\,i}^{[n]}(j),\ i=\overline{1,p}\right],\quad w_{y\,i\,i}^{[n]}(j)=\sum_{i_1=0}^{n}\left(C_n^{i_1}\right)^2 w_{z\,i\,i}^{[0]}(j)\ . \tag{9}$$

При задании начальных условий для алгоритма (6), (7) учитываем, что его применение возможно только с момента времени t_n, когда получен массив измерений, достаточный для реализации n-й конечной разности. По этой причине начальные условия $\hat{\mathbf{X}}^{[n]}(j)|_{j=n-1} = \hat{\mathbf{X}}^{[n]}(n-1|n-2)$ и $\mathbf{K}^{[n]}(j)|_{j=n-1} = \mathbf{K}^{[n]}(n-1)$ формируются на основе рекуррентного алгоритма:

$$\hat{\mathbf{X}}^{[n]}(0) = \hat{\mathbf{X}}(0);\ \mathbf{K}^{[n]}(0) = \mathbf{K}(0);\ \hat{\mathbf{X}}^{[n]}(j+1|j) = \mathbf{\Phi}(j+1, j)\hat{\mathbf{X}}^{[n]}(j); \quad (10)$$

$$\mathbf{K}^{[n]}(j+1|j) = \mathbf{\Phi}(j+1, j)\mathbf{K}^{[n]}(j)\mathbf{\Phi}^T(j+1, j) + \mathbf{\Gamma}(j+1, j)\mathbf{V}_x^{[n]}(j)\mathbf{\Gamma}^T(j+1, j); \quad (11)$$

$$\mathbf{K}^{[n]}(j+1) = \left[\mathbf{I} - \mathbf{Q}^{[n]}(j+1)\mathbf{B}(j+1)\right]\ \mathbf{K}^{[n]}(j+1|j), \quad (12)$$

где $j = \overline{0, n-2}$, $n \geq 2$ (если n = 1, то в качестве начальных условий принимаются следующие значения: $\hat{\mathbf{X}}^{[1]}(n-1) = \hat{\mathbf{X}}^{[1]}(0) = \hat{\mathbf{X}}(0),\ \mathbf{K}^{[1]}(0) = \mathbf{K}(0)$).

Структурная схема устройства, реализующего разработанный алгоритм фильтрации, представлена на рисунке 1. Анализатор сигнала, шума и помехи (АСШП) на основе априорной информации $I_{apr} = \left\{\mathbf{X}(j),\ M^* = \max_{i,s} M_{si},\ P_s^{[0]}\right\}$ о модели информационного процесса $\mathbf{X}(j)$ вида (1), значении наибольшего порядка M^* полинома, описывающего погрешность измерений вида (3), значении доверительной вероятности $P_s^{[0]}$, а также предварительного анализа наблюдаемой реализации $\mathbf{Z}(j)$ назначает порядок конечной разности $[n]$ и рассчитывает параметры $\varepsilon_s^{[n]}$, $d_s^{[n]}$ на основе алгоритма отбраковки аномальных измерений, приведенного в работе [7]. Выходные параметры блока АСШП передаются в блоки 3, 4, 5. Следует отметить, что исходной информацией для АСШП могут являться результаты измерений $\mathbf{Z}^*(j)$, полученные с использованием «эталонных» (на порядок более точных, по отношению к анализируемому средству) измерительных средств. Блок отбраковки аномальных измерений (БОАИ), как показано в работе [7], осуществляет обнаружение аномальных измерений, источником которых могут быть причины, как внешние по отношению к устройству фильтрации, так и внутренние, обусловленные особенностями формирования конечных разностей в точках разрыва функции вида (3). В блоках 3 и 5 формируются конечные разности порядка $[n]$ для наблюдаемого процесса $\mathbf{Z}(j+1)$ и оценки наблюдаемого процесса $\hat{\mathbf{Z}}(j+1) = \Delta^n\left[\mathbf{B}(j+1)\hat{\mathbf{X}}(j+1|j)\right]$ соответственно. Следует отметить, что если блок АСШП выдает значение порядка конечной разности $[n] = 0$, то разработанный алгоритм фильтрации вырождается в классический алгоритм фильтра Калмана. В вычислителе начальных условий (ВНУ) на основе априорной информации о начальных условиях фильтрации $\left(\hat{\mathbf{X}}_0, \mathbf{K}_0\right)$ и значениях элементов матриц интенсивностей формирующего шума и шума наблюдения $\left(\mathbf{V}_x, \mathbf{W}_z\right)$ рассчитываются новые начальные условия $\left(\hat{\mathbf{X}}_0^{[n]}, \mathbf{K}_0^{[n]}\right)$ и новые интенсивности шумов $\left(\mathbf{V}_x^{[n]}, \mathbf{W}_z^{[n]}\right)$ с привлечением алгоритма (8)-(12).

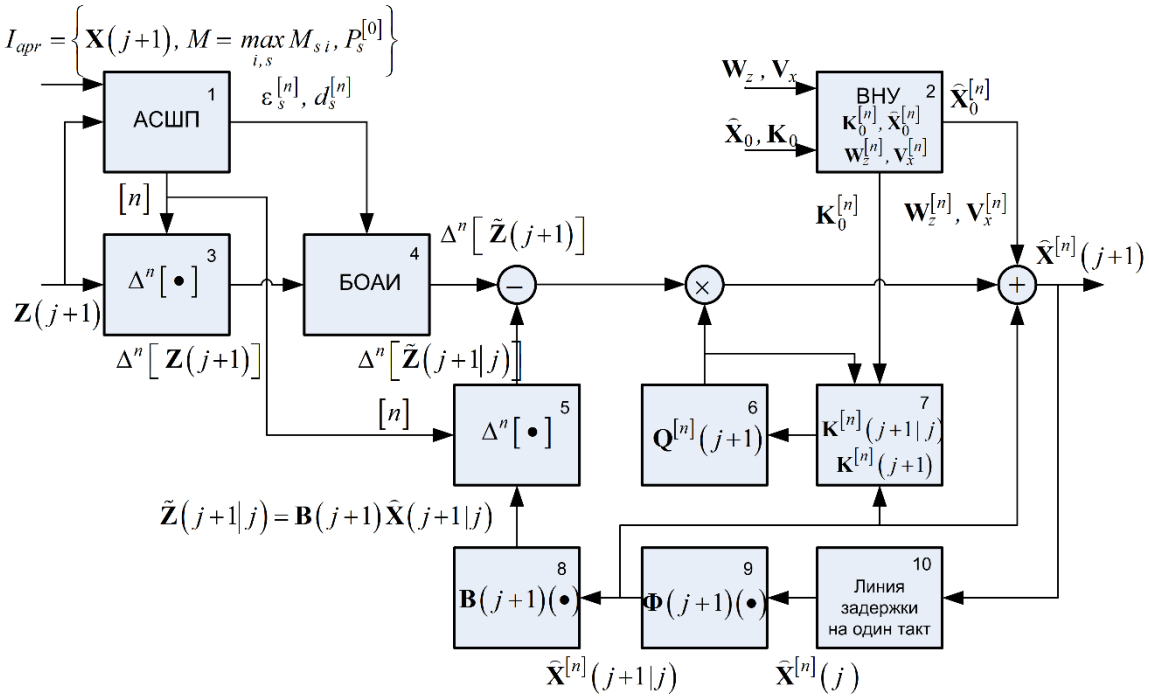


Рисунок 1. Структура дискретного фильтра

В блоке 9 на основе задержанного на один такт в блоке 10 значения оценки процесса $\hat{\mathbf{X}}^{[n]}(j)$ формируется предсказанная оценка $\hat{\mathbf{X}}^{[n]}(j+1|j)$. В блоке 8 на основе оценки $\hat{\mathbf{X}}^{[n]}(j+1|j)$ формируется предсказанное значение наблюдаемого процесса $\hat{\mathbf{Z}}(j+1|j)$. В блоке 7 вычисляются предсказанное $\mathbf{K}^{[n]}(j+1|j)$ и текущее значения ковариационной матрицы ошибок фильтрации. В блоке 8 на основе данных блока 7 рассчитывается матричный коэффициент усиления фильтра $\mathbf{Q}^{[n]}(j+1)$.

Литература:

1. Информационные технологии в радиотехнических системах / Под ред. И.Б. Федорова. – М.: Из-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2003. 672с.

2. Елисеев А.В. Оценивание вектора состояния объекта на основе фильтра с нечеткой логикой. // Авиакосмическое приборостроение, 2006, №4, с. 30-38.

3. Леонов В.А., Поплавский Б.К. Метод линейных преобразований идентификации динамических систем.// Техническая кибернетика, 1990, № 2, с.73-79.

4. Булычев Ю.Г., Елисеев А.В. Обработка измерений в условиях мультиструктурных помех. // Автометрия, 2007, т. 43, №5, с. 26-38.

5. Булычев Ю.Г., Елисеев А.В. Алгоритм обработки измерений при кусочно-непрерывной помехе. // Известия РАН. Теория и системы управления. 2007, №2, с. 57-64.

6. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Корн Г.А., Корн Т.М. – М.: Наука, 1984, 831с.

7. Булычев Ю.Г., Елисеев А.В., Лапсарь А.П. Повышение точности динамических измерений с использованием метода конечных разностей. // Измерительная техника, 2006, №4, с.16-21.

В.А. Морозов, Т.А. Морозова. И.А. Енгибарян

ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ЯЧЕИСТОЙ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ЮГО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, г. Ростов-на-Дону

Ключевые слова: контент-ориентированных услуги, мультисервисная сеть, телепорт, кластер, транспортная сеть, ячеистая сеть, наземно- подводная магистраль.

Исходя из современных направлений развития инфокоммуникаций, предлагается подход к построению ячеистой мультисервисной транспортной сети Юго-Западного региона Ростовской области. Проанализирована особенность этого региона - наличие Таганрогского залива и показана необходимость создания комбинированных наземно - подводных магистралей. Предложены схемы построения ячеистой мультисервисной транспортной сети, транспортных сетей кластеров и технологии транспортирования мультимедийных сигналов.

V.A. Morothov, T.A. Morothova, I.A. Engibaryan

APPROACH TO THE CONSTRUCTION MULTI-SERVICE CELLULAR TRANSPORT NETWORK IN SOUTHWESTERN PART OF THEROSTOV REGION

The North Caucasus branch of the Moscow Technical University of Communications and Informatics

Keywords: content-oriented services, multi-service network, teleport, cluster transport network, mesh network, terrestrial and underwater highway.

Based on current trends in the development of info-communications approach to construction of multi-cellular transport network in South-West region of Rostov region is proposed. The features of this region - the presence of the Gulf of Taganrog and the necessity of creating a combined terrestrial and underwater highway. A scheme of the multi-cellular transport network, transport networks of clusters and transportation technology multimedia signals are proposed.

Стремительный прогресс в области телекоммуникационных и информационных технологий вызвал необходимость предоставления корпоративным и индивидуальным пользователям широкого круга услуг мультимедиа, контент-ориентированных услуг, услуг широкополосного доступа, услуг с гарантией времени доставки трафика и др. Постепенно в западной литературе сформировался термин Time Warner Full Service Network (FSN), дословно означающий полносервисные сети, предупреждающие потерю качества из-за несвоевременной (с запаздыванием) доставки трафика. В российской литературе этот термин аналогичен понятию мультисервисных сетей, т.е. сетей, готовых к предоставлению любых телекоммуникационных и информационных услуг.

Мультисервисная сеть (МСС) представляет собой универсальную многоцелевую среду, предназначенную для передачи речи, изображения и данных с использованием технологии коммутации пакетов (IP). Основная задача МСС заключается в обеспечении работы разнородных информационных и телекоммуникационных систем и приложений в единой транспортной среде, когда для передачи обычного трафика (данных) и трафика другой информации (речи, видео и др.) используется единая инфраструктура. МСС использует единый канал для передачи данных разных типов, позволяет уменьшить разнообразие типов оборудования, применять единые стандарты, технологии и централизованно управлять коммуникационной средой.

Основными составляющими МСС являются: телепорт, кластеры и транспортная сеть. Под телепортом понимается единый центр управления, получения, обработки, создания и передачи информации. Телепорт строится по модульной технологии (с возможностью поэтапного наращивания предоставляемых услуг) и формируется из оборудования и программного обеспечения (ПО) для организации приема эфирных и спутниковых ТВ- и радиопрограмм; формирования студийных программ; подключения к телефонной сети; подключения к сети

Интернет; сбора и обработки данных телеметрии (показания датчиков воды, электричества и т.п.); сбора и обработки данных видеонаблюдения и датчиков пожарно-охранной сигнализации; мониторинга, контроля и управления состоянием сети и доступом к информационным потокам; и других видов услуг.

Кластеры представляют собой группы от 500 до 2 тыс. абонентов, территориально расположенных в непосредственной близости друг от друга и охватываемых интерактивной распределительной сетью, опирающейся на один из узлов транспортной сети.

Транспортная сеть – двунаправленная широкополосная магистральная кабельная сеть, построенная по волоконно-оптической технологии, гарантирующей доставку контента в заданное время независимо от уровня загрузки и эксплуатационной готовности отдельных магистралей сети и их участков.

Базовым условием создания МСС в регионах, удовлетворяющих вышеуказанным требованиям, является преобразование внутризоновых транспортных сетей со структурой «кольцо» и радиальными ответвлениями, построенными с использованием структур «линейная цепь», «дерево» или «звезда» в ячеистые транспортные сети таким образом, чтобы все кластеры региона опирались на узлы транспортной сети, являющимися узлами ячеистой сети.

Топология ячеистой сети и маршруты прохождения транспортных магистралей определяются спецификой местности, на которой она развертывается. Юго-Западный регион Ростовской области разрезается значительной, с точки зрения кабельных сетей, водной поверхностью – Таганрогским заливом Азовского моря и на его территории находится одна из наиболее крупных кластерообразующих структур – г. Таганрог. В [1] показано, что дальнейшее развитие научно-производственного потенциала города Таганрога на путях инновационного развития возможно только при создании системы инфокоммуникационного обеспечения корпоративных пользователей с широким доступом к контент-ориентированному обслуживанию.

Для решения этой задачи необходимо вписать Таганрог в структуру сети ячеистой топологии с возможностью иметь прямые выходы на другие регионы и международные сети через ближнее зарубежье.

Проведенный анализ показывает, что для создания законченной транспортной сети Юго-Западного региона с учетом инновационного развития промышленности и производительных сил Таганрога необходимо разработать конструкторские и технологические решения по созданию комбинированных наземно-подводных магистралей, связывающих узлы ячеистой сети северного и южного побережья Таганрогского залива.

Для решения сформулированной задачи предлагается на территории Юго– Западного региона Ростовской области сформировать 10 кластеров, связанных транспортными магистралями. Эти магистрали в совокупности будут образовывать ячеистую мультисервисную транспортную сеть Юго – Западного региона Ростовской области, которая представлена на рисунке 1. Населенные пункты внутри распределенных кластеров (включающих несколько мелких населенных пунктов, прилегающих к кластерообразующему населенному пункту) целесообразно включить по схеме «двойное кольцо». Вариант транспортной сети кластера на 3 звена доступа (ЗД), размещаемых в мелких населенных пунктах представлен на рисунке 2.

Рисунок 1. Ячеистая мультисервисная транспортная сеть Юго – Западного региона Ростовской области

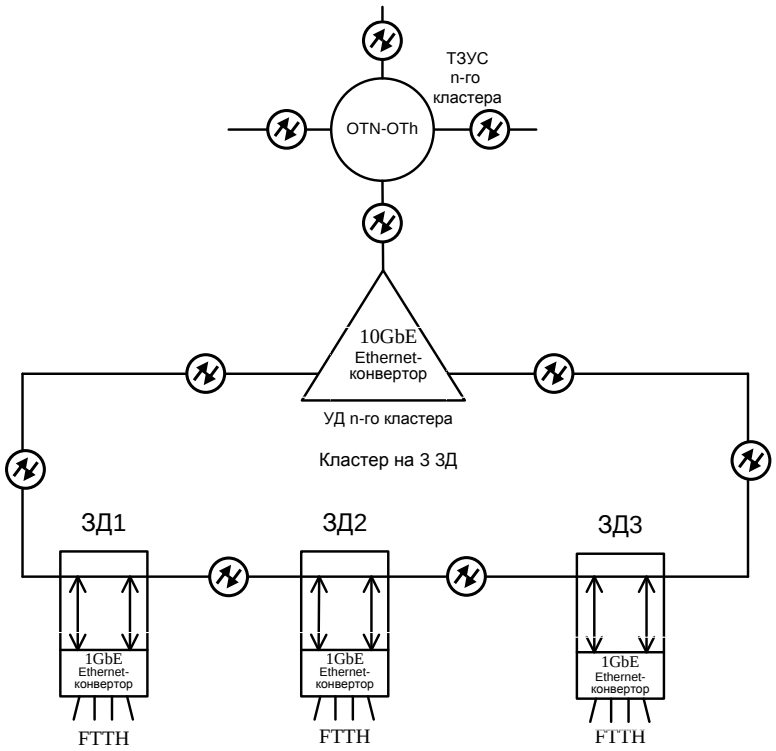


Рисунок 2. Транспортная сеть кластера

Проектирование и строительство комбинированных наземно-подводных магистралей является новым направлением в развитии внутризоновой транспортной сети Ростовской области.

Создание комбинированных наземно-подводных транспортных магистралей в акватории Таганрогского залива требует решения следующих новых задач:

- разработка схем сопряжения трасс наземных участков и подводного участка магистрали транспортной сети;
- определение координат точек вывода волоконно-оптического подводного кабеля на берег, координаты установки береговых креплений и координат соединительных муфт;
- разработка технологии прокладки волоконно-оптического подводного кабеля через залив;
- разработка технологии строительства берегового участка магистрали;
- разработка вопросов по охране окружающей среды при развертывании подводного участка магистрали;
- определение путей минимизации затрат на создание наземно-подводных транспортных магистралей.

Данные задачи носят прикладной характер и для их решения представляется возможным адаптировать технологические решения, использованные при строительстве подводных ВОЛП в других регионах [2].

Высокие скорости транспортирования контента могут быть обеспечены при реализации в базисе NGN технологии OTN – OTH, которая предусматривает использование многоволновых мультисервисных платформ, реализующих DWDM с использованием LCAS, MPLS, 40 GbE & 256 GbE технологий. Технически это реализуется установкой на узлах ячеистой сети оптических DWDM-коммутаторов OTM-OCh, к которым подключаются Ethernet – коммутаторы, на базе которых в кластерах развертываются полномасштабные сети доступа по технологии GbE -FTTH (в мелких населенных пунктах), 10GbE – FTTH (в крупных населенных пунктах) и 100 GbE – FTTH в городе Таганроге. С учетом перспектив развития целесообразно ориентироваться на технологию 100GbE – FTTH, соответствующую требованиям стандарта IEEE Std 802.3ba 100 Gigabit Ethernet [3].

Литература:

1. Т. А. Морозова, Т. В. Пантелеева, А. С. Мелешин. Пути перехода корпоративных пользователей города Таганрога на контент – ориентированное обслуживание. Труды СКФ МТУСИ, 2013, с. 156-156.

2. Ю. М. Колесник, А. С. Мелещин. Подводная волоконно-оптическая линия передачи «Черноморье». Труды СКФ МТУСИ,2013, с. 120-124.

3. IEEE 802.3ba-2010. IEEE Standard for Information Technology. Amendment 4: Media Access Control Parameters, Physical Layers and Management Parameters for 40 Gb/s and 100 Gb/s Operation. IEEE, 22 June 2010.

А.О. Енютин, П.В. Лобзенко

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ADO В DELPHI-ПРИЛОЖЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СУБД ACCESS

Северо-Кавказский филиал Московского государственного технического университета, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: реляционные базы данных, данные, технологии ADO, доступ к данным, приложения в Delphi.

Описано решение задачи создания приложений в DELPHI-**7** для реализации специализированных баз данных предприятий. Показана возможность использования реляционной СУБД Access посредством технологии доступа к данным ADO (ActiveX Data Objects)

A.O. Enyutin, P.V. Lobzenko

FEATURES OF ADO B DELPHI- APPLICATION TECHNOLOGIS IF USED WITH ACCESS DBMS

Moscow State Technical University, North Caucasian Branch, Rostov-on-Don, Russia

Key words: relational databases, data, ADO technologies, data access, Delphi applications.

The development of DELPHI-**7** applications for companies' specialised database is described. The possibility to apply Access relational database with ADO (ActiveXDataObjects) data access technology is demonstrated.

Для малого и среднего бизнеса традиционно стоит задача учета и обслуживания средств вычислительной техники. Даже в совсем небольших организациях, включая отдельных индивидуальных предпринимателей, такие вопросы решаются с использованием баз данных (БД). В настоящее время существует множество различного рода БД, позволяющих удовлетворить самые изысканные запросы [1, 2, 3]. Основными их недостатками являются большая дороговизна с учетом того, что при адаптации продукта к конкретному предприятию далеко не все функции (входящие в стоимость) используются, а также вопросы безопасности информации, возникающие при администрировании БД, расположенных на удаленных серверах.

В статье представлена простая реализация пользовательского программного обеспечения (ПО) в Delphi -7 [4], для управления БД, составленной в Microsoft Access. Такой симбиоз позволяет максимально адаптировать программный продукт для учета и обслуживания вычислительной техники предприятия.

В основе разработки лежит технология ADO [5] , обеспечивающая стандартное обращение к реляционным структурам данных от Microsoft. Особенностями кода программы, при этом, относящимися к активации форм является префиксное обращение к полям таблиц: DataModule1.ADOTable01.Active:=….

ПО создавалось через процесс проектирования БД и оболочки с пользовательским интерфейсом, которая обеспечивает доступ к данным.

Логическая модель данных в СУБД Access разработана так, что не привязывается к конкретной среде реализации, что третьей нормальной форме таблиц базы.

Разработанное ПО с пользовательским интерфейсом представляет собой полноценное приложение, предусматривающее установку в виде простого сохранения на носитель вычислительной системы. Интерфейс максимально приближен к уже применяемым пользователями разработкам и является интуитивно понятным.

Таким образом, разработанное приложение имеет следующие преимущества при использовании на предприятии:

1. Сравнительно малую стоимость создания и сопровождения.
2. Узконаправленную ориентированность на круг задач, возникающих на рабочем месте, для которого разработано.
3. Интуитивно понятный, информативный и удобный, а главное, привычный интерфейс, не требующий отдельного обучения использованию.
4. Надежную защищенность данных, т.к. не требует их обмена с сервером, находящимся за пределами предприятия.
5. Сравнительную простоту в эксплуатации и сопровождении.

Литература:

1. http://webadequate.ru/rabota-s-bd-mysql/21-sozdanie-bazy-dannyh-mysql.html.
2. http://mitriydenisov.com/php-mysql/php-basics/database.html.
3. http://office.microsoft.com/ru-ru/access-help/HP005187442.aspx.
4. Фаронов В. Программирование баз данных в Delphi 7. Учебный курс. – СПб.: Питер, 2006. – 459 с.
5. Харрингтон Дж. Проектирование реляционных баз данных. Просто и доступно, 2005.-239 с.

В.А. Данилов, Ю.В. Жабинский

ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕГАУССОВСКОЙ РАДИОПОМЕХИ С МАКСВЕЛЛОВСКИМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ОГИБАЮЩЕЙ

Северо-Кавказский Филиал Московского технического университета связи и информатики, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: плотность вероятности, характеристическая функция, моменты распределения.

Определена характеристическая функция и плотность вероятности негауссовской радиопомехи с распределением огибающей по закону Максвелла. Для найденного распределения приведены формулы начальных моментов и рассчитаны характеристики эффективности амплитудного подавления.

Полученные вероятностные характеристики могут быть использованы в различных задачах статистической радиотехники. Эти данные более точно описывают статистические характеристики внешних помех узкополосного типа, что очень важно при воздействии атмосферных и других помех, обладающих пространственной структурой формирования.

V.A. Danilov, Y.V. Jabinskiy

PROBABILITY CHARACTERISTICS NON-GAUSSIAN RADIO NOISE WITH MAXWELL DISTRIBUTION BENDING AROUND

North Caucasus branch of the Moscow Technical University of Communications and Informatics, Rostov-on-Don, Russia

Keywords:probability density, characteristic function, moments of distribution.

Characteristic function and density of probability non-Gaussian a radio noise with distribution envelope under law Maxwell is determined. For the found distribution formulas of the initial moments are given and characteristics of efficiency of peak suppression are designed.

The paper provides the obtained probability characteristics which can be used in different problems of statistical radio engineering. These data contain a more detailed description of statisticalcharacteristics of narrowband external noise which is very important under impact of statics and other types of interferences having spatial pattern of formation.

При решении задач с негауссовскими входными воздействиями в качестве заданного распределения часто используют распределение мгновенных значений негауссовского случайного процесса. В некоторых задачах в качестве заданного распределения более предпочтительно использовать плотность вероятности $W(A)$ огибающей$A(t)$исследуемого случайного процесса, связанной с распределением мгновенных значений $w_1(x)$соотношениям вида [1]:

$$w_1(x) = \frac{1}{\pi}\int_{|x|}^{\infty} \frac{W(A)}{\sqrt{A^2 - x^2}}\,dA. \qquad (1)$$

Использование функции $W(A)$ в качестве исходного статистического материала целесообразно во всех случаях, когда входной случайный процесс является по своей природе существенно высокочастотным и поэтому непосредственное исследование его статистических характеристик является сложной технической задачей. С другой стороны, определение функции $W(A)$ для такого высокочастотного процесса может быть выполнено технически значительно проще и точнее, нежели анализ распределения мгновенных значений.

Известно [1], что если исследуемый случайный процесс представляется в виде суммы квазидетерминированного гармонического колебания (ГК) и узкополосного гауссовского шума (ГШ), то распределение огибающей такой смеси подчиняется обобщенному закону Релея, имеющему следующий вид

$$W(A) = 2\alpha A exp[-\alpha(A^2 + 1)]I_0(2\alpha A) \qquad (2)$$

где $I_0(z)$ –модифицированная функция Бесселя нулевого порядка; α– параметр распределения, равный отношению мощности ГК к мощности ГШ.

Модель помехи с распределением амплитуды вида (2) при действии атмосферных и индустриальных помех может привести к большим погрешностям. В тех случаях, когда действуют помехи с пространственным распределением (атмосферные, индустриальные и интерференционные) [2, 3], то вместо распределения (2) целесообразно рассматривать обобщенное распределение Максвелла [4], которое записывается

$$W(A) = 2\sqrt{\frac{\alpha}{\pi}}Aexp[-\alpha(A^2+1)]sh(2\alpha A), \qquad (A \geq 0), \tag{3}$$

где $\alpha \geq 0$–параметр распределения, имеющий тот же смысл, что и аналогичная величина в формуле (2).

Цель работы – исследование вероятностных характеристик негауссовского случайного процесса с распределением огибающей по формуле (3) и расчет некоторых характеристик эффективности амплитудного подавления, основанных на найденном распределении.

Определение необходимых вероятностных характеристик начнем с расчета характеристической функции $Q(\vartheta)$,соответствующей Фурье – преобразованию плотности вероятности $w_1(x)$ мгновенных значений негауссовского случайного процесса. Для определения функции $Q(\vartheta)$ воспользуемся интегральными соотношениями [1]:

$$Q(\vartheta) = \int_0^\infty \frac{W(A)}{A} J_0(A\vartheta)AdA, \tag{4}$$

$$\frac{W(A)}{A} = \int_0^\infty Q(\vartheta)J_0(A\vartheta)\vartheta d\vartheta, \tag{5}$$

где $J_0(z)$– функция Бесселя первого рода нулевого порядка. Соотношения (3), (4) устанавливают взаимосвязь функций $Q(\vartheta)$и$W(A)/A$посредством интегральных преобразований Фурье – Бесселя. Подставляя (3) в формулу (4), интегрируя полученное выражение с помощью [5], находим

$$Q(\vartheta) = e^{-\alpha}\sum_{k=0}^{\infty}\frac{\alpha^k}{k!}\cdot \quad {}_1F_1(k+\frac{3}{2};1;-\frac{\vartheta^2}{4\alpha}), \tag{6}$$

где ${}_1F_1(a;b;z)$ –вырожденная гипергеометрическая функция первого рода (функция Куммера) [5]. Функция (6) обладает всеми свойствами, присущими характеристической функции. В частности, при $\vartheta = 0$, учитывая что ${}_1F_1\left(k+\frac{3}{2};1;0\right) = 1$, из формулы (6) получаем $Q(0) = 1$.

Выражение (6) позволяет определить необходимые вероятностные характеристики. Заметим, что функция $Q(\vartheta)$ из (6) является четной функцией своего аргумента. Поэтому обратное преобразование по Фурье этой функции может быть записано в форме косинус-преобразования:

$$w_1(x) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} Q(\vartheta)\cos(\vartheta x)\,d\vartheta. \tag{7}$$

Подставляя (6) в формулу (7), вычисляя интеграл с помощью [5], находим

$$w_1(x) = \frac{2\sqrt{\alpha}}{\pi} e^{-\alpha(x^2+1)}(\alpha x^2) \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(2\alpha x)^2}{(2k+1)!} \Psi\left(\frac{1}{2}; k+2; \alpha x^2\right) =$$
$$= \frac{2\sqrt{\alpha}}{\pi} e^{-\alpha} \exp\left(-\frac{\alpha x^2}{2}\right) \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\left(4\alpha\sqrt{\alpha x^2}\right)^k}{(2k+1)!} W_{\frac{k+1}{2},\frac{k+1}{2}}(\alpha x^2), \quad (8)$$

где $\Psi(a; b; z)$ –вырожденная гипергеометрическая функция второго рода; $W_{\lambda,\mu}(z)$–функция Уиттекера [5].

Следует заметить, что найденная функция вида (8) удовлетворяет всем условиям, соответствующим плотности вероятности, в частности, условию нормировки. Расчеты по формуле (8) для $\alpha = 10$ и$\alpha = 100$ приведены сплошными графиками 1, 2 на рисунке 1.

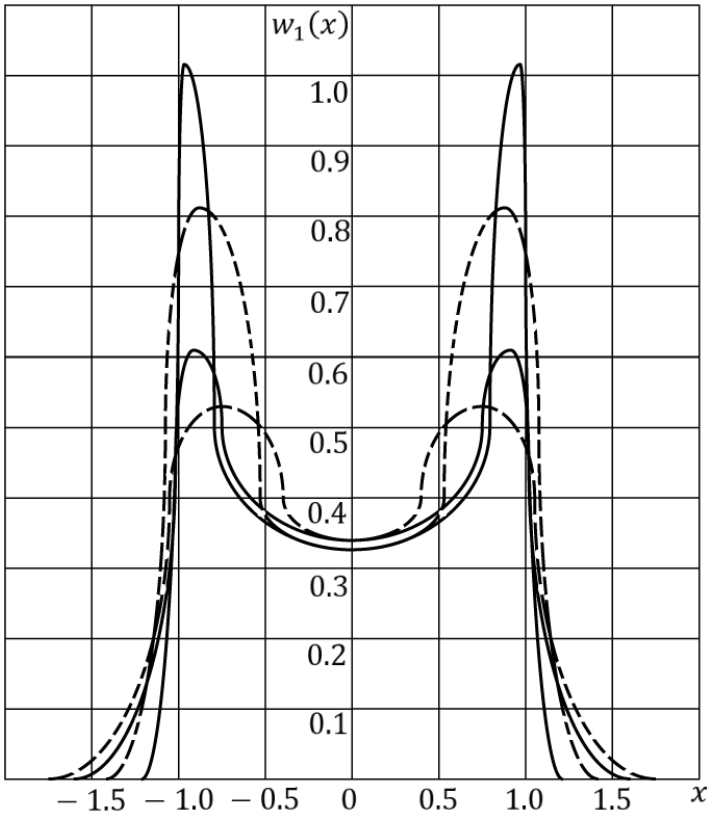


Рисунок 1.

Пунктирные кривые 1, 2 на рис. 1 соответствуют плотности вероятности случайного процесса с распределением огибающей по формуле (2) при тех же значениях α.

Полученные вероятностные характеристики могут быть использованы в различных задачах статистической радиотехники. Эти данные более точно описывают статистические характеристики внешних помех узкополосного типа, что очень важно при воздействии атмосферных и других помех, обладающих пространственной структурой формирования.

Литература

1. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника – М.: Радио и связь, 1982.
2. Beckmann P. Probability in Communications Engineerins – N.Y. Harcourt, 1967.
3. Певницкий В.П., Полозок Ю.В. Статистические характеристики индустриальных помех. – М.: Радио и связь, 1988.
4. Грознецкий Б.Н., Штейнберг А.Л. Характеристики модуля вектора с нормальными компонентами // Радиотехника и Электроника, 1991, Т. 36, №1.
5. Градштейн И.С., Рыжик И.М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. – М.: Наука, 1971.

***Елисеев А.В., Жуковский А.Г. , **Кузин А.П., **Швидченко С.А.**

ПРИМЕНЕНИЕ ОПЕРАТИВНО СОВЕТУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ АДАПТАЦИИ АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ ИЗМЕРЕНИЙ

Северо-Кавказский Филиал Московского технического университета связи и информатики, г. Ростов-на-Дону, Россия
* ФНПЦ ФГУП «Ростовский-на-Дону НИИ радиосвязи»
**Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: адаптация, алгоритм фильтрации, жесткая система дифференциальных уравнений, оперативно советующая система.

Решена задача адаптации математического обеспечения измерительной системы к условиям изменения модели динамического информационного процесса. Предложены алгоритм фильтрации вектора состояния, описываемого жесткой системой стохастических дифференциальных уравнений, и структура оперативно советующей экспертной системы, предназначенной для автоматизации процедуры выбора конкретного алгоритма фильтрации в зависимости от сложившейся проблемной ситуации.

***Eliseev A.V., Zhukovskiy A.G., **Kuzin A.P., **Shvidchenko S.A.**

APPLICATION PROMPTLY ADVISING SYSTEM FOR SOLVING THE PROBLEM ADAPTATION ALGORITHM OF PROCESSING OF MEASUREMENTS

North Caucasus branch of the Moscow Technical University of Communications and Informatics, Rostov-on-Don, Russia
*FSPC FSUP «Rostov-on-Don Research Institute of Radio Communication»
**Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia

Keywords: adaptation, filtering algorithm, stiff system of differential equations, promptly advising system.

The problem of adaptation of the mathematical maintenance of the measuring system to the changing dynamic model of the information process is solved. The filtering algorithm state vector described by a stiff system of stochastic differential equations and structure of the operational advising expert system are proposed. The algorithm for automating the procedure of selecting a particular filtration algorithm depending on the current problem situation and system to realize are designed.

Сложность задач, решаемых информационно-измерительными системами (ИИС) в реальном времени в условиях неопределенности, потребовали в современных условиях значительного усиления интеллектуальной поддержки процессов принятия решений по выбору конкретного алгоритма обработки в зависимости от сложившейся измерительной ситуации [1]. Неопределенность условий решения целевых задач ИИС может быть обусловлена следующими факторами: снижением объема измерительной информации по причине отсутствия структурного и информационного резервирования; мультиструктурностью модели измерений или объекта управления [2, 3]; жесткостью систем дифференциальных уравнений (СДУ), используемых для описания модели объекта и др. Особый интерес представляет последний фактор. Это обусловлено тем, что в настоящее время для обработки измерений в реальном времени широко используются алгоритмы динамической фильтрации [4], реализация которых сводится к интегрированию СДУ. Необходимость выделения жестких СДУ в отдельный класс вызвана их трудностями численного интегрирования классическими методами типа Рунге-Кутта [5]. Даже незначительное увеличение шага может привести к резкому возрастанию погрешности.

В работах [5 – 8] были предложены численные методы, допускающие увеличение шага интегрирования вне пограничного слоя. Однако в этих работах в основном рассматриваются неявные методы, которые не обеспечивают решения СДУ в реальном времени и поэтому не нашли

широкого применения в теории и практике фильтрации. Таким образом, проблема численного решения жестких СДУ алгоритмов динамической фильтрации по-прежнему является актуальной. Отсюда возникает задача разработки «нежесткого фильтра».

Следует отметить, что результаты обработки измерений в реальном времени будут зависеть от своевременности и правильности принятия решения о жесткости СДУ и, соответственно, о необходимости применения «нежесткого фильтра», входящего в состав базы алгоритмов математического обеспечения ИИС, в противном случае его необоснованное использование может снизить качество обработки. Решение о жесткости СДУ принимается на основе известных критериев [5]. Однако, как показано в работах [5, 6], результат применения критериев является субъективным, так как они содержат нечеткие условия, например, такие как «намного больше» («намного меньше»). По этой причине целесообразно разработать оперативно советующую экспертную систему (ОСЭС), предназначенную для выдачи рекомендации по выбору для обработки измерений в конкретной ситуации классического фильтра или «нежесткого фильтра». Включение ОСЭС в состав ИИС позволит решить задачу адаптации её математического обеспечения к условиям измерений.

Цель статьи – повышение вычислительной эффективности алгоритма динамической фильтрации жесткого вектора состояния при сохранении его вычислительной устойчивости.

При этом под вычислительной устойчивостью алгоритма динамической фильтрации будем понимать способность фильтра сохранять допустимую ошибку оценивания при изменении шага интегрирования в условиях жесткости СДУ, описывающей модель информационного процесса.

1 Постановка задачи

Полагаем, что подлежащий оценке вектор состояния динамического информационного процесса $\mathbf{X}=\left[x_i(t), i=\overline{1,N} \right]^T$, $t\in[t_0, t_0+T]$ описывается СДУ вида

$$d\mathbf{X}/dt=\mathbf{F}(t,\boldsymbol{\alpha})\mathbf{X}(t)+\mathbf{G}(t)\mathbf{n}_{\mathbf{x}}(t),\ \mathbf{X}_0=\mathbf{X}(t_0), \tag{1}$$

где $\mathbf{F}(t,\boldsymbol{\alpha})=\left[f_{ij}(t,\boldsymbol{\alpha}),\ i,\ j=\overline{1,N} \right]$, $\mathbf{G}(t)=\left[q_{ij}(t),\ i,\ j=\overline{1,N} \right]$ – известные матрицы, $\boldsymbol{\alpha}=\left[\alpha_i, i=\overline{1,N_1} \right]^T$ – вектор параметров модели, $\mathbf{n}_x(t)=\left[n_{xi}(t), i=\overline{1,N} \right]^T$ – вектор формирующих шумов со статистическими характеристиками: $M\left[\mathbf{n}_x(t)\right]=[0]_{N\times 1}$, $M\left[\mathbf{n}_x(t)\mathbf{n}_x^T(t+\tau)\right]=\mathbf{V}_x\delta(\tau)$, $\mathbf{V}_x=\left[v_{xij}(t), i,j=\overline{1,N} \right]$ – матрица спектральных плотностей формирующего шума ($M[\cdot]$ – операция нахождения математического ожидания).

Полагаем, что уравнение наблюдения имеет вид

$$\mathbf{Z}(t)=\mathbf{S}(t,\mathbf{X})+\boldsymbol{\xi}(t), \tag{2}$$

где $\mathbf{Z}=\left[z_i(t), i=\overline{1,P} \right]^T$, $\mathbf{S}(t,\mathbf{X})=\left[s_i(t,\mathbf{X}), i=\overline{1,P} \right]^T$ – известная векторная функция, $\boldsymbol{\xi}(t)=\left[\xi_i(t), i=\overline{1,P} \right]^T$ – вектор шумов наблюдения с характеристиками: $M\left[\boldsymbol{\xi}(t)\right]=[0]_{P\times 1}$, $M\left[\boldsymbol{\xi}(t)\boldsymbol{\xi}^T(t+\tau)\right]=\mathbf{V}_Z\delta(\tau)$, $\mathbf{V}_Z=\left[v_{zij}(t), i,j=\overline{1,P} \right]$ – матрица спектральных плотностей шума наблюдения.

Алгоритм фильтрации при гауссовском приближении первого порядка с учетом (1) и (2) имеет вид [4]:

$$d\hat{\mathbf{X}}/dt=\mathbf{F}(t,\boldsymbol{\alpha})\hat{\mathbf{X}}+\mathbf{K}\mathbf{D}\left[\mathbf{S}(t,\hat{\mathbf{X}})\right]\mathbf{V}_Z^{-1}\left[\mathbf{Z}(t)-\mathbf{S}(t,\hat{\mathbf{X}})\right], \tag{3}$$

$$d\mathbf{K}/dt=\mathbf{F}(t,\boldsymbol{\alpha})\mathbf{K}+\mathbf{K}\mathbf{F}^T(t,\boldsymbol{\alpha})+\mathbf{G}(t)\mathbf{V}_x\mathbf{G}^T(t)+\mathbf{K}\mathbf{D}^T\left\{\mathbf{D}\left[\mathbf{S}(t,\hat{\mathbf{X}})\right]\mathbf{V}_Z^{-1}\left[\mathbf{Z}(t)-\mathbf{S}(t,\hat{\mathbf{X}})\right]\right\}\mathbf{K}, \tag{4}$$

где $\hat{\mathbf{X}}(t_0)=\hat{\mathbf{X}}_0$, $\mathbf{K}(t_0)=\mathbf{K}_0$, символ $\mathbf{D}[\cdot]$ соответствует матрице вида $\mathbf{D}\left[\mathbf{S}(t,\mathbf{X})\right]=\left[\partial s_i/\partial x_j, i=\overline{1,P}, j=\overline{1,N} \right]^T$, $t\in[t_0, t_0+T]$.

Пусть требуется решать задачу терминальной фильтрации, то есть формировать оценку $\hat{\mathbf{X}}(t)$ в момент времени $t = t_0 + T$.

Для удобства дальнейших выкладок перепишем систему (3), (4) в виде

$$d\mathbf{Y}/dt = \mathbf{B}(t,\mathbf{Y},\boldsymbol{\alpha}) + \mathbf{C}(t,\mathbf{Y},\mathbf{Z}\text{-}\mathbf{S}),\ \mathbf{Y}(t_0) = \mathbf{Y}_0, \tag{5}$$

где $\mathbf{Y}(t) = \left[\mathbf{Y}_1^T, \mathbf{Y}_2^T\right]^T = \left[y_i(t), i = \overline{1, N(1+N)}\right]^T$, $\mathbf{Y}_1 = \mathbf{X}(t)$, $\mathbf{Y}_2 = \left[\mathbf{K}_i, i = \overline{1,N}\right]^T$, $\mathbf{K}_i = \left[k_{ij}, j = \overline{1,N}\right]$, $\mathbf{B}(t,\mathbf{Y},\boldsymbol{\alpha}) = \left[b_i(t,\mathbf{Y},\boldsymbol{\alpha}), i = \overline{1, N(1+N)}\right]^T$ – вектор элементов, не содержащих наблюдаемый процесс $\mathbf{Z}(t)$, $\mathbf{C}(t,\mathbf{Y},\mathbf{Z}\text{-}\mathbf{S}) = \left[c_i(t), i = \overline{1, N(1+N)}\right]^T$ – вектор элементов, содержащих наблюдаемый процесс $\mathbf{Z}(t)$.

Известно [5], что жесткость неоднородной СДУ вида (5) может быть исследована на основе анализа решения усеченной системы

$$d\bar{\mathbf{Y}}/dt = \mathbf{B}\left(t,\bar{\mathbf{Y}},\boldsymbol{\alpha}\right),\ \bar{\mathbf{Y}}(t_0) = \bar{\mathbf{Y}}_0 = \mathbf{Y}_0,\ \bar{\mathbf{Y}}(t) = \left[\bar{y}_i(t), i = \overline{1, N(1+N)}\right]^T. \tag{6}$$

Для оценки жесткости системы (6) необходимо использовать соответствующие критерии. В настоящее время известно несколько критериев определения жесткости СДУ [5, 7, 8], выберем следующие два, наиболее часто используемые на практике.

Критерий 1 [8]. СДУ вида (6) называется жесткой, если спектр матрицы $\mathbf{D}\left[\mathbf{B}\left(t,\bar{\mathbf{Y}},\boldsymbol{\alpha}\right)\right]$ достаточно четко делится на две части (полагаем $N = K_\lambda + M_\lambda$) – жесткий спектр и мягкий спектр, для собственных чисел которых λ_k^*, $k = \overline{1,K_\lambda}$ и $\tilde{\lambda}_m$, $m = \overline{1,M_\lambda}$, соответственно, выполняются условия

$$\begin{cases} Re\,\lambda_k^* \le -L,\ \left|Im\,\lambda_k^*\right| < \left|Re\,\lambda_k^*\right|, \quad k = \overline{1,K_\lambda}, \\ \left|\tilde{\lambda}_m\right| \le l << L, \quad m = \overline{1,M_\lambda}, \end{cases} \tag{7}$$

где $Re\,\lambda_k^*$, $Im\,\lambda_k^*$ – вещественная и мнимая часть числа λ_k^* соответственно.

Отношение $\Lambda_S = L/l$ называют показателем жесткости системы.

В работе [5] жесткость связывается с наличием пограничного слоя $\tau_{ps}\ (\tau_{ps} << T)$, характеризующегося тем, что на интервале наблюдения $t \in [t_0, t_0 + T]$ значения производных вне его полагаются меньшими, чем значения внутри него в N_{ps} раз, при этом $N_{ps} >> 1$.

Критерий 2 [5]. Система вида (6) считается жесткой, если выполняется условие:

$$\begin{cases} \left|\lambda_i\right| e^{Re\,\lambda_i \tau_{ps}} \le L_{ps}/N_{ps},\ \ Re\,\lambda_i < 0,\ \ i = \overline{1, N(1+N)}, \\ \left|\lambda_i\right| \le L_{ps}/N_{ps},\ \ Re\,\lambda_i \ge 0,\ \ i = \overline{1, N(1+N)}, \end{cases} \tag{8}$$

где λ_i – собственные числа матрицы $\mathbf{D}\left[\mathbf{B}\left(t,\bar{\mathbf{Y}},\boldsymbol{\alpha}\right)\right]$, $L_{ps} = \max_i \left|\lambda_i\right|$, $N_{ps} >> 1$, $\tau_{ps} << T$.

Следует отметить, что большое многообразие критериев жесткости обусловлено, как правило, нечеткостью задания используемых в них показателей. Так, например, условия $\left|\tilde{\lambda}_m\right| \le l << L, N_{ps} >> 1, \tau_{ps} << T$, входящие в критерии (7) и (8), соответственно, являются нечеткими и могут интерпретироваться по-разному.

Рассмотренное выше понятие жесткости является причиной нарушения вычислительной устойчивости численных методов, привлекаемых для интегрирования СДУ (3), (4).

В данной статье предлагается алгоритм фильтрации, синтезированный на основе математического метода [9], позволяющего свести жесткую задачу нелинейной фильтрации (3), (4)

к новой нежесткой задаче, что позволит расширить границы устойчивости применяемых численных методов и, как следствие, обеспечить решение задачи фильтрации вектора состояния в реальном масштабе времени.

2 Алгоритм фильтрации

Рассмотрим в общем случае процедуру преобразования жесткой СДУ вида (5) в нежесткую СДУ на основе перехода к новой переменной интегрирования.

По аналогии с [9] определим для СДУ (6) вектор первых интегралов вида

$$\mathbf{\Omega}\left(t, \overline{\mathbf{Y}},\ \overline{\mathbf{Y}}_0\right)=\overline{\mathbf{Y}}(t)-\mathbf{A}\left(t,\ \overline{\mathbf{Y}}_0\right), \tag{9}$$

удовлетворяющий условию

$$\frac{\partial}{\partial t}\mathbf{\Omega}\left(t, \overline{\mathbf{Y}},\ \overline{\mathbf{Y}}_0\right)\ +\left\{\mathbf{B}^T\left(t,\overline{\mathbf{Y}},\boldsymbol{\alpha}\right)\mathbf{D}_{\overline{Y}}\left[\mathbf{\Omega}\left(t, \overline{\mathbf{Y}},\ \overline{\mathbf{Y}}_0\right)\right]\right\}^T=0, \tag{10}$$

и на любом решении $\overline{\mathbf{Y}}(t)$ системы (6) обращающийся в тождество

$$\mathbf{\Omega}\left(t, \overline{\mathbf{Y}}(t),\ \overline{\mathbf{Y}}_0\right)=\overline{\mathbf{Y}}(t)-\mathbf{A}\left(t,\ \overline{\mathbf{Y}}_0\right)=0,\ t\in\left[t_0, t_0+T\right], \tag{11}$$

где $\overline{\mathbf{Y}}(t_0)=\overline{\mathbf{Y}}_0=\mathbf{Y}_0$, $\mathbf{A}\left(t,\overline{\mathbf{Y}}_0\right)$ – точное или приближенное решение СДУ (6), $\mathbf{\Omega}\left(t, \overline{\mathbf{Y}}, \overline{\mathbf{Y}}_0\right)=\left[\omega_i\left(t, \overline{\mathbf{Y}}, \overline{\mathbf{Y}}_0\right),\ i=\overline{1, N(1+N)}\right]^T$, $\mathbf{D}_{\overline{Y}}\left[\mathbf{\Omega}\left(t,\overline{\mathbf{Y}},\overline{\mathbf{Y}}_0\right)\right]=\left[\partial\omega_i/\partial\overline{y}_j, i, j=\overline{1, N(1+N)}\right]^T$.

Если в (11) вместо решения $\overline{\mathbf{Y}}(t)$ системы (6) подставить решение $\mathbf{Y}(t)$, удовлетворяющее системе (5), то вектор $\overline{\mathbf{Y}}_0$ необходимо заменить на вектор $\mathbf{Q}(t)$, такой что

$$\mathbf{\Omega}\left(t, \mathbf{Y}(t),\mathbf{Q}(t)\right)=\mathbf{Y}(t)-\mathbf{A}\left(t,\ \mathbf{Q}(t)\right)=0, \tag{12}$$

где $d\mathbf{Q}/dt\neq 0$.

Дифференцируя выражение (12) по t с учетом (5) получим

$$\frac{\partial}{\partial t}\mathbf{\Omega}\left(t,\ \mathbf{Y},\mathbf{Q}\right)+\mathbf{D}_Y^T\left[\mathbf{\Omega}\left(t,\ \mathbf{Y},\mathbf{Q}\right)\right]\left[\mathbf{B}\left(t,\mathbf{Y},\boldsymbol{\alpha}\right)+\mathbf{C}\left(t,\mathbf{Y},\mathbf{Z}-\mathbf{S}\right)\right]+\mathbf{D}_Q^T\left[\mathbf{\Omega}\left(t,\ \mathbf{Y},\mathbf{Q}\right)\right]\frac{d\mathbf{Q}}{dt}=0, \tag{13}$$

где $\mathbf{D}_Y\left[\mathbf{\Omega}\left(t,\mathbf{Y},\mathbf{Q}\right)\right]=\left[\frac{\partial\omega_i}{\partial y_j}, i, j=\overline{1, N(1+N)}\right]^T$, $\mathbf{D}_Q\left[\mathbf{\Omega}\left(t,\mathbf{Y},\mathbf{Q}\right)\right]=\left[\frac{\partial\omega_i}{\partial q_j}, i, j=\overline{1, N(1+N)}\right]^T$.

С учетом (9) и (10) из выражения (13) по аналогии с [9] получим

$$d\mathbf{Q}/dt=\left\{\mathbf{D}_Q^T\left[\mathbf{A}\left(t,\mathbf{Q}\right)\right]\right\}^{-1}\mathbf{C}\left[t,\mathbf{Y},\mathbf{Z}-\mathbf{S}\right]. \tag{14}$$

Решение исходной системы (5) находится в виде $\mathbf{Y}(t)=\mathbf{A}\left(t,\mathbf{Q}(t)\right)$, где $\mathbf{Q}(t)$ – решение СДУ (14).

Конкретизируем вид нежесткого фильтра (14) применительно к фильтру (3), (4).

Запишем усеченную систему детерминированных уравнений для (3), (4)

$$d\overline{\mathbf{X}}/dt=\mathbf{F}\left(t,\boldsymbol{\alpha}\right)\overline{\mathbf{X}},\ \overline{\mathbf{X}}(t_0)=\overline{\mathbf{X}}_0=\mathbf{X}_0, \tag{15}$$

$$d\overline{\mathbf{K}}/dt=\mathbf{F}\left(t,\boldsymbol{\alpha}\right)\overline{\mathbf{K}}+\overline{\mathbf{K}}\mathbf{F}^T\left(t,\boldsymbol{\alpha}\right)+\mathbf{G}(t)\mathbf{V}_x\mathbf{G}^T(t),\ \ \overline{\mathbf{K}}(t_0)=\overline{\mathbf{K}}_0=\mathbf{X}_0 \tag{16}$$

или по аналогии с (5)

$$d\overline{\mathbf{Y}}/dt=\mathbf{B}_1\left(t,\boldsymbol{\alpha}\right)\overline{\mathbf{Y}}+\mathbf{B}_2(t),\ \overline{\mathbf{Y}}(t_0)=\overline{\mathbf{Y}}_0=\mathbf{Y}_0, \tag{17}$$

где $\overline{\mathbf{Y}}=\left[\overline{\mathbf{Y}}_1^T, \overline{\mathbf{Y}}_2^T\right]^T$, $\overline{\mathbf{Y}}_1=\overline{\mathbf{X}}(t)$, $\overline{\mathbf{Y}}_2^T=\left[\overline{\mathbf{K}}_i, i=\overline{1, N}\right]$, $\overline{\mathbf{K}}_i=\left[\overline{k}_{i\,j},\ j=\overline{1, N}\right]$, $\mathbf{B}_2^T=\left[[0]_{1\times N}, \mathbf{B}_{22}\right]$, $\mathbf{B}_{22}=\left[b_{22i},\ i=\overline{1, N^2}\right]$, $\mathbf{B}_1=\begin{bmatrix}\mathbf{B}_{11} & [\mathbf{0}]_{N\times N^2}\\ [\mathbf{0}]_{N^2\times N} & \mathbf{B}_{12}\end{bmatrix}$, $\mathbf{B}_{11}=\left[b_{11ij},\ i, j=\overline{1, N}\right]$, $\mathbf{B}_{12}=\left[b_{12ij},\ i, j=\overline{1, N^2}\right]$.

Общее решение $\overline{\mathbf{Y}}(t)=\left[\overline{\mathbf{Y}}_1^T(t),\overline{\mathbf{Y}}_2^T(t)\right]^T$ неоднородной системы (17) имеет вид

$$\overline{\mathbf{Y}}=\mathbf{\Phi}(t,t_0)\overline{\mathbf{Y}}_0+\mathbf{W}(t), \quad (18)$$

где $\mathbf{\Phi}(t,t_0)$ - фундаментальная матрица решений системы $d\overline{\mathbf{Y}}/dt=\mathbf{B}_1(t,\boldsymbol{\alpha})\overline{\mathbf{Y}}$,

$$\mathbf{\Phi}(t,t_0)=\begin{bmatrix}\mathbf{\Phi}_1(t,t_0) & [\mathbf{0}]_{N\times N^2}\\ [\mathbf{0}]_{N^2\times N} & \mathbf{\Phi}_2(t,t_0)\end{bmatrix},\qquad \mathbf{W}(t)=\begin{bmatrix}[\mathbf{0}]_{N\times 1}\\ \int\limits_{t_0}^{t}\mathbf{\Phi}_2(t,\tau)\mathbf{B}_{22}(\tau)d\tau\end{bmatrix}.$$

Здесь под $\mathbf{\Phi}_1(t,t_0)$ и $\mathbf{\Phi}_2(t,t_0)$ понимаются фундаментальные матрицы решений однородных уравнений $d\overline{\mathbf{X}}/dt=\mathbf{F}(t,\boldsymbol{\alpha})\overline{\mathbf{X}}$ и $d\overline{\mathbf{K}}/dt=\mathbf{F}(t,\boldsymbol{\alpha})\overline{\mathbf{K}}+\overline{\mathbf{K}}\,\mathbf{F}^T(t,\boldsymbol{\alpha})$ соответственно.

Проведя преобразования аналогичные (9)-(14) получим СДУ для нежесткого фильтра

$$\frac{d\mathbf{Q}}{dt}=\mathbf{\Phi}^{-1}(t,t_0)\mathbf{C}\left\{t,\mathbf{\Phi}(t,t_0)\mathbf{Q}(t)+\mathbf{W}(t),\mathbf{Z}(t)-\mathbf{S}\left[t,\mathbf{\Phi}_1(t,t_0)\mathbf{Q}_1\right]\right\}=\mathbf{H}(t,\mathbf{Q}). \quad (19)$$

Переход от $\mathbf{Q}(t)=\left[\mathbf{Q}_1^T(t),\,\mathbf{Q}_2^T(t)\right]^T$ к $\mathbf{Y}(t)=\left[\mathbf{Y}_1^T(t),\,\mathbf{Y}_2^T(t)\right]^T$ задается выражениями $\mathbf{Y}_1(t)=\mathbf{X}(t)=\mathbf{\Phi}_1(t,t_0)\mathbf{Q}_1(t)$, $\mathbf{Y}_2(t)=\left[\mathbf{K}_i,i=\overline{1,N}\right]^T=\mathbf{\Phi}_2(t,t_0)\mathbf{Q}_2(t)+\int\limits_{t_0}^{t}\mathbf{\Phi}_2(t,\tau)\mathbf{B}_{22}(\tau)d\tau$.

Анализ выражения (19) для приведенного в работе примера подтверждает его нежесткость по критериям (7), (8).

3 Оперативно советующая экспертная система для адаптации математического обеспечения ИИС

Итак, будем полагать, что математическое обеспечение ИИС содержит несколько различных алгоритмов обработки измерительной информации. Выбор того или иного алгоритма обусловлен текущим видом модели (1). Изменение вида модели может, например, характеризоваться изменением параметра $\boldsymbol{\alpha}=\left[\alpha_i,i=\overline{1,N_1}\right]^T$, то есть имеется параметрическое изменение модели. Подобная стуация может быть обусловлена, например, изменением режима полета летательного аппарата (ЛА) (баллистический или аэродинамический спуск космического аппарата), штатным или нештатным изменением конструкции ЛА (отделение ступеней от ракеты-носителя, срыв обтекателя) и др. Для сохранения заданной эффективности функционирования ИИС должна адаптировать своё математическое обеспечение под конкретную ситуацию, то есть обладать некоторым уровнем искусственного интеллекта. С этой целью предлагается в состав ИИС ввести ОСЭС [10, 11]. Будем считать, что процесс функционирования ИИС можно представить в виде кортежа некоторых проблемных ситуаций (ПрС). Любая ПрС описывается ситуационным вектором $\mathbf{sv}=\left[sv_k,k=\overline{1,K}\right]^T$, каждая координата которого sv_k является лингвистической переменной с заданным множеством термов $\left\{SV_k^l,l=\overline{1,m_{Lk}}\right\}$. Полагаем, что для некоторых конкретных реализаций ситуационного вектора sv^* имеются прецеденты успешного решения текущей ПрС $\mathbf{PV}=\left\{pv_m,m=\overline{1,m_{PV}}\right\}$. Пусть некоторая ПрС, возникающая при динамической фильрации измерений в ИИС, описывается ситуационным вектором $\mathbf{sv}=\left[sv_k,k=\overline{1,3}\right]^T$ с элементами: sv_1 – показатель жесткости, конкретные четкие значения которого N_{PS} определяются из условия (8); sv_2 – показатель жесткости, конкретные четкие значения которого $\Lambda_S=L/l$ определяются из условия (7); sv_3 – показатель вычислительной эффективности, конкретные четкие значения

которого $R_G = W_G / W_{NG}$ определяются с использованием выражений $W_{NG} = T/\Delta\tau_{NG}$ и $W_G = /\Delta\tau_G$, где $\Delta\tau_{NG}$, $\Delta\tau_G$ – шаг интегрирования нежесткой и жесткой СДУ соответственно, обеспечивающий вычислительную устойчивость и требуемую точность решения, T – длительность интервала времени интегрирования СДУ.

Пусть указанные переменные описываются следующими терм-множествами:

$$\mathbf{SV}_1 = \mathbf{SV_{Nps}} = \{"очень\ низкий(OH(N_{PS}))","низкий(H(N_{PS}))","средний(CP(N_{PS}))",$$
$$"высокий(B(N_{PS}))"\} = \left\{SV_1^l, l = \overline{1,4}\right\};$$

$$\mathbf{SV}_2 = \mathbf{SV_{\Lambda s}} = \{"очень\ низкий(OH(\Lambda_S))","низкий(H(\Lambda_S))","средний(CP(\Lambda_S))",$$
$$"высокий(B(\Lambda_S))"\} = \left\{SV_2^l, l = \overline{1,4}\right\};$$

$$\mathbf{SV_3} = \mathbf{SV_{RG}} = \{"очень\ низкий(OH(R_G))","низкий(H(R_G))","средний(CP(R_G))",$$
$$"высокий(B(R_G))"\} = \left\{SV_3^l, l = \overline{1,4}\right\}.$$

Полагаем, что лингвистические переменные sv_k, $k = \overline{1,3}$ заданы на универсуме $E = [0, \infty[$, а термы описываются функциями принадлежности $\mu_{SV_k} \in \left\{\mu_{SV_k^l}, l = \overline{1, m_{Lk}}\right\}$, $k = \overline{1,K}$, представленными на рисунках 1 и 2. При этом термы SV_2^l, $l = \overline{1,4}$ задаются аналогично термам SV_1^l, $l = \overline{1,4}$.

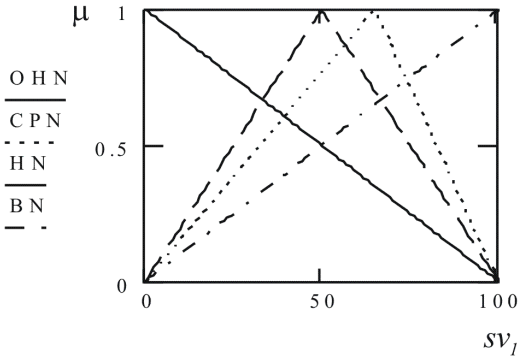


Рисунок 1. Функции принадлежности терм-множества SV_1:
OHN – $"очень\ низкий(OH(N_{PS}))"$; CPN – $"средний(CP(N_{PS}))"$;
HN – $"низкий(H(N_{PS}))"$; BN – $"высокий(B(N_{PS}))"$

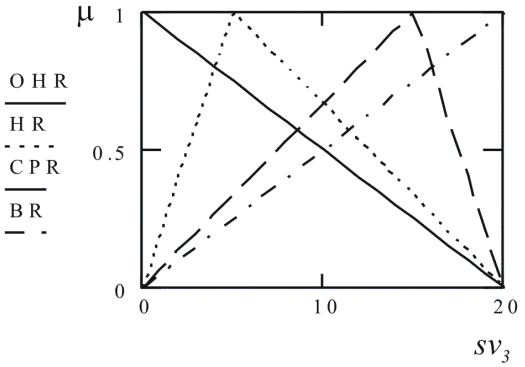


Рисунок 2. Функции принадлежности терм-множества SV_3:
OHR – $"очень\ низкий(OH(R_G))"$; CPR – $"средний(CP(R_G))"$;

$$\text{HR} - \text{"низкий}\,(H(R_G))\text{"};\ \text{BR} - \text{"высокий}\,(B(R_G))\text{"}$$

Пусть для данного класса ПрС известны следующие прецеденты: pv_1 – СДУ «сильно» жесткая, рекомендуется использовать разработанный нежесткий алгоритм динамической фильтрации вида (19); pv_2 – СДУ «средне» жесткая, допускается использовать алгоритм фильтрации (19); pv_3 – СДУ нежесткая, рекомендуется использовать классический алгоритм динамической фильтрации вида (3), (4); pv_4 – СДУ «слабо» жесткая, рекомендуется использовать алгоритм (3), (4).

С учетом введенных ранее ситуационного вектора и известных прецедентов, система правил, описывающих механизм решения текущей ПрС, будет иметь вид, представленный в таблице. Здесь каждая строка соответствует продукционному правилу нечеткого логического вывода, которое, например, для строки с номером $R^{mr_m} = 1{,}1$, $m = \overline{1, m_{PV}}$, $r_m = \overline{1, N_m}$ (данная запись читается, как первое правило $(r_m = 1)$, соответствующее прецеденту номер один $(m = 1)$) имеет вид

$R^{mr_m} = 1{,}1:$ если $(sv_1$ это $CP(N_{PS})$ и sv_2 это $CP(\Lambda_S)$ и sv_3 это $B(R_G))$, то (pv_1).

Используя правило Мамдани-Заде [11] выражение для расчета функции принадлежности прецедента pv_m будет иметь вид:

$$\mu_{pv_m}(sv_1, sv_2, \ldots, sv_K,) = \max_{r_m} \min_{k} \mu_{SV_k(mr_m)}(sv_k), \tag{20}$$

где $\mu_{SV_k(mr_m)} \in \left\{\mu_{SV_k^l}, l = \overline{1, m_{Lk}}\right\}$ – функция принадлежности лингвистической переменной sv_k, входящая в состав продукционного правила R^{mr_m}.

В этом случае наиболее предпочтительный прецедент для решения наблюдаемой ПрС может быть определен следующим образом:

$$pv_m^* = \arg\max_{m} \mu_{pv_m}(sv_1, sv_2, \ldots, sv_K,). \tag{21}$$

Структура ОСЭС, предназначенная для решения жестких задач фильтрации, будет иметь вид, представленный на рисунке 3.

Система функционирует следующим образом: конкретные значения элементов ситуационного вектора $\mathbf{sv}^*$, соответствующего наблюдаемой ПрС, поступают в блок фазификации, где преобразуются в нечеткие множества, полученные данные являются входными для блока нечеткого логического вывода, реализующего алгоритм выбора наиболее предпочтительного прецедента $pv^* \in \{pv_1, pv_2, pv_3, pv_4\}$ на основе выражений (20), (21), при этом используется информация из базы знаний, представленная в виде таблицы 1, и содержащая нечеткие продукционные правила, а также вид и параметры функций принадлежности (рисунки 1 и 2); номер наиболее предпочтительного прецедента, выбранного для решения наблюдаемой ПрС, используется в блоке выбора алгоритма обработки для коммутации полученного массива измерений $\{z(t_i)\}$ на соответствующий вход банка алгоритмов фильтрации.

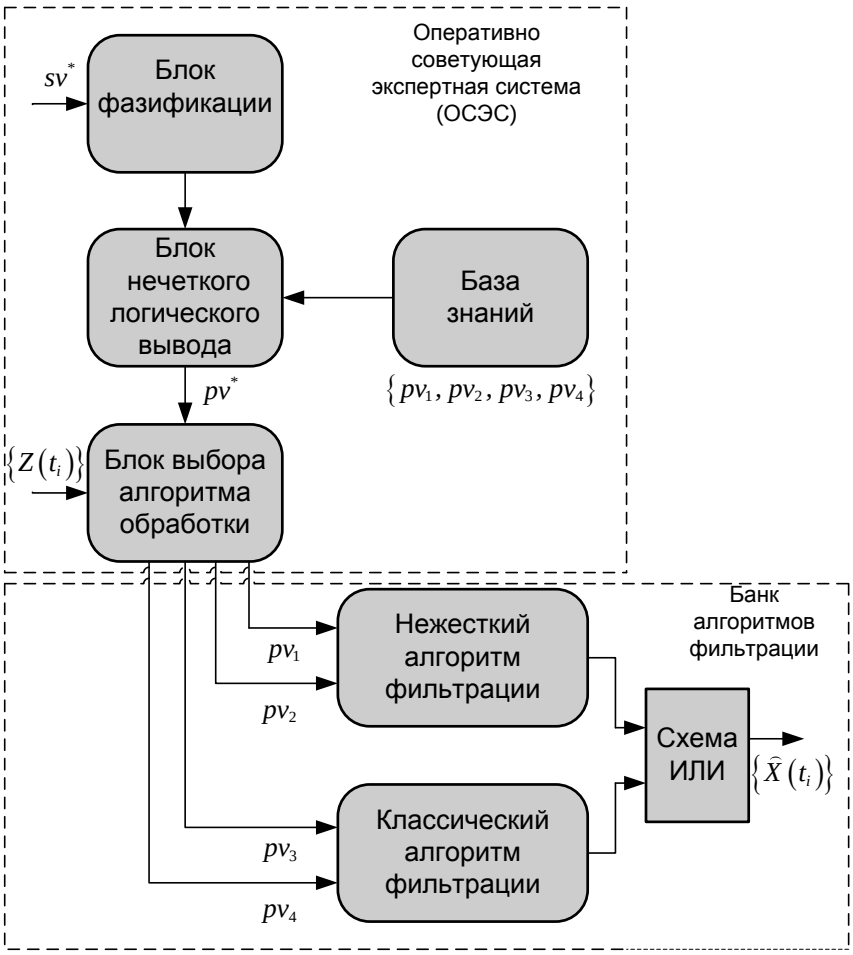


Рисунок 3. Структура интеллектуальной системы обработки измерений

Таким образом, ОСЭС обеспечивает адаптацию математического обеспечения ИИС к изменению модели информационного процесса (1), которая в зависимости от сложившейся ситуации может описываться как жесткой, так и нежесткой СДУ.

Таблица 1 – Система правил для выбора прецедента в ОСЭС

Номер правила R^{mr_m}	Элементы ситуационного вектора $\mathbf{sv} = \left[sv_k, k = \overline{1,3} \right]^T$			Имеющийся прецедент решения ПрС
	sv_1	sv_2	sv_3	
1,1	$CP(N_{PS})$	$CP(\Lambda_S)$	$B(R_G)$	pv_1
1,2	$CP(N_{PS})$	$B(\Lambda_S)$	$B(R_G)$	pv_1
1,3	$B(N_{PS})$	$CP(\Lambda_S)$	$B(R_G)$	pv_1
1,4	$B(N_{PS})$	$OH(\Lambda_S)$	$CP(R_G)$	pv_1
2,1	$B(N_{PS})$	$B(\Lambda_S)$	$CP(R_G)$	pv_2
2,2	$H(N_{PS})$	$H(\Lambda_S)$	$CP(R_G)$	pv_2
2,3	$CP(N_{PS})$	$CP(\Lambda_S)$	$CP(R_G)$	pv_2
3,1	$OH(N_{PS})$	$OH(\Lambda_S)$	$OH(R_G)$	pv_3
4,1	$H(N_{PS})$	$H(\Lambda_S)$	$OH(R_G)$	pv_4

Заключение

Использование разработанного алгоритма в условиях жесткости дифференциальных уравнений модели вектора состояния позволяет уменьшить число шагов интегрирования и,

следовательно, повысить вычислительную эффективность задачи динамической фильтрации при сохранении её вычислительной устойчивости.

Применение разработанной оперативно советующей экспертной системы позволяет автоматизировать процедуру выбора алгоритма обработки измерений, эффективного в конкретной проблемной ситуации, и тем самым обеспечить адаптацию математического обеспечения ИИС к условиям измерений вообще и к жесткости системы дифференциальных уравнений модели информационного процесса, в частности.

Литература:

1. Потюпкин А.Ю., Краснобабцев Ф.Ф. Адаптация бортовых измерительных систем космических аппаратов к условиям измерений // Измерительная техника. – 2006. – №11. – С. 3–9.
2. Булычев Ю.Г., Елисеев А.В., Лапсарь А.П. Повышение точности динамических измерений с использованием метода конечных разностей // Измерительная техника. – 2006. – №4. – С.16-21.
3. Булычев Ю.Г., Елисеев А.В. Модифицированный метод наименьших квадратов в обобщенно-инвариантной постановке // Проблемы управления и информатики. – 2006. – №6. – С.71-83.
4. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова. Изд. 4-е, перераб. И доп. – М.: Радиотехника, 2010. – 800с.
5. Ракитский Ю.В., Устинов С.М., Черноруцкий И.Г. Численные методы решения жестких систем. – М.: Наука, 1979. – 208с.
6. Артемьев С.С. Устойчивость в среднем квадратичном численных методов решения стохастических дифференциальных уравнений // Докл. РАН. – 1993. – Т.333. – №4. – С.421–422.
7. Curtiss C.F., Hirschfelder J.O. Integration of stiff equations.// Proc. Nat. Acad. Sci. USA. – 1952. – V.38. – №3. – P.235 – 242.
8. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. – М.: МФТИ, 1994. – 526с.
9. Булычев Ю.Г., Елисеев А.В. Проблемы жесткости уравнений приближенной нелинейной фильтрации // Автоматика и телемеханика. – 1999. – №1. – С. 35–45.
10. Федунов Б.Е. Бортовые оперативно-советующие системы для антропоцентрических объектов // Изв. РАН. Теория и системы управления. – 2003. – №6. – С. 145 – 152.
11. Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой / – М.: Наука, 1990. – 272с.

***В.Г. Кобак, *А.С. Мерзленко, *А.П. Кузин, А.Г. Жуковский**

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ РАСКРАСКИ ОБЫКНОВЕННОГО ВЗВЕШЕННОГО ГРАФА

Северо-Кавказский Филиал Московского технического университета связи и информатики, г. Ростов-на-Дону, Россия
*****Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: взвешенный граф, алгоритмы раскраски, точный алгоритм, критический путь, матрица.

Данная работа посвящена сравнительному анализу алгоритмов раскраски взвешенного графа. Несколько модификаций построены на нахождении хроматического числа точным методом МАГУ, а для сравнения использовался эвристический алгоритм. Был проведен вычислительный эксперимент, по результатам которого получили оценку применимости быстрого алгоритма. Даже для малого количества вершин он дает большую погрешность, которая возрастает с увеличением количества вершин, хотя время решения быстрого алгоритма существенно меньше.

***V.G. Kobak, *A.S. Merzlenko, *A.P. Kuzin, A.G. Zhukovskiy**

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF ALGORITHMS OF THE COLOURING OF THE ORDINARY WEIGHED COUNT

North Caucasus branch of the Moscow Technical University of Communications and Informatics, Rostov-on-Don, Russia
*Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia

Keywords: the weighed count, algorithms of a coloring, exact algorithm, a critical way, a matrix.

This work is devoted to a comparative analysis of algorithms weighted graph coloring. Several modifications are built on finding the chromatic number of accurate method magician, and used to compare the heuristic algorithm. Computational experiment was conducted, the results of which were rated the applicability of the fast algorithm. Even for a small number of vertices it gives a large error, which increases with the number of vertices, although the solution time of the fast algorithm is much smaller.

Математическая постановка задачи

Дан неориентированный связный взвешенный граф G=(V,E), где V – множество вершин, E – множество ребер, $W(V_i)$ – вес *i*-й вершины. Необходимо раскрасить вершины графа таким образом , чтобы никакие две смежные вершины не были окрашены в один цвет и при этом максимальная сумма весов вершин одного цвета стремилась к минимуму:

$$\max_{i\in(1..P)} \sum_{j\in B_i} W(v_j) \to \min \quad , \tag{1}$$

где B_i – подмножество несмежных вершин графа, окрашенных в *i*-й цвет. Формально:

$$\max T_j \to \min,$$

$$T_j = \sum_{i\in N_j} t_{i,j}$$

при условиях

$$t_{i,j} \ge 0; i = 1..m,\ j = 1..n, N_k \cap N_l = \varnothing; k,l \ne 1..n, k \ne l. \bigcup_{j=1}^{n} N_j = M \quad , \tag{2}$$

где M – множество вершин, которые необходимо распределить по цветам, N – количество цветов, $t_{i,j}$ – вес вершины *i* при цвете *j*.

Данная задача принадлежит к классу NP-полных задач [1].

Точный алгоритм

Точный алгоритм [2] поиска раскраски минимального веса можно разделить на три этапа. На первом этапе решается задача поиска всех максимально внутренне устойчивых подмножеств графа C_l, L=1,*K*, где *K* – число вершин в этом подмножестве. На втором этапе выбираются кортежи T_e, длина которых равна хроматическому числу, а элементами являются максимально внутренне устойчивые подмножества, охватывающие все вершины (т.е. их объединение дает множество V). Оба этапа решаются с использованием метода Магу[3]. На третьем этапе *l* раз (*l* – число кортежей T_e) решается задача распределения программ по однородным вычислительным системам. Матрица загрузки формируется следующим образом: строки соответствуют вершинам графа, столбцы – цветам раскраски. Если вершина $a_m \in C_l$, а C_l является элементом кортежа T_e, то на пересечении m-й строки и номера, под которым C_l стоит в кортеже T_e, ставится вес вершины $W(a_m)$. В противном случае ставится заведомо большее число («бесконечность»), чтобы вершина не могла быть назначена другому цвету.

Третий этап может решаться по методу «критического пути». Однако, метод подразумевает упорядочивание строк матрицы, а почти в каждой строке будет «бесконечный» элемент. Приведем 3 модификации алгоритма «критического пути» для матриц с «бесконечными» элементами.

Первая модификация:

- все операторы, имеющие время ai > 0,но не равное бесконечности, записываются под тем же индексом в матрицу-строку A1[1,m], где m – число строк в матрице A;
- элементы матрицы A1 упорядочиваются в порядке убывания, формируя список приоритетов;
- строки матрицы A упорядочиваются в соответствии со списком приоритетов;
- решается задача распределения согласно критерию (1).

Вторая модификация:

- в каждой строке матрицы A ищется количество бесконечностей и записывается в матрицу-строку A1;
- элементы матрицы A1 упорядочиваются в порядке убывания количества бесконечностей, формируя список приоритетов;
- строки матрицы A упорядочиваются в соответствии с получившимся списком приоритетов;
- решается задача распределения согласно критерию (1).

Третья модификация:

- в каждой строке матрицы A ищется количество бесконечностей и записывается в матрицу-строку A1;
- элементы матрицы A1 упорядочиваются в порядке убывания количества бесконечностей;
- строки матрицы A упорядочиваются в соответствии с матрицей A1;
- если строки матрицы A имеют одинаковое количество бесконечностей, то происходит упорядочение в порядке убывания элементов, отличных от бесконечности;
- решается задача распределения согласно критерию (1).

Рассмотрим пример, иллюстрирующий решение всей задачи точным алгоритмом.

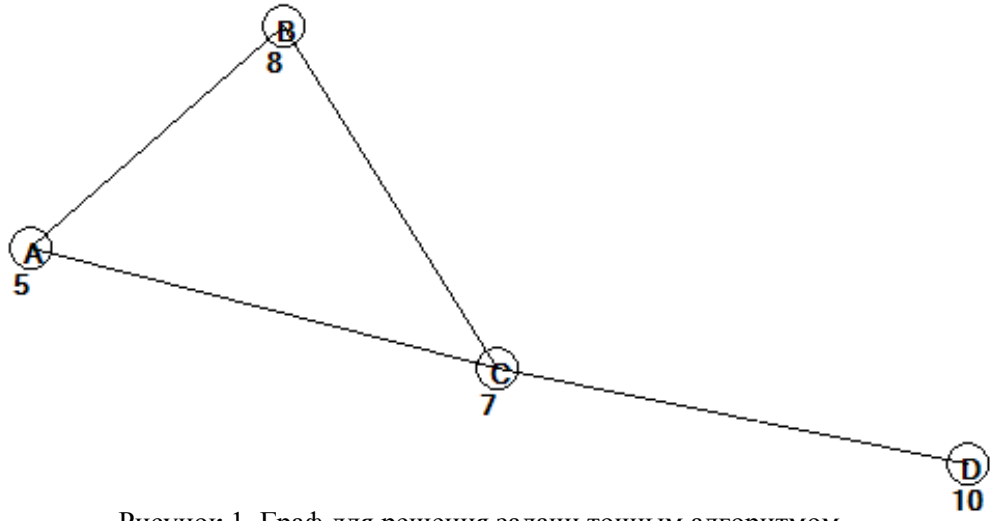


Рисунок 1. Граф для решения задачи точным алгоритмом

Граф, для которого решается задача, изображен на рисунке 1.

Найдем все максимально внутренне устойчивые подмножества графа методом Магу. По этому методу составляется булево уравнение – сумма произведений отрицаний смежных вершин. Формула упрощается по законам A&A=A и A+(A&B)=A. Вершины, отсутствующие в элементах получившегося многочлена, образуют максимально внутренне устойчивые подмножества.

$$F_s = (\bar{a}+\bar{b})(\bar{a}+\bar{c})(\bar{b}+\bar{c})(\bar{c}+\bar{d}) = (\bar{a}+\bar{b}\bar{c})(\bar{c}+\bar{b}\bar{d}) = \bar{a}\bar{c}+\bar{b}\bar{c}+\bar{a}\bar{b}\bar{d},$$

следовательно максимально внутренне устойчивые подмножества: {B,D}, {A,D}, {C}.

Определим хроматическое число по методу Магу.

$$F_S = F_1 + F_2 + \ldots + F_n, F_1 = \bar{a}\bar{c}, F_2 = \bar{b}\bar{c}, F_3 = \bar{a}\bar{b}\bar{d}$$

Определим в каких элементах многочлена F отсутствуют те или иные вершины:

$$\bar{a} \notin F_2, \bar{b} \notin F_1, \bar{c} \notin F_3, \bar{d} \notin F_1, \mathrm{F}_2$$

$$y_a = y_2, y_b = y_1, y_c = y_3, \mathrm{y}_d = y_1 + y_2$$

Составив и упростив формулу, получаем единственное покрытие графа максимально внутренне устойчивыми подмножествами:

$$\psi = y_2 y_1 y_3 (y_1 + y_2) = y_1 y_2 y_3$$

$$\psi_1 = y_1 y_2 y_3$$

Хроматическое число равно кол-ву множителей в минимальном по длине элементе ψ_n . В данном случае он один и хроматическое число равно трем.

Составим матрицу загрузки.

$$A = \begin{vmatrix} \infty & 5 & \infty \\ 8 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 7 \\ 10 & 10 & \infty \end{vmatrix}.$$

Определим расписание по первой модификации алгоритма «критического пути»:

$$A' = \begin{vmatrix} 10 & 10 & \infty \\ 8 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 7 \\ \infty & 5 & \infty \end{vmatrix}.$$

Загрузка приборов будет следующей: T_1=18, T_2=5, T_3=7.

$$A' = \begin{vmatrix} \infty & 5 & \infty \\ 8 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 7 \\ 10 & 10 & \infty \end{vmatrix}.$$

Загрузка приборов: T_1=8, T_2=15, T_3=7.

$$A' = \begin{vmatrix} 8 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 7 \\ \infty & 5 & \infty \\ 10 & 10 & \infty \end{vmatrix}.$$

Загрузка приборов: T_1=8, T_2=15, T_3=7.

Таким образом «минимаксная» раскраска такова: вершины A и D красятся в один цвет, B во второй и C, соответственно, в третий.

Быстрый алгоритм

Описанный алгоритм находит «минимаксную» раскраску, но он весьма трудоемок из-за нахождения всех максимально внутренне устойчивых подмножеств. В противовес ему можно использовать более быстрый алгоритм [4], который, однако, не всегда находит минимальную раскраску.

Суть быстрого алгоритма заключается в упорядочивании вершин по степеням. Составляется список L вершин графа в порядке убывания степеней вершин. Выбирается цвет j=1. Первая вершина x_i из списка красится в цвет j и удаляется из списка. Список просматривается на предмет наличия

несмежных с x_i вершин, которые так же окрашиваются в цвет j и удаляются. Когда список просмотрен до конца и если он не пуст, то j=j+1, x_i назначается очередная первая вершина списка и т.д. Алгоритм продолжается, пока список не опустеет.

Рассмотрим этот алгоритм на примере того же графа (рисунок 1). Пусть x_1=A, x_2=B, x_3=C, x_4=D.

L=x_3,x_1,x_2,x_4.

В таблице 1 описаны шаги алгоритма.

Таблица 1.

Цвет j	Окрашенные вершины	Список L
1	$X_1=\{x_3\}$	x_1,x_2,x_4
2	$X_2=\{x_1\}$	x_2,x_4
2	$X_2=\{x_1,x_4\}$	x_2
3	$X_3=\{x_2\}$	

Значения T считаются по полученной раскраске и равны, соответственно: T_1=7, T_2=15, T_2=8.

Вычислительный эксперимент

Сравним описанные алгоритмы по времени и точности.

Сравнение проводится на 100 сгенерированных обыкновенных (нет петель и параллельных ребер) графах с 6-ю и 10-ю вершинами. Связи и веса вершин распределяются случайным образом по равномерному закону. Веса – в диапазоне от 1 до 50.

Для 6-вершинных графов быстрый алгоритм нашел оптимальную раскраску в 72 случаях, средние значения Tmax приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Алгоритм (модификация)	Среднее Tmax
1-я модификация	63
2-я модификация	61
3-я модификация	61
Быстрый алгоритм	67

Среднее время работы точного алгоритма составило 0,0019 секунды, быстрого - 0,00003 с.

Для 10-вершинного графа быстрый алгоритм дал оптимальную раскраску в 42 случаях из 100. Средние Tmax приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Алгоритм (модификация)	Среднее Tmax
1-я модификация	76
2-я модификация	75
3-я модификация	75
Быстрый алгоритм	93

Среднее время работы точного алгоритма составило 0,01363 секунды, быстрого - 0,00005 с.

Выводы

Как видно из вычислительного эксперимента, средняя точность быстрого алгоритма серьезно уменьшается при увеличении числа вершин графа.

Вторая и третья модификации «критического пути» находят раскраски наиболее близкие к оптимальным.

Быстрый алгоритм дает существенный прирост скорости, но это может иметь смысл только для очень больших графов (на 10-вершинном графе даже точный алгоритм выполняется быстрее сотой секунды), а с ними быстрый алгоритм сильно проигрывает по качеству решения находимых раскрасок.

Литература:
1. Карп Р.М. Сводимость комбинаторных проблем М.: Мир. 1975
2. Букин В.В., Кобак В.Г. Алгоритм раскраски взвешенного графа. //Известия СКНЦВШ. Технические науки. 1988. №3.
3. Кофман А. Введение в прикладную комбинаторику. М.: Наука. 1975.
4. Емельянов В.В, Курейчик В.М., Курейчик В.В. Теория и практика эволюционного моделирования. ФИЗМАТЛИТ. 2003.

С.А. Зеленин, В.Г. Орлов

ИДЕНТИФИКАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЦИФРОВЫХ КАМЕР

Московский технический университет связи и информатики, г. Москва

Ключевые слова: цифровые фото-видео камеры, матричные датчики, пиксел, светочувствительная матрица, обработка изображений, темновой ток фотокамеры, коррекция чувствительности ячеек матрицы.

В качестве электронного портрета датчика изображения может служить его индивидуальная характеристика, отражающая естественную неравномерность конкретного датчика в отношении чувствительности пикселов и их опорного уровня. Наиболее простым вариантом электронного портрета светочувствительных матриц является картина выпавших пикселов, включая наличие выпавших “белых” или “черных” пикселов. Для повышения точности получения электронного портрета фотодатчика необходимо при измерениях обеспечить равномерную засветки светочувствительной матрицы и многократное усреднение одинаковых изображений.

S.A. Zelenin, V.G Orlov

PARAMETERS IDENTIFICATION OF DIGITAL CAMERAS

Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow

Keywords: photo-video cameras, matrix sensors, pixel, photosensitive sensor, image processing, dark current cameras, adjust the sensitivity matrix cells

As an electronic image sensor is a portrait of his individual characteristics, reflecting the natural unevenness of the particular sensitivity of the sensor pixels and their reference level. The most simple variant e-portrait painting which is a matrix of light-sensitive pixels, including the existence of "white" or "black" pixels. You must provide a constant illumination light sensitive matrix and averaging of multiple identical images in order to obtain an accurate electronic portrait of a photoreceptor

Массовое использование техники цифровой съёмки и доступность мощного программного обеспечения для редактирования изображений определяют необходимость разработки технологии проверки подлинности цифровых изображений с целью охраны авторских прав, а также выполнения экспертных криминалистических заключений. Физической основой для проведения анализа фото- и видеоматериалов для идентификации источника их получения может послужить «электронный портрет» камеры, отражающий её специфические индивидуальные особенности.

Во всех камерах с матричными преобразователями, выполненными по любой технологии, вначале вырабатывается импульсный аналоговый сигнал, который далее сглаживается и фильтруется для устранения коммутационных межпиксельных искажений. Затем полученный аналоговый сигнал с помощью 12-14 разрядного АЦП преобразуется в цифровую форму, что позволяет выполнять требуемую предварительную обработку с соблюдением условия “прозрачности”, когда операции цифровой обработки оказываются практически не обнаруживаемыми. Таким образом, можно считать, что сама по себе цифровая обработка никакого электронного отпечатка камеры не создает [1].

Реальными источниками возникновения теоретически обнаружимых искажений датчика и камеры в целом, то есть «электронного портрета» можно считать два фактора:

- неидеальность **объектива** (радиальная неравномерность освещенности матрицы, геометрические искажения из-за дисторсии и, возможно, артефакты, локально влияющие на получаемое изображение).
- неидеальность **матрицы** (неравномерность матрицы по чувствительности и опорному уровню, включая наличие выпавших “белых” или “черных” пикселов).

Из перечисленных искажений объектива «индивидуальными» могут быть присущие ему аберрации, а также неравномерность освещенности по полю изображения. Распределение яркости по полю изображения будет зависеть как от конкретной конструкции объектива, так и от настройки увеличения при съемке. При реальной фото- и видеосъемке выявление распределения яркости требует специальных достаточно сложных оптических экспериментальных исследований для каждого объектива и разных настроек. Вследствие этого для практических целей использование этих характеристик с целью выявления индивидуальных характеристик объективов представляется не эффективным, тем более, что при профессиональной съемке оператор может применять сменные объективы. Это еще в большей мере относится к вносимым объективом аберрациям изображения.

Неидеальность матрицы проявляется в виде неравномерности по её чувствительности и опорному уровню. Отклонения по опорному уровню, или, как принято называть в телевизионной технике, по уровню черного обусловлены наличием в ПЗС-матрицах темнового тока, составляющего для лучших матриц единицы пА/см^2 или несколько десятков (до сотен) электронов на ячейку в секунду. Для обычного ТВ (со временем накопления 20 или 40 мс) такой темновой ток практически незаметен и сказывается при специальных съемках с большой выдержкой (например, в астрономии), когда регистрируют потоки в десяток фотонов на элемент. В современных цифровых камерах для устранения влияния темновых токов используется алгоритм коррекцией темнового поля (dark field correction), основанный на вычитании из результирующего сигнала зафиксированных в ЗУ перед съёмкой соответствующих значений темновых токов матрицы.

Аналогичным образом может быть осуществлена коррекция неоднородности чувствительности ячеек матрицы, разброс которой для ПЗС-ячеек обычно не превышает 1-5 %. Алгоритм коррекции состоит в том, что фиксируется чувствительность каждой ячейки при однородном освещении и вычисляются коэффициенты коррекции, используемые для поэлементной коррекции размаха получаемого от матрицы сигнала [2].

Еще один вид характерных искажений светочувствительных матриц – наличие “выпавших” пикселов, т.е. пикселов, не реагирующих на свет и в простейшем случае постоянно выдающих нулевой (черный) или полный (белый) уровень. Это относится и к цветовым составляющим матриц. Картина выпавших пикселов может также выполнять роль электронного портрета камеры. Однако в цифровых камерах такие пикселы обычно маскируются путем замены значений выпавшего пиксела так или иначе усредненными (интерполированными) значениями близлежащих соседних пикселов. Для современных камер допускается 4-6 выпавших пикселов. Также на матрицах могут появляться так называемые горячие пикселы, которые возникают только при повышенной температуре и могут формировать сигнал выше или ниже нормального. Признаком наличия таких пикселов является их появление в разных местах изображения. Кроме того, возможно появление “зависимых” пикселов, значение сигнала которых зависит от сигнала окружающих пикселов. Очевидно, нестабильные пикселы не могут быть использованы для получения аутентичного электронного портрета камеры [3].

В случае цветного изображения каждый пиксел состоит из трех субпикселов различных цветов: красного, зеленого и синего (для модели RGB). Если все три субпикселя выдают уровень 0, отображается выпавший черный пиксел. В более сложных случаях происходит выпадение одного или двух субпикселов, что также может быть скорректировано.

Таким образом, с учётом современных технических приёмов внутрикамерной обработки сигналов вероятность выявления электронного портрета камеры на основе фиксации выпавших пикселов весьма низка.

Результаты экспериментального исследования возможностей получения электронного портрета современной камеры

Можно выделить три поколения используемых матричных фото- и видеокамер, существенно различающихся по характеру электронного портрета:

- простые ПЗС-камеры прежних выпусков, в которых, возможно, имеется неоднородность по опорному уровню и чувствительности пикселов.
- более сложные КМОП-камеры, снабжённые встроенными процессорами видеосигнала для коррекции неоднородности опорного уровня и чувствительности.
- самые современные КМОП-камеры, в которых технологически обеспечена высокая однородность опорного уровня и низкая неравномерность чувствительности, а количество выпавших пикселов не велико, и они эффективно маскируются [1,3].

Задачей экспериментального исследования являлось выявление неоднородностей в матрице при условии ее равномерного освещения разными уровнями: отсутствие засветки, средний и полный уровни засветки. При отсутствии засветки должна выявляться неоднородность опорного уровня (темнового тока) матрицы. При наличии засветки можно выявить неоднородность чувствительности, предварительно исключив (путём компенсации) неоднородность опорного уровня.

При проведении эксперимента для получения достоверных метрологических результатов необходимо выполнение ряда требований:

- источник света должен быть статичным, т.е. не меняться по уровню за время проведения эксперимента не иметь переменных составляющих, в том числе с частотой сети переменного тока;
- рассеиватель света, должен обеспечивать получение строго равномерной по полю освещенности;
- для обеспечения наиболее равномерной засветки светочувствительной матрицы фото- или видеокамера должны использоваться без объектива, либо с объективом в режиме дефокусировки.
- при выполнении измерений желательно, если имеется возможность, отключать в камере блок цифровой обработки сигналов.

На рис. 1 представлена структурная схема экспериментальной установки по исследованию неоднородности матриц.

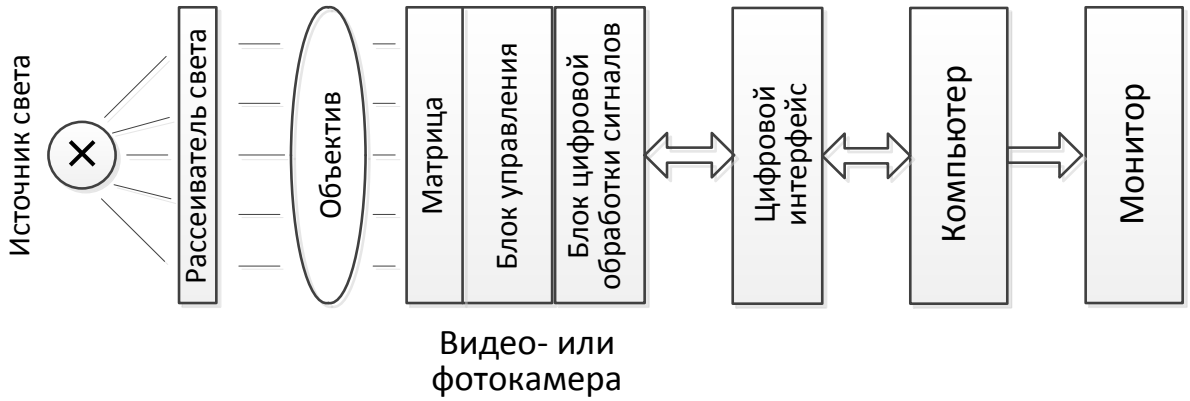


Рисунок 1. Структурная схема экспериментальной установки

Для выполнения обработки результатов измерений использовались программы обработки изображений в среде Mathcad [4]. Результирующие изображения контролировались на экране монитора и с помощью осциллографа с построчной выборкой. В эксперименте были использованы три видеокамеры разных поколений, табл.1

Таблица 1. Параметры использованных в экспериментах камер

Параметр	*Тип камеры*		
	PIH-750	PIH-756	VC58FHD-12
Разрешение	720×480	720×600	1280×720
Развертка	Чересстрочная	Чересстрочная	Прогрессивная
Частота кадров, кадр/с	25	25	50
Размер матрицы, дюйм	1/3"	1/3"	1/2"
Крепление под объектив	C или CS	C или CS	C или CS
Сигнал-шум, дБ	46	46	52

Обработка результатов измерений неоднородностей матриц производилась на основе метода усреднения:

пусть имеется зашумленное изображение $g(x, y)$, содержащее исходное изображение $f(x, y)$ и аддитивный шум $n(x, y)$:

$$g(x, y)= f(x, y)+ n(x, y),$$

причем предполагается, что значения шума в каждой точке матрицы (x, y) некоррелированны и имеют нулевое среднее;

при усреднении k одинаковых изображений $g_i(x, y)$**,** различающихся лишь шумом $n_i(x, y)$ получается изображение $\overline{g}_{(x,y)}$:

$$\overline{g}_{(x,y)}= \frac{1}{k} \cdot \sum_{i=1}^{k} g_i(x,y) .$$

Отсюда следует, что при увеличении k величина отклонения (уровень шума) значения элемента в каждой точке (x,y) уменьшается, и математическое ожидание (при k, стремящемся к бесконечности) примет вид:

$$E\{\overline{g}_{(x,y)}\}= f(x,y).$$

Таким образом, при необходимости выделить некоторую “стабильную” часть изображения на фоне шума, превышающего по величине полезную часть сигнала, следует применять суммирование множества зашумленных изображений, обеспечивающее увеличение отношения сигнал-шум пропорционально корню из числа суммируемых изображений. В частности, это позволяет определить неравномерность опорного уровня светочувствительных матриц [4].

В ходе экспериментов для ТВЧ-камеры VC58FHD-12 удалось выявить три области, в каждой из которых имелось по одному выпавшему “белому” пикселу. С помощью программы Mathcad была выполнена математическая обработка полученных изображений, которая позволила получать значения яркости пикселов. При этом обнаруженная группа выпавших пикселов может рассматриваться как отпечаток камеры, поскольку эти пикселы не пропадали при изменении интенсивности света.

При экспериментах с камерой стандартной четкости PIH-750 также был выявлен отпечаток камеры (выпавшие пикселы аналогичного типа), который не зависел от наличия или отсутствия объектива.

При экспериментах с камерой PIH-756 выпавшие пикселы не были обнаружены.

Следует отметить, при определенных условиях освещения и фокусировки могут появляться точечные артефакты, которые можно принять за выпавшие пикселы. От действительно выпавших пикселов они отличаются тем, что сильно зависят от фокусировки и других причин и чаще всего возникают из-за наличия пылинок на объективе или даже на матрице, которые, как правило, устраняются обдувом потоком воздуха.

Заключение:

1. Наиболее простым способом получения электронного портрета матриц может служить выявление картины выпавших пикселов, включая наличие выпавших “белых” или “черных” пикселов.
2. Для повышения точности электронного портрета необходимо при изменениях обеспечить равномерную засветки светочувствительной матрицы и многократное усреднение одинаковых изображений для улучшения отношения сигнал-шум.
3. Для установления абсолютных значений неоднородности матриц при выявлении их электронных портретов требуется калибровка освещенности.

Литература:

1. Донец В. В., Муравский Л. И. Особенности применения приемников излучения в бортовых гиперспектрометрах. Львов.: Физико-механический институт им. Г.В.Карпенко НАНУ, 2012.
2. Лазовский Л. Приборы с зарядовой связью: прецизионный взгляд на мир. – СПб., АВТЭКС, 2008.
3. Шовенгердт Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. – М.: Техносфера, 2010. – 560 с.
4. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005 – 1070 с.

В.И. Кабакчей

АНТИКОЛЛИЗИОННЫЕ АЛГОРИТМЫ ДВОИЧНОГО ПОИСКА ДЛЯ СИСТЕМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ RFID-МЕТОК

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина

Ключевые слова: метка, антиколлизионный алгоритм, считыватель, радиочастотная идентификация, система позиционирования.

Проведенное исследование посвящено анализу эффективных алгоритмов, обеспечивающих последовательное считывание информации с каждого из идентификаторов системы позиционирования, при условии оптимизации числа запросов и ответов, необходимых для определения очередности обработки. Найденные решения обеспечивают минимизацию энергопотребления автономных элементов системы, сокращение объема переданных данных и увеличение скорости передачи информации по сравнению с базовым и динамическим алгоритмами двоичного поиска.

V.I. Kabakchey

ANTI-COLLISION BINARY SEARCH ALGORITHMS FOR POSITIONING SYSTEMS USING RFID-TAGS

Donetsk national technical university, Donetsk, Ukraine

Keywords: tag, anti-collision algorithm, reader, radio frequency identification, positioning system.

This study is devoted the analysis of the effective algorithms providing consecutive reading of the information from each of tags of positioning system, under condition of optimization number of requests and the responses required for definition of sequence of processing. The found decisions provide minimization of power consumption of autonomous elements of system, reduction of volume of the passed data and increasing data rate compared with basic and dynamic algorithms of binary search.

Сегодня оптимизация бизнес-процессов и эффективный учет материальных ценностей являются приоритетными задачами для многих компаний. Для достижения этих целей могут

использоваться различные решения, позволяющие определить место объекта и точно отследить его перемещения. Одним из таких решений является определение местоположения, учет и событийный анализ перемещения беспроводных меток радиочастотной идентификации (RFID) в режиме реального времени с возможностью графического отображения объектов на карте или передачи этой информации в другие бизнес-приложения.

RFID (англ. Radio Frequency IDentification, радиочастотная идентификация) – самый современный метод автоматической бесконтактной идентификации подлежащих учету объектов, в котором посредством радиочастотного канала связи считываются или записываются данные, хранящиеся в транспондерах или RFID-метках. [1]

Принцип работы решения следующий:

1. Активная RFID-метка посылает радиосигнал.
2. Сигнал принимается специальными приемниками и передается на устройство определения местоположения.
3. Устройство определения местоположения использует алгоритмы для определения местоположения и передает информацию (координаты, статус и т.д.) программному обеспечению.
4. ПО использует полученную информацию для отображения метки на карте и управления метками.

Активная RFID-метка посылает короткое сообщение по беспроводной сети. Наличие в активной зоне считывателя одновременно нескольких идентификаторов приводит к коллизии, которая заключается в затруднении определения очередности обслуживания идентификаторов. Для выделения и идентификации отдельной метки из группы аналогичных устройств применяются антиколлизионные алгоритмы[2]. В данной работе будут рассмотрены алгоритмы двоичного поиска.

В алгоритмах бинарного поиска используется Манчестер-кодирование для нахождения и идентификации битов, в которых произошла коллизия. Как показано на рис. 1, когда метка A с ID = 1100 и метка B с ID = 1010 одновременно передают свои номера, во втором и третьем битах нарастающий и спадающий фронты сигнала поднесущей будут присутствовать в приемнике. В Манчестерском коде такое состояние считается ошибочным, поэтому считыватель будет знать, что коллизия происходит во втором и третьем битах [3].

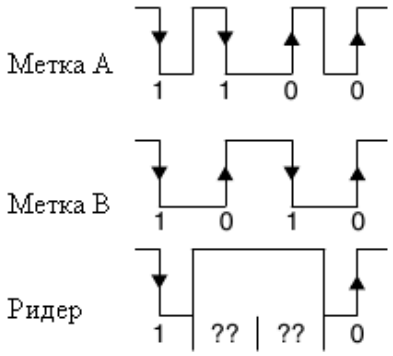


Рисунок 1. Манчестерское кодирование

1.1 Базовый и динамический алгоритмы двоичного поиска

Шаги алгоритма приведены на примере, изображенном на рис. 2.

1. Предположим, что длина серийного номера (ID) установлена 8 бит, с форматом $D_7D_6D_5D_4D_3D_2D_1D_0$. Считыватель посылает первый запрос из единиц (11111111). Тогда метки, находящиеся в зоне опроса ридера, сравнивают свой код с запросом считывателя. Метки, бинарный код которых меньше или равен серийному номеру запроса, ответят своим кодом считывателю. Как показано на рис. 2. все метки T_1, T_2, T_3 и T_4 отвечают на запрос ридера, и возникает коллизия.

2. Согласно Манчестерскому кодированию, считыватель получает данные как 101xxlxl, где D_4, D_3 и D_1 биты коллизии. В дальнейшем, эти два алгоритма будут отличаться.

• Для следующего запроса базового алгоритма двоичного поиска (АДП) самый старший бит коллизии D_4 будет установлен в нуль. Биты до D_4 сохраняют свои исходные значения: $D_7D_6D_5D_4$=1010, а остающиеся биты после D_4 устанавливаются в единицы: $D_3D_2D_1D_0$ =1111.

Следующий запрос считывателя 10101111. Метки с серийными номерами меньше или равными коду запросу, отправят свой ID считывателю. На рис. 2 метки T_1 и T_3 отвечают. Второй процесс продолжается, пока одна метка не ответит. Таким образом, только метка T_1 отвечает на запрос считывателя (10100111). Поскольку коллизия не происходит, метка T_1 идентифицируется. Как только T_1 распознана, считыватель немедленно передаст запрос (10101111), чтобы идентифицировать метку T_3 как показано на рис. 2.

• Для динамического алгоритма двоичного поиска (ДАДП) старший бит коллизии D_4 будет установлен в нуль, биты до D_4 сохранят свои исходные значения: $D_7D_6D_5D_4$=1010. Этот последний серийный номер составляет следующий запрос считывателя, который будет послан для идентификации оставшихся меток. Только те метки, у которых ID равен запросу, должны передать свои оставшиеся биты ID. На рис. 2 метки T_1 и T_3 отвечают последними четырьмя битами. Второй процесс повторяется, пока одна метка не ответит. Только метка T_1 отвечает и посылает последние три бита (111) на запрос считывателя (10100). Поскольку коллизии нет, считыватель отправляет команду запрос 10100 с принятыми битами и идентифицирует метку T_1 как 10100111. После того как T_1 распознана, считыватель использует запрос до (1010), чтобы идентифицировать метку T_3, как показано на рис. 2.

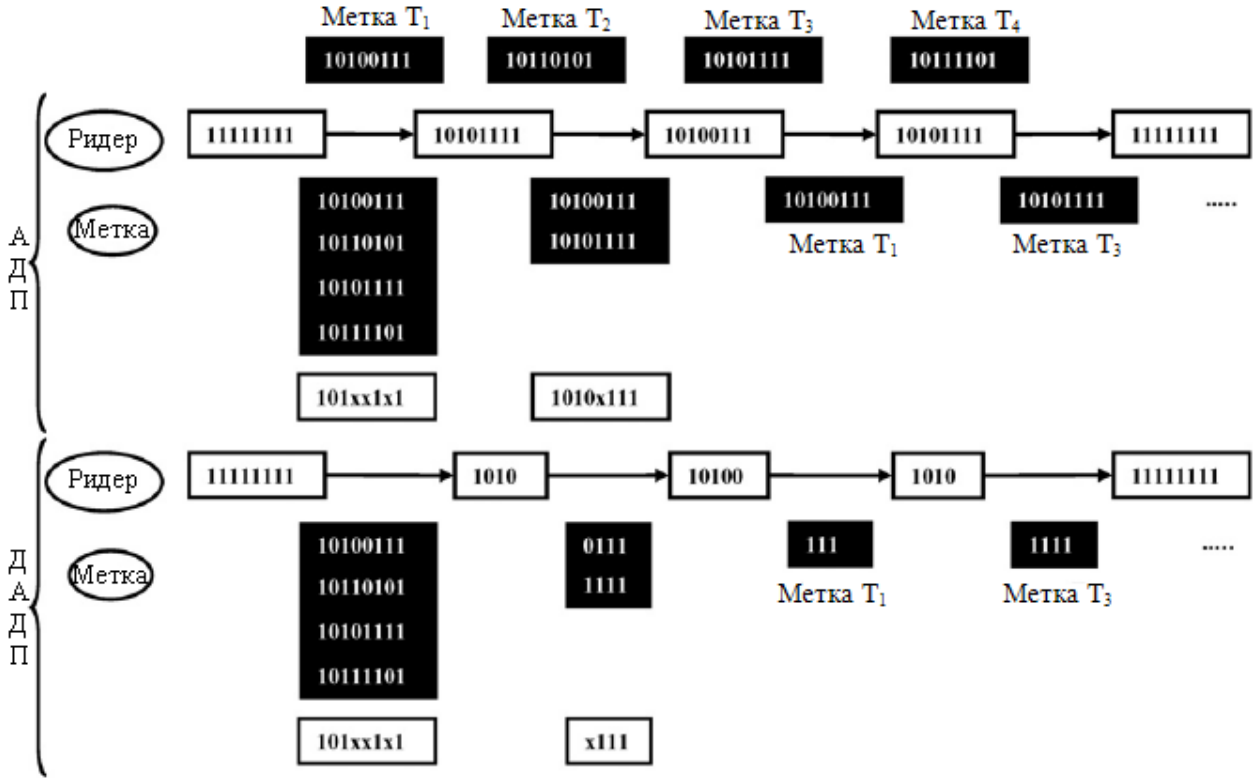


Рисунок 2. Пример базового АДП и ДАДП

3. После успешного считывания метки T_3, операции 1 и 2 повторяются до идентификации всех меток [3].

1.2 Улучшенный алгоритм двоичного поиска выполняется следующим образом:

1. Предполагая, что длина двоичного EPC - *n* бит, считыватель посылает первый запрос из единиц $\overbrace{\{111\ldots111\}}^{n}$, и метки, находящиеся в рабочей зоне считывателя, сравнивают свой ID с запросом считывателя. Только метки с номерами меньше или равными запросу, ответят информацией о своих кодах считывателю. В этом случае, все метки отвечают на запрос считывателя.

2. Коллизия произойдет, когда количество меток будет больше чем два. Считыватель может распознать позицию бита коллизии благодаря Манчестерскому кодированию. Первый и второй старшие биты коллизии могут принять четыре возможных значения 00, 01, 10 и 11. Биты после второго бита коллизии устанавливаются в 1; остающиеся биты сохраняют свои исходные значения. Метки с серийными номерами меньше или равными запросу, отправят свой ID считывателю. Когда

количество коллизий будет равно 1, будет использоваться основной процесс двоичного поиска. Второй процесс повторяется, пока не ответит одна метка. Выбранная метка будет идентифицирована.

1.2.2. Пример улучшенного алгоритма

Применим улучшенный алгоритм к предыдущему примеру, где четыре метки находятся в рабочей зоне считывателя.

• Первый шаг: считыватель посылает запрос (11111111), затем метки T_1, T_2, T_3 и T_4 отвечают. Ридер считывает данные ID как l0lxxlxl (рис.3), коллизия происходит в D_4, D_3 и D_1, согласно Манчестерскому кодированию. D_4 и D_3 являются первым и вторым старшими битами коллизии. D_4 и D_3 примут четыре возможных значения (00, 01, 10, 11), на каждой итерации биты после второго бита коллизии будут установлены в 1, а остающиеся биты сохранят свои исходные значения. Следующий запрос считывателя будет 10100111.

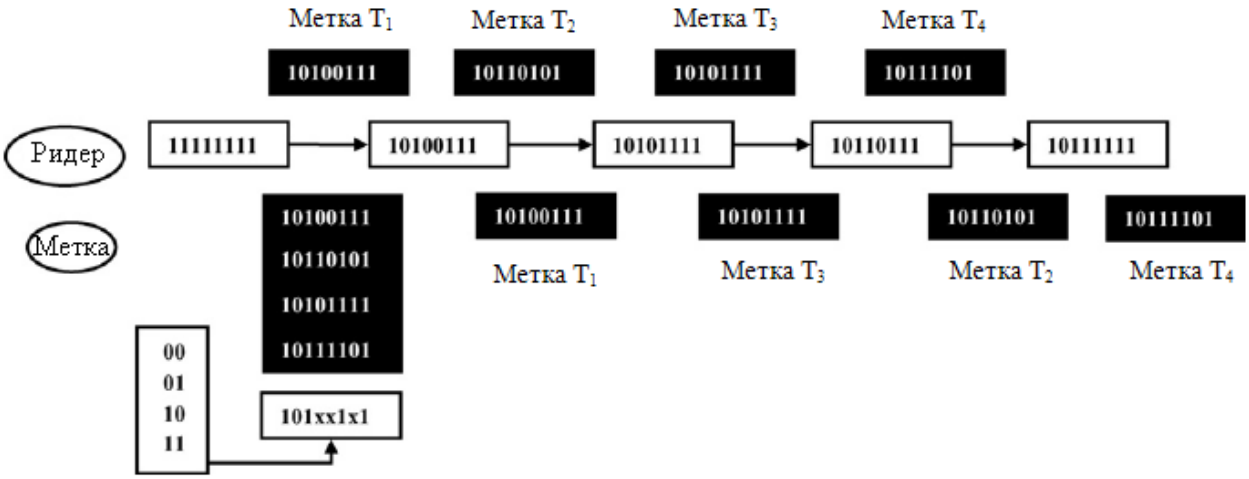


Рисунок 3. Пример улучшенного алгоритма двоичного поиска.

• Второй шаг: считыватель посылает команду запрос (10100111). Метка T_1 отвечает; коллизия не происходит, метка T_1 идентифицирована.

• Третий шаг: считыватель посылает запрос (10101111). Метка T_3 отвечает; коллизия не происходит, метка T_3 идентифицирована.

• Четвертый шаг: считыватель посылает команду запрос (10110111). Метка T_2 отвечает; коллизия не происходит, метка T_2 идентифицирована.

• Пятый шаг: считыватель посылает команду запрос (10111111), метка T_4 отвечает; коллизия не происходит, метка T_4 идентифицирована.

В процессе анализа выявлены следующие закономерности. Улучшенный алгоритм может идентифицировать все метки за меньшее количество периодов, чем вышеперечисленные алгоритмы. Описанный способ построения запроса сокращает количество ответов меток. Это снижает вероятность коллизии битов, и уменьшает время идентификации меток. Однако при небольшом количестве меток в рабочей зоне считывателя улучшенный алгоритм может генерировать большее количество запросов, чем АДП и ДАДП, но при этом использует минимальный объем передаваемых данных.

Поскольку системы позиционирования направлены на слежение за большим количеством объектов, помеченных RFID-метками, то для данных систем улучшенный алгоритм двоичного поиска является наиболее подходящим из рассмотренных выше.

Литература:

1. Чабан М.В., Савкова Е.О. Внедрение RFID-технологии в процесс мониторинга багажа авиапассажира в пункте назначения / Материалы конференции КМ и ИУС – Донецк: ДонНТУ – 2010г. – с. 167-173.

2. Дшхунян В.Л. Электронная идентификация. Бесконтактные электронные идентификаторы и смарт-карты / В.Л. Дшхунян, В.Ф. Шаньгин. — М.: ООО «Издательство АСТ»: Издательство «НТ Пресс», 2004. — 695с.

3. Klaus Finkenzeller RFID handbook : fundamentals and applications in contactless smart cards and identifcation/Klaus Finkenzeller; translated by Rachel Waddington. — 2nd ed., 2003. – 446p.

К.В. Карнаух, П.В. Лобзенко

ОСОБЕННОСТИ VPN – ТЕХНОЛОГИЙ В ВИРТУАЛЬНЫХ СЕТЯХ ПРИ НИЗКОМ КАЧЕСТВЕ СВЯЗИ

Северо-Кавказский филиал Московского государственного технического университета, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: технологии связи, VPN-шлюзы, виртуальные сети, адресация узлов сети, межсетевое взаимодействие.

Описано создание виртуальной частной вычислительной сети с использованием VPN-технологий. Рассмотрены особенности межсетевого взаимодействия и экранирования, а также использования VPN-шлюзов для защиты информации при низком качестве связи

K.V. Karnaukh, P.V. Lobzenko

FEATURES OF VPN TECHNOLOGIES IN VIRTUAL LOW-QUALITY NETWORKS

Moscow State Technical University, North Caucasian Branch, Rostov-on-Don, Russia

Keywords: communication technology, VPN gates, virtual networks, node addressing, internetworking.

The development of virtual private computing network, using VPN technology, is described. The features of internetworking, screening and usage of VPN gates for data protection are considered.

В статье рассмотрена виртуальная частная сеть (VPN -virtual private network) [1]. Она представляет собой совокупность сетей и отдельных компьютеров (как правило, территориально удаленных), соединенных между собой обособленным защищенным каналом, работающим «поверх» различных сетевых протоколов в произвольных гетерогенных сетевых средах. Соединенные между собой посредством VPN территориально удаленные сети и отдельные клиенты получают единую рабочую сетевую среду, как, если бы они находились в одной локальной вычислительной сети (рис.1).

Основной особенностью VPN является повышенная безопасность передачи данных, в том числе и в условиях низкого качества соединений разнородных подсетей. Шифрование канала, сложные, как правило, многоуровневые механизмы аутентификации участников VPN и прочие методы защиты существенно затрудняют несанкционированный доступ к передаваемой информации со стороны третьих лиц.

Немаловажным аспектом при передаче данных через внешние каналы связи является стоимость трафика. Многие оконечные устройства VPN-сетей – VPN-маршрутизаторы – могут производить сжатие транзитного трафика «на лету», и блокировать «паразитный» трафик по определенным правилам, что снижает конечную стоимость эксплуатации внешнего канала.

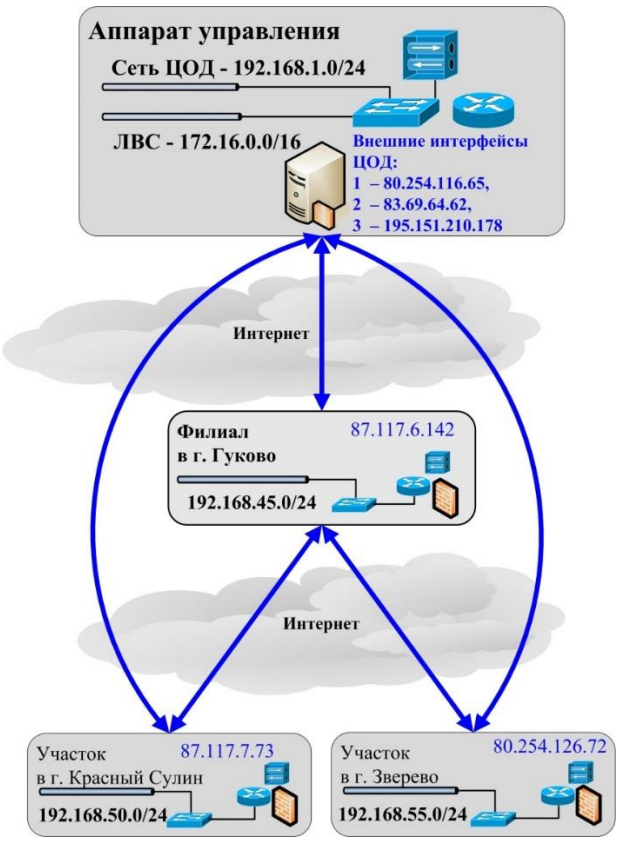


Рисунок 1. Пример логической структуры VPN соединений для филиала в г. Гуково с подчиненными участками.

При формировании структуры большой виртуальной частной сети особое внимание уделено адресации сетей и отдельных узлов. В целом, для IP-адресации древовидной сети с явно выделенным центром обработки данных (ЦОД) использованы две методики адресации:

- сквозная — сети являются подсетями основной сети более высокого класса;
- произвольная — для доступа к ЦОД используется трансляция адресов (NAT).

Следовательно, все системы удаленного интерактивного администрирования реализуют два способа доступа к целевому компьютеру — прямой доступ по IP-адресу или доступ «по запросу» через внешний ресурс в сети интернет. Первый вариант требует наличия предустановленного программного обеспечения (ПО), некоторых открытых портов на брандмауэре, прав доступа и дополнительных настроек. Второй вариант требует только наличия доступа в интернет у пользователя, но существенно менее безопасен и всегда платный. В целях обеспечения указанных вариантов предложено разработать и использовать скрипт адаптации существующего свободно распространяемого ПО удаленного администрирования UltraVNC [2]. Скрипт интегрируется в модифицированный дистрибутив, при запуске инсталляции автоматически удаляет предыдущие свои версии, настраивает брандмауэр, создает пользователей с необходимыми правами, включает доменную аутентификацию удаленного администратора, добавляет пакетный и скрытый режимы установки, предоставляет средства диагностики ошибок установки.

Таким образом, использование VPN – технологий обеспечивает:

- консолидацию и унификацию IT-ресурсов предприятия: вычислительной мощности, средств хранения данных, учетных систем, информационных ресурсов, средств связи, а также средств управления ими;
- повышение отказоустойчивости и эффективности информационной среды (ИС) за счет применения виртуализации;
- стандартизацию топологий, применяемых технологий, структуры, протоколов локальной вычислительной сети (ЛВС) всех удаленных подразделений филиальной сети, применяемого программного обеспечения и форматов обмена данными;

– объединение ЛВС всех удаленных подразделений филиальной сети и центрального офиса предприятия в единое информационное пространство для совместного доступа к консолидированным и унифицированным IT-ресурсам.

Литература:
1. Браун Дж. Виртульные частные сети.-Лори:Москва, 2001.-508 с.
2. http://softobase.com/ru/video/ultra-vnc-upravlyaem-kompyuterom-na-rasstoyanii#.UyBRLPJy63k.

А.С. Ким, Б.П. Борисов

КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ ПОСТРОЕННОЙ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ WI-FI

Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, Ростов – на – Дону

Ключевые слова: Wi-Fi, мобильность, безопасность информации, Ethernet

Инфраструктура беспроводных сетей – это основа, на которой строится дальнейшее внедрение пользовательских приложений и обеспечивается поддержка ключевых для компании сервисов. К таким сервисам относятся сетевое управление, информационная безопасность и механизмы гарантии качества сервиса (QoS).

A.S. Kim, B.P. Borisov

CONTROL AND MANAGEMENT WIRELESS LAN BUILT ON THE WI-FI TECHNOLOGY

Moscow State Technical University, North Caucasian Branch, Rostov-on-Don, Russia

Keywords: Wi-Fi, mobility, safety of information, Ethernet

The infrastructure of wireless networks is a basis on which further introduction of the user appendices is based and support of key services for the company is provided. Network management, information security and mechanisms of a quality assurance of service treat such services (QoS).

Основной задачей беспроводных сетей является обеспечение на определенной территории высокоскоростного локального доступа к сервисам и данным, обмен информацией между пользователями, находящимися в пределах данной территории.

Построение сетей Wi-Fi (IEEE 802.11) беспроводной передачи данных в настоящее время широко востребовано за счет массы преимуществ. Среди основных достоинств данной технологии наиболее привлекательны следующие:

1. Низкая стоимость оборудования;
2. Гибкость применения оборудования;
3. Высокая скорость передача данных.

Благодаря отсутствию проводных подключений пользователи беспроводных Wi-Fi сетей обладают свободой передвижения, свободой выбора рабочих мест. Данная технология дает возможность наиболее рационального использования локального пространства пользователи инфокоммуникационных услуг остаются мобильными, имея доступ ко всем необходимым данным и сервисам (рис.1).

Помимо прочих преимуществ, широкое распространение стандартов WLAN обеспечивает не только возможность работать в офисных помещениях и зданиях филиалов, но и обеспечивает мобильность сотрудников компании на время отъезда. Благодаря беспроводным сетям, во время командировки, отдыха в гостинице и нахождения в пути сотрудники смогут быть на связи в любую минуту.

Эта же технология используется в публичных хот-спотах, которые устанавливаются в торговых и конференц-центрах, гостиницах, аэропортах, ресторанах и других общественных местах. Таким образом, за счет беспроводных сетей формируется экосистема, посредством которой обеспечивается защищенный мобильный доступ.

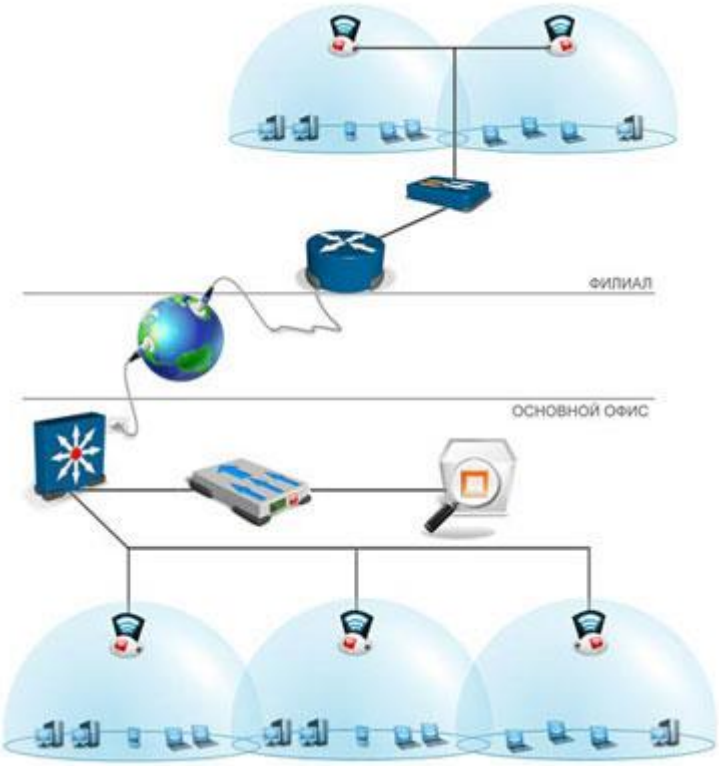


Рисунок 1. Схема локальной беспроводной сети доступа

В беспроводных локальных сетях работают любые приложения, которые работают в традиционных проводных сетях, некоторая специфика возникает лишь из-за пропускной способности сети и мобильности ее пользователей. Беспроводные технологии могут обеспечить следующие виды услуг:

1. Доступ мобильных абонентов к сетям и данным;
2. Передача голоса;
3. Видеонаблюдение;
4. Автоматизированный учёт операций, управление складскими запасами, активами;
5. Телеметрические приложения, автоматизированные системы управления;
6. Определение местоположения абонентов;
7. Разделение общих ресурсов сети.

В связи с этим WLAN необходим организациям, имеющим территориально разнесённую, мобильную инфраструктуру, а именно:

1. Образовательным учреждениям;
2. Складские и логические комплексы;
3. Компании оптовой и розничной торговли;
4. Государственные и муниципальные структуры;
5. Медицинские и оздоровительные комплексы;
6. Государственная индустрия;
7. Производственные и промышленные предприятия.

Беспроводные сети позволяют обеспечить большую гибкость бизнес-процессов, уменьшить время реакции на запросы клиентов и изменения внешней среды, иметь всю необходимую для управления информацию в реальном масштабе времени, повысить прозрачность организации, улучшить мнение клиентов и партнеров, создать благоприятный имидж, и в итоге, увеличить доходы и прибыльность бизнеса.

Для контроля и управления сетью Wi-Fi используется специализированное программное обеспечение AirMagnet. В своей совокупности оно обеспечивает: быструю, по-научному точную, проверку любых внутренних и наружных беспроводных сетей стандарта 802.11a/b/g/n/4,9 ГГц; мониторинг сетей WLAN, устранение неисправностей всегда и везде и точное планирование, и развертывание беспроводных сетей a/b/g/n в любой внутренней среде.

Конкретно, для реализации контроля и управления локальной беспроводной сети построенной на базе технологии Wi-Fi используется следующие программные обеспечения.

1. AirMagnet Planner– это средство планирования беспроводной сети, которое учитывает материалы здания, препятствия, настройки точки доступа, диаграммы направленности антенны и множество других переменных для создания надежной и предсказуемой карты покрытия и производительности сигнала Wi-Fi. Решение предлагает превосходное прогнозируемое моделирование, чтобы определить идеальное количество, размещение и конфигурацию AP для оптимальной безопасности, работы и соответствия. AirMagnet Planner включает встроенные автоматизированные инструменты, чтобы помочь пользователям с их стратегией перехода от существующих сетей 802.11a/b/g к технологии 802.11n.
2. AirMagnet Survey выходит за рамки проверки покрытия радиочастот, обеспечивая производительность сети конечного пользователя с точки зрения скорости связи, пропускной способности и статистики пакета. Конечный результат – полная «синоптическая карта» Wi-Fi всех критически важных показателей радиочастот и производительности конечного пользователя. AirMagnet Survey обеспечивает быструю, по-научному точную проверку любых внутренних и наружных беспроводных сетей стандарта 802.11a/b/g/n/4,9 ГГц. Это революционное ПО использует разнообразные методы сбора информации, автоматически получает из корпоративной сети критическую информацию по Wi-Fi и радиочастотному спектру и создает подробные карты производительности сети Wi-Fi, что облегчает развертывание сети, ее планирование и оптимизацию.
3. AirMagnet WiFi Analyzer PRO фактически является стандартным в отрасли прибором для мобильной проверки и поиска неисправностей в сетях Wi-Fi предприятий. Анализатор Wi-Fi AirMagnet помогает ИТ-специалистам быстро решать проблемы конечного пользователя, автоматически обнаруживая угрозы безопасности и уязвимости беспроводной сети. Это решение позволяет сетевым диспетчерам легко проверить и диагностировать множество общих проблем работы беспроводных сетей, включая проблемы пропускной способности, возможности соединения, конфликты устройств, а также проблемы многопутевого прохождения сигнала. AirMagnet Wi-Fi Analyzer включает в себя полное ядро для создания отчетов о соответствии нормативным требованиям, которое автоматически сопоставляет сетевую информацию с требованиями политики и промышленного законодательства.

Таким образом, основываясь на выше изложенном можно сделать вывод, что имеющиеся аппаратно-программное обеспечение беспроводных сетей построенных по технологии Wi-Fi позволит обеспечить качественный мультисервис пользователям инфокоммуникационных услуг.

Литература:

1. Технология wi-fi. Обзор wi-fi.- http://www.lessons-tva.info/articles/net/003.html
2. Сети wi-fi. Стандарты и технологии - http://www.getwifi.ru/pstandarts.html
3. Решения в области управления производительностью сети и управления неисправностей - http://ru.flukenetworks.com

Ю.В. Клёсова

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ГИБРИДНОГО КОДИРОВАНИЯ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ НА БАЗЕ АВИАЦИОННОГО СТАНДАРТА СВЯЗИ.

Московский Технический Университет Связи и Информатики, г. Москва, Россия

Ключевые слова: кодирование, речь, речевой сигнал, кодирование источника, кодер, вокодер.

Приведено краткое изложение механизма речеобразования, дано описание аналитической модели речеобразования. Приводится сравнительный анализ гибридных кодеков, основанных на методе линейного предсказания, и возможность их применения в реализации речевого канала на базе стандарта для авиационной электросвязи. Определены критерии выбора кодера.

J.V. Klesova

COMPARATIVE ANALYSIS OF SPEECH SIGNAL PARAMETRIC CODING ALGORITHMS

Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow, Russia

Keywords: coding, speech, signal of speech, source coding, voice coder.

In this paper mechanism of speech production and analytical model of speech production are described. Additionally, the comparative analysis of hybrid codec based on the method of linear prediction coding (LPC) is given. The possibility of their use in the voice channel based on the aeronautical telecommunications standard is shown.

Исследования, относящиеся к такому сложному объекту, как речь, проводятся уже давно в рамках различных наук и дисциплин: лингвистики, физиологии, физики, кибернетики, техники связи и т.п.[1]. Целью статьи, помимо анализа гибридных кодеков, является еще и определение в первом приближении алгоритма, удовлетворяющего требованиям некоего стандарта авиационной связи. Стандартом предусмотрены следующие параметры: скорость цифрового потока на выходе АЦП – 19,2 кбит/с, ширина полосы сигнала – 25 кГц.

Прежде имеет смысл провести небольшой экскурс в механизм возникновения озвученной речи и рассмотреть ее аналитическую модель, ибо понимание процесса речеобразования является далеко не лишним в понимании алгоритмов цифровой обработки речи в целом и методов кодирования речи в частности.

Абстрактное сообщение сначала возникает в коре головного мозга человека, затем превращается в форму нервных импульсов, посылаемых нервной системой человека к артикуляционному аппарату, формирующему речевое сообщение. Посредством координированных движений органов речи, объединенных под общим термином «речевой аппарат», речевое сообщение преобразуется в акустический речевой сигнал, излучаемый в пространство. Озвученная речь возможна благодаря голосовым связкам человека. Скорость периодических колебаний голосовых связок задает частоту основного тона – важный параметр вокализованных (гласных и звонких согласных) звуков. С прохода между голосовыми связками начинается голосовой тракт, состоящий из гортани и ротовой полости. Заканчивается голосовой тракт у губ. Именно голосовой тракт формирует формантную структуру речи. Форманта – область концентрации энергии в спектре звука, определяющая его распознавание. Для каждого звука речи определена комбинация формант, изменяющаяся во времени [2].

Быть может, не лишним будет дать определение артикуляции. Артикуляция (от лат. articulo – расчленяю) – это работа органов речи, совершаемая при произнесении того или иного звука; степень отчетливости произношения [3]. Более подробно с процессом речеобразования интересующийся может ознакомиться в [2, 7].

Выше было отмечено, что речь является акустическим колебанием, форма которого зависит от произносимых слов (слогов, звуков, фраз), интонации, тембра голоса, а также от пола и

возраста говорящего. Таким образом, волновая функция речевого сигнала зависит от нескольких параметров, изменяющихся во времени, что создает определенные трудности для сжатия.

Модель голосового тракта (напомню, сюда входят гортань и ротовая полость) и носовой полости принято условно изображать в виде системы объемных резонаторов. Резонаторы имеют переменную площадь поперечного сечения в зависимости от объема и формы полостей носа и рта, изменяющихся в процессе речи благодаря движениям органов артикуляции.

Математически речеобразование описывается терминами линейной фильтрации в силу того, что голосовой тракт человека обладает свойствами синтезирующего фильтра с набором резонансов, образующихся с помощью артикуляционных органов (полость рта, носа, голосовые связки, гортань). Принятие такой модели объясняется природой механизма речеобразования. Согласно [2], в момент произнесения звуков речи (в процессе артикуляции) изменяется конфигурация голосового тракта (изменяется объем и упругость стенок тракта). Эти изменения оказывают влияние на акустическую волну, проходящую через речеобразующий тракт. Акустическая волна как бы «фильтруется». Благодаря взаимосвязи изменений параметров голосового тракта и колебаний голосовых связок вся речеобразующая система работает как единый сложный механизм.

Иными словами о процессе речеобразования можно сказать следующее: во время произнесения звука речи сигнал, создаваемый благодаря смыканию и размыканию голосовых связок, проходит через голосовой тракт (через систему изменяющихся объемных резонаторов), который фильтрует речевой сигнал.

Автор считает необходимым напомнить обобщенную структурную схему системы связи. Схема на рис.1 отражает наиболее общие преобразования, которым подвергается любой вид сообщений в системе связи [4].

Рисунок 1. Обобщенная структурная схема системы связи.

Источник и получатель информации содержат определенное преобразование (кодирование) источника в соответствии с параметрами исходного речевого сообщения. На вход кодера канала (кодирующее устройство) поступают информационные символы от источника, к которым затем прибавляются избыточные символы по определенным правилам с целью дальнейшего исправления ошибок, возникающих на разных этапах прохождения сигнала по каналу с шумом [5].

В силу тематики статьи, рассмотрению будет подвержен этап кодирования источника. Зачем нужно кодирование? Дело в том, что после квантования сигнал, в принципе, уже является кодовым. Основание кода при этом равно числу разрешенных уровней квантования, а число символов в кодовой группе равно единице [6]. Следовательно, такой сигнал считается многоуровневым, что нежелательно для передачи, ибо приемнику необходимо различать все разрешенные уровни квантования. Кроме того, если сигнал подвергся действию помех, его будет очень проблематично восстановить. По этим причинам в цифровых системах передачи применяют коды с низким основанием. Кодирование – это процесс преобразования многоуровневого сигнала в код с низким основанием [6]. В результате получается кодовая комбинация, поставленная в однозначное соответствие с номером уровня квантования в определенной системе счисления.

Очевидно, что сжатие речи необходимо для уменьшения объема передаваемых в канал данных, благодаря этому снижаются затраты и, следовательно, цены на услуги связи. С учетом быстрого темпа развития техники и технологий производства микропроцессорной электроники, а так же устройств цифровой обработки речи, предъявляются и высокие требования к качеству речевого сигнала.

На качество речи влияет как метод кодирования речи, так и скорость цифрового потока на выходе кодера. Причем кодеры с более сложным алгоритмом способны обеспечить более высокое соотношение качество/скорость, однако чем выше сложность алгоритма, тем выше стоимость, потребляемая мощность и коммутационная задержка кодека речи. Согласно [2], коммутационная задержка – это временная задержка сигнала при его обработке и буферизации в кодере и декодере.

Выше были описаны параметры, под которые выбирается алгоритм кодера. При выборе ключевым моментом является полоса частот, необходимая для поддержания требуемого качества воспроизведения речевого сообщения. В монографии [7] авторы отмечают: «Вообще говоря, для высококачественной передачи речевого сообщения требуется полоса не менее 10 кГц». В нашем же случае, стандартом предусмотрена полоса в 25 кГц, что позволяет организовать высококачественный цифровой канал передачи речи даже с некоторым запасом.

Возможны два подхода к решению задачи кодирования речи: кодирование формы речевого сигнала и параметрическое компандирование. В первом случае кодеры сохраняют огибающую сигнала, аппроксимируя во временной области форму речевого сообщения. Алгоритмы, работающие по этому принципу, обеспечивают высокую разборчивость и натуральность звучания. Однако при таком кодировании не учитывается избыточность, вносимая свойствами артикуляционного аппарата человека и составляющая львиную долю всей избыточности речевого сигнала. Вследствие этого, минимально возможная скорость цифрового потока на выходе кодера речи составляет 32 кбит/с.

В авиационном стандарте предусмотрена фиксированная скорость передачи цифрового потока (ЦП) на выходе АЦП – 19.2 кбит/с. Исходя из соображений того, что скорость ЦП на выходе кодера не может быть больше 19.2 кбит/с, применение кодеров формы сигнала неприемлемо.

Работа вокодеров, реализующих параметрическое компандирование, основана на моделировании человеческой речи. Здесь вокодером измеряются параметры исходного речевого сигнала, которые далее используются для построения модели, максимально приближенной к исходному сигналу. При таком подходе в канал передается не форма сигнала, а некие параметры модели, с определенной точностью описывающие исходный сигнал. Приемник по этим параметрам восстанавливает исходный речевой сигнал. Строго говоря, приемник осуществляет синтез речи [7].

Данный метод кодирования позволяет снизить требуемую пропускную способность канала для передачи речи и, следовательно, снизить скорость передачи информации до 1.2 – 4.8 кбит/с. Но при этом сильно снижается качество речи, искажается натуральность звучания, появляется эффект «синтетического» голоса, что также является неприемлемым в реализации цифрового речевого канала для рассматриваемого авиационного протокола передачи.

Наиболее перспективным методом кодирования, объединяющим в себе достоинства параметрического компандирования и волнового кодирования, является гибридный метод и кодеры на его основе – гибридные кодеры. Гибридные кодеры делятся на кодеры с частотным разделением и кодеры с временным разделением. Скорости данных алгоритмов лежат в пределах от 4.8 – 16 кбит/с, что является оптимальным выбором с учетом того, что остается некоторый запас для реализации дополнительного помехоустойчивого кодирования отдельных, наиболее значимых, бит информации речевого пакета.

В первом приближении, критерии для выбора оптимального алгоритма обозначим следующие:

1. Скорость цифрового потока на выходе кодера – является суммой скорости кодера и скорости дополнительного цифрового потока, используемого для помехоустойчивого кодирования – не более 19.2 кбит/с;
2. Минимальная алгоритмическая (системная) задержка;
3. Минимальная цена системы (теоретически, исходя из сложности реализации алгоритма).

Выделяют две группы методов кодирования на скоростях 4.8-16 кбит/с – методы анализа и синтеза (AaS — Analysis-and-Synthesis) и анализа через синтез (AbS – Analysis-by-Synthesis). Гибридные кодеры делятся на кодеры с частотным разделением и на кодеры с временным разделением. Основное отличие гибридных кодеров с временным разделением от кодеров с частотным состоит в методе обработки синтезирующим фильтром сигнала возбуждения [7]. Все эти методы основаны на принципе линейного предсказания (LPC). В алгоритме кодирования с линейным предсказанием в канал передаются вместо параметров речевого сигнала определенные параметры синтезирующего фильтра, «эквивалентные голосовому тракту, и параметры сигнала

возбуждения этого фильтра» [6]. Исходный оцифрованный речевой сигнал поступает на вход фильтра-анализатора, далее с фильтра-синтезатора сигнал подается на ЦАП, после – на ФНЧ, на выходе которого – восстановленный аналоговый сигнал.

Кодирование с частотным разделением подразумевает разбиение спектра речи на частотные компоненты. Уровень НЧ компонент (медленно изменяющихся во времени) спектра речи выше уровня ВЧ компонент (быстро изменяющихся во времени) – свойство неравномерности спектра речи. Основное условие применения таких кодеров – сигнал должен медленно изменяться во времени и описываться мгновенным спектром, так как в системах реального времени в данный момент доступен кратковременный участок входного сигнала [2]. Исходя из описанного выше, анализу будут подвергнуты алгоритмы AbS-LPC с кодовым возбуждением (CELP) и частотным разделением.

Главная особенность речевого сигнала – его нестационарность. Интервал стационарности равен примерно нескольким десяткам миллисекунд. Именно это свойство речи обусловливает необходимость применения адаптивного изменения параметров фильтров под значения на каждом из участков стационарности речевого сигнала.

Алгоритм LPC-анализа содержит два адаптивных фильтра (предсказателя): кратковременный и долговременный. Для исследования кратковременных сегментов речи необходим «тонкий» анализ речевых процессов [7]. Огибающая спектра речевого сообщения вычисляется при кратковременном анализе на основе данных о корреляции между соседними отсчетами сигнала. Точная структура сигнала определяется при долговременном анализе, основанном на данных о корреляции двух соседних участков (двух периодах основного тона) сигнала.

К группе алгоритмов с частотным разделением, использующих линейное предсказание, относятся CELP, ACELP, LD-CELP, CS-ACELP. Здесь приведены наиболее популярные алгоритмы, остальные, ввиду ограниченности места, рассматриваться не будут. Подробная информация об этих алгоритмах приведена в [2, 7].

Алгоритм CELP (Code Excited Linear Prediction) является базовым, на его основе организованы многие стандарты со скоростью речи от 4-16 кбит/с, что обусловлено высоким качеством восстановленной речи. Основанный на процедуре анализа через синтез (AbS), требующей больших вычислительных затрат, для реализации алгоритм CELP является достаточно ресурсоемким.

Метод кодирования ACELP (рекомендация G.723.1) работает на скоростях 5.3 и 6.3 кбит/с. Входной сигнал для кодера – это оцифрованный сигнал с частотой 8 кГц в формате 16-битной линейной ИКМ. С выхода декодера сигнал обратно преобразуется в аналоговый. Кодер оперирует с кадрами по 30 мс, на которые разбивается входной сигнал. Кроме того, имеется дополнительная задержка на предварительный анализ – 7.5 мс. Суммарная алгоритмическая задержка равна 37.5 мс. При физической реализации алгоритма в аппаратуре, вносятся еще и задержки на обработку данных в аппаратуре и задержка на время передачи по каналу связи. Несмотря на низкие скорости передачи при достаточно высоком качестве речи, данный алгоритм не удовлетворяет по требованию минимального времени алгоритмической задержки.

LD-CELP – линейное предсказание с кодовым возбуждением и малой задержкой, рекомендация G.728. Скорость потока на выходе кодера – 16 кбит/с. Однако приложениями к G.728 предусматриваются скорости 12.8 и 9.6 кбит/с, но они оптимизированы к технологии DCME, описываемой в рекомендации МСЭ G.763. Алгоритмическая задержка равна всего 0.625 мс. Особенность алгоритма – в канал передается только индекс сигнала возбуждения, найденный в кодовой книге. Входной сигнал для кодера – квантованный по А или μ-закону ИКМ-сигнал. Критерием, по которому выбирается вектор кодовой книги, является минимум среднеквадратической ошибки (СКО) между вектором (состоящим из 5 отсчетов) и блоком сигнала из 5 отсчетов. Индекс этого вектора и передается по каналу в декодер, являясь единственной информацией. Остальные параметры обновляются периодически, коэффициенты фильтров (синтезирующего и взвешивающего) обновляются каждые 2.5 мс. Алгоритм кодера осуществляет задержку при передаче менее 2 мс. Скорость 16 кбит/с не обеспечивает достаточный запас для организации помехоустойчивого кодирования, требующего дополнительного цифрового потока.

Алгоритм CS-ACELP – рекомендация G.729. Данный кодер предназначен для работы с цифровыми сигналами, полученными из аналогового входного сигнала путем предварительной фильтрации фильтром нижних частот (ФНЧ) с частотой дискретизации 8 кГц и преобразованием к

виду линейной импульсно-кодовой модуляции (ИКМ) для подачи на вход кодера. Скорость ЦП на выходе кодера – 8 кбит/с. Данный кодер кодирует речь по кадрам длительностью 10 мс (80 выборок). Для каждого кадра производится анализ речи и выделяются параметры CELP-модели (коэффициенты фильтра линейного предсказания, индексы и коэффициенты усиления в адаптивной и фиксированной кодовых книгах). Далее эти параметры кодируются и передаются в канал [7]. При этом вносимая задержка на анализ – 5 мс, что в сумме дает общую алгоритмическую задержку равную 15 мс, без учета временных задержек, вносимых длительностью передачи и временем реализации самих операций кодирования/декодирования. Данный алгоритм способен обеспечить достойное качество речи при небольшой задержке, а при скорости ЦП 8 кбит/с – еще и возможность организации помехоустойчивого кодирования. Метод является одним из приемлемых решений в первом приближении для организации речевого канала данного стандарта.

Литература:

1. Златоустова Л.В., Потапова Р.К., Потапов В.В., Трунин-Донской В.Н. Общая и прикладная фонетика: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 416 с., стр. 4

2. Рихтер С.Г. Кодирование и передача речи в цифровых системах подвижной радиосвязи. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – 304 с.: ил.

3. Большой энциклопедический словарь: [А — Я]/ Гл. ред. А. М. Прохоров. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Большая рос. энцикл.; СПб.: Норинт, 1997. — С. 1408.

4. Сухоруков А.С. Конспект лекций по Теории электрической связи. Часть 1. – М., МТУСИ, Центр ДО, 2002. – 65 с.

5. Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение. – М.: Техносфера, 2006. – 320 с.

6. Крухмалев В.В., Гордиенко В.Н., Моченов А.Д. Цифровые системы передачи: Учебное пособие для вузов / Под редакцией А. Д. Моченова. - 2-е изд.. перераб. и доп. - М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 376 с.: ил.

7. Шелухин О.И., Лукьянцев Н.Ф. Цифровая обработка и передача речи. - М.: Радио и связь, 2000. – 456 с.

В.Г. Кобак, И.Ш. Кавтарадзе, В.В. Бормотов, С.А. Швидченко

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА МОДИФИЦИРОВАННОЙ МОДЕЛЬЮ ГОЛДЕНБЕРГА С ПОМОЩЬЮ РАЗЛИЧНОГО ВИДА МУТАЦИЙ

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: задача коммивояжера, генетический алгоритм, модель голденберга, мутация, кроссовер.

Задача о коммивояжёре – traveling salesman problem (TSP, ЗКВ) – является NP-сложной задачей дискретной оптимизации и одной из старейших задач, для которой доказана NP-полнота. В данной работе задача о коммивояжёре исследовалась модификацией модели Гольдберга с использованием только мутаций различного типа. Аналитически определить какая из мутаций дает лучший результат лучше практически невозможно, и потому был поставлен вычислительный эксперимент, по результатам которого можно сказать, какая из мутаций более пригодна для практического применения.

V.G. Kobak, I.Sh. Kavtaradze, V.V. Bormotov, S.A. Shvidchenko

THE SOLUTION OF THE TASK OF THE DIRECT-SALES REPRESENTATIVE THE MODIFIED GOLDENBERG MODEL BY MEANS OF VARIOUS TYPE OF MUTATIONS

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

Keywords: task of the direct-sales representative, genetic algorithm, model голденберга, mutation, crossover.

The traveling salesman problem (TSP) - is NP-hard discrete optimization problem and one of the oldest problems, for which proof of NP-completeness. In this work, the traveling salesman problem investigated modification of the model Goldberg using only mutations of various types. Analytically determine which mutations gives the best result is better is almost impossible, and therefore was put computer experiment, the results of which you can tell which of the mutations is more suitable for practical application.

Введение

Задача о коммивояжёре – traveling salesman problem (TSP, ЗКВ) – является NP-сложной задачей дискретной оптимизации. На графах она формулируется следующим образом: требуется найти гамильтонов цикл наименьшей стоимости во взвешенном полном графе.

В последние годы интенсивно разрабатывается научное направление Natural Computing — «Природные вычисления», объединяющее математические методы, в которых заложены принципы природных механизмов принятия решений. Эти механизмы обеспечивают эффективную адаптацию флоры и фауны к окружающей среде на протяжении миллионов лет.

Генетические алгоритмы являются одним из видов эволюционных вычислений. Они применяются для поиска решений в задачах с большой комбинаторной сложностью, для которых трудно найти точное решение аналитическим путем. Принцип работы генетического алгоритма основан на теории эволюции Чарльза Дарвина. Основателем генетических алгоритмов считается Джон Холланд (John Holland), опубликовавший в 1975 году первую книгу в этой области исследований под названием «Адаптация в естественных и искусственных системах» («Adaptation in Natural and Articial Systems») [1]

Существует большое разнообразие генетических алгоритмов:

- канонический генетический алгоритм появился в результате работ Холланда и его коллег. Формируем популяции, каждая из которых состоит из N хромосом с фиксированной разрядностью генов, далее создаем промежуточный массив, из которого случайным образом выбираются два родителя, производим одноточечный кроссинговер, и созданные два потомка мутируют с заданной вероятностью [2];
- модель Голденберга была впервые описана Д. Голденбергом на основе работ Д. Холланда. Вначале случайным образом генерируется популяция хромосом. Далее в качестве инструментов выделяются три вида операций: репродукция, скрещивание и мутация. Понятие репродукции связано с созданием копий родительских хромосом или обозначает процесс формирования новых особей, происходящих от конкретных родителей. Традиционно используется одноточечный кроссинговер, в котором две скрещивающиеся хромосомы разрезаются один раз в случайно выбранной точке, и производится обмен полученными частями;
- модель генитор (Genitor) - вначале популяция инициализируется случайным образом, и ее особи оцениваются. Затем, также случайно, выбираются две особи, которые подвергаются скрещиванию, в результате которого получается только один потомок, который оценивается и занимает место менее приспособленной особи в популяции;
- гибридная модель ГА (Hybrid algorithms) сочетает в себе применение генетического алгоритма в союзе с другими классическими методами поиска, подходящими в контексте данной задачи.

Для исследования ЗКВ была выбрана модель Голденберга, подробно описанная в работе, при этом использовались только описанные ниже мутации [3].

Алгоритм модифицированной модели Голденберга:

1. Формирование начальной популяции.

2. Определение вероятности мутации p_m.
3. Выбор точки отсчета особей: t=0;
4. Применяем к t- той особи популяции оператор мутации.
5. Вычисляем значение целевой функции для мутирующей t-ой особи и сравниваем его со значением целевой функции случайно выбранной особи из поколения. Особь с наилучшем значением целевой функции добавляется в следующие поколение.
6. Устанавливаем t=t+1.
7. Определение особи с наилучшей приспособленностью (значением целевой функции) $f_{опт}$.
6. Если t равно количеству особей в поколении, то проверяем, сколько итераций алгоритма $f_{опт}$ было неизменно. Если $f_{опт}$ было неизменным Nu итераций подряд - конец работы, если меньше чем Nu, то переходим к шагу 3.

Мутация — случайное изменение одной или нескольких позиций в хромосоме. Оператор мутации (ОМ) помогает избежать «застревания» в ловушке локальных экстремумов и, следовательно, повышается возможность поиска с наибольшей точностью. Вероятность мутации p_m является фиксированным случайным числом на отрезке [0; 1].

Модифицированные виды мутаций:

– симметричный двухточечный ОМ сначала выбирает случайный ген в хромосоме, а далее обменивает местами гены, расположенные справа и слева от выбранного.

Например:

P:	1	2	|3	4	5	6	1	до ОМ
P':	1	4	|3	2	5	6	1	после ОМ

Симметричный двухточечный ОМ выполняется следующим образом:

1. В хромосоме P = (a_1,a_2,a_3,a_4 ... ,a_{n-1},a_n) случайным образом определяется позиция (например, a_3).
2. Гены, находящиеся справа и слева от выбранной позиции, переставляются, и формируется новая хромосома. P' = (a_1,a_4,a_3,a_2 ... ,a_{n-1},a_n);

– несимметричный двухточечный ОМ заключается в перестановке местами двух любых выбранных ген в хромосоме.

Например:

P:	1	|2	3	4	|5	6	до ОМ
P':	1	|5	3	4	|2	6	после ОМ

Несимметричный двухточечный ОМ выполняется следующим образом:

1. В хромосоме P = (a_1,a_2,a_3,... ,a_{n-2},a_{n-1},a_n) определяются случайным образом две позиции (например, a_2 и a_{n-1}).
2. Гены, соответствующие выбранным позициям, переставляются, и формируется новая хромосома. P' = (a_1, a_{n-1}, a_3,..., a_{n-2},a_2,a_n);

– четырехточечный ОМ.

Четырехточечный ОМ выполняется следующим образом:

1. В хромосоме P = (a_1,a_2,a_3,... ,a_{n-2},a_{n-1},a_n) определяются случайным образом две позиции (например, a_2 и a_{n-2}).
2. Гены, соответствующие выбранным позициям и стоящие справа от этих позиций, переставляются, и формируется новая хромосома. P' = (a_1, a_{n-2}, a_{n-1},..., a_2,a_3,a_n).

Для решения задачи коммивояжера в работе [4] в основном используются операторы кроссвовера. В данной работе решение этой задачи предполагает использование только модифицированных операций мутации для симметричного графа. Аналитически определить какая из мутаций лучше практически невозможно, и потому был поставлен вычислительный эксперимент. Эксперимент проводился на графе, описанном в [4] при различных весах (рисунок 1).

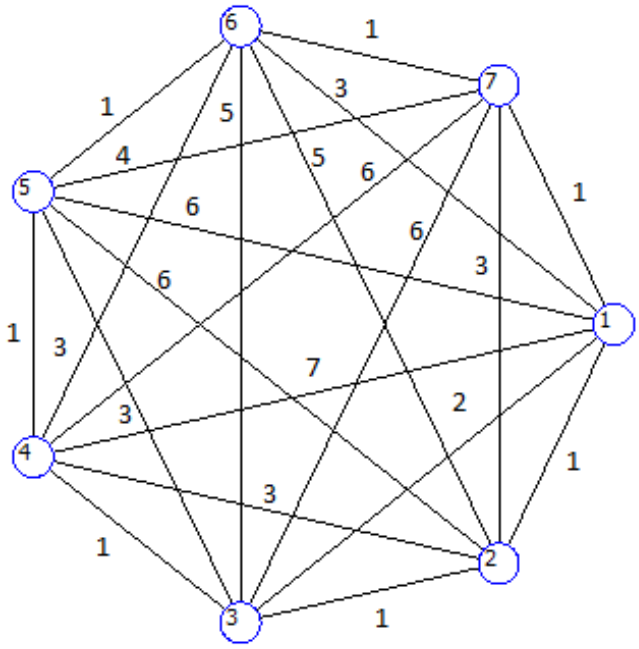


Рисунок 1. Взвешенный полный граф

Веса изменялись в пределах 1..7 случайным образом. Количество различных множеств весов равнялось 10. Сравнительные результаты тестирования модифицированной модели Голденберга в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты вычислительного эксперимента

	Симметричный двухточечный ОМ	Несимметричный двухточечный ОМ	Четырехточечный ОМ
Ср. путь	14.7	14.5	14.5
Ср. время	8.44058	8.1489	25.5609

Вывод

По результатам численных экспериментов можно сделать вывод, что наилучшее значение пути было получено при помощи модифицированной модели Голденберга с использованием несимметричного двухточечного ОМ. Значение среднего пути полученного при использовании четырехточечного ОМ совпадает со значением пути найденного при помощи несимметричного двухточечного ОМ, но время его работы почти в 2,5 раза выше.

Литература:

1. Гладков Л. А., Курейчик В. В., Курейчик В. М. Генетические алгоритмы: Учебное пособие. — М: Физматлит, 2006.

2. Панченко Т.В. Генетические алгоритмы.: Учебное пособие - «Астраханский университет», 2007.

3. Титов Д.В., Кобак В.Г. Исследование способа формирования элитной особи генетического алгоритма для однородных систем. Математические методы в технике и технологиях - ММТТ-22: сб. тр. XXII Междунар. науч. конф. и IV Междунар. науч. - метод. симп. / ДГТУ. – Ростов н/Д, 2009.

4. Емельянов В.В., Курейчик В.М., Курейчик В.В. Теория и практика эволюционного моделирования. – М.: Физматлит, 2003.

Д.Ю. Кудрявцев, К.Е. Легков

СОСТАВ И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ LONG TERM EVOLUTION

ОАО НИИ «Рубин», г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: сети, станции, пользователи, терминал.

Технология Long Term Evolution является на сегодняшний момент самой перспективной и в отличие от конкурирующего стандарта WiMAX является дальнейшим развитием сетей UMTS (HSDPA/HSUPA). Сети, построенные на данной технологии, состоят из сетей радиодоступа E-UTRAN и базовой сети SAE(System Architecture Evolution) или EPC(Evolved Packet Core Network). В статье описаны основные достижения такой архитектуры, по сравнению с предыдущими поколениями, подробно раскрыты назначения основных элементов сети, построенной на данной технологии, и раскрыты основы защиты данных в сетях LTE.

D.Y. Kudryavtcev, K.E. Legkov

COMPOSITION AND METHODS OF PROTECTION NETWORK BASED ON THE LONG TERM EVOLUTION OF TECHNOLOGY

Public corporation research Institute of "Ruby", St. Petersburg

Keywords: network, stations, users, terminal.

Long Term Evolution technology is currently the most promising and unlike competing WiMAX standard is a further development of networks UMTS (HSDPA / HSUPA). Networks based on this technology, radio networks consist of E-UTRAN and the core network SAE (System Architecture Evolution) or EPC (Evolved Packet Core Network). The article describes the main achievements of this architecture, compared to previous generations, disclosed in detail the main elements of the destination network based on this technology, and disclosed basis for the protection of data in networks LTE.

LTE (Long Term Evolution) — новый стандарт сетей. В отличие от конкурирующего стандарта WiMAX, LTE является дальнейшим развитием сетей UMTS (HSDPA/HSUPA).

Сеть LTE состоит из двух важнейших компонентов: сети радиодоступа E-UTRAN и базовой сети SAE(System Architecture Evolution) или EPC(Evolved Packet Core Network).

Основным достижением такой архитектуры, по сравнению с предыдущими поколениями являются меньшие задержки при передаче, как пользовательских данных, так и управляющей информации в связи с прохождением через меньшее число промежуточных элементов.

Обмен данными в сети EPC происходит только по IP протоколу с коммутацией пакетов, что существенно отличает сеть LTE от сетей предыдущих поколений, в которых использовалась коммутация каналов между отдельными элементами. В данную сеть входят элементы, отвечающие за управление, маршрутизацию, коммутацию и хранение различных данных, о которых далее будет рассказано более подробно.

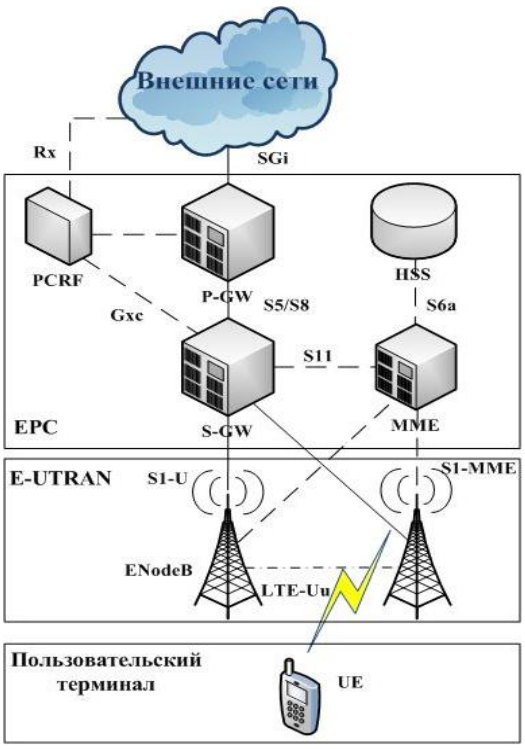


Рисунок 1. Архитектура сети LTE

Сеть E-UTRAN, состоящая из базовых станций (eNodeB) берет на себя функции радиоинтерфейса и является связующим звеном между пользовательскими терминалами(UE) и сетью EPC. Основной особенностью, отличающей сеть LTE от сетей других поколений, является то, что базовые станции ENodeB могут обмениваться между собой информацией по протоколу X2 и осуществлять функции управления. В сети LTE в одном элементе ENodeB объединены функции передатчика и контроллера.

В сети LTE существует два вида трафика: передача данных и передача сигнальной информации. На рис.1 они обозначены сплошной и пунктирной линиями соответственно.

Назначение основных элементов сети

Базовая станция (ENodeB) в сети LTE выполняет следующие функций:

1. Управление радиоресурсами (RRM-Radio Resource Management): распределение радиоканалов, динамическое распределение ресурсов в восходящих и нисходящих направлениях — так называемое диспетчеризация ресурсов.
2. Выбор блока управления мобильностью (MME) при включении в сеть терминала при отсутствии у того информации о прошлом подключении.
3. Измерение и составление соответствующих отчётов для управления мобильностью и диспетчеризации.
4. Маршрутизация в передаваемой плоскости пакетов данных по направлению к обслуживающему шлюзу(S-GW).
5. Диспетчеризация и передача вызывной и вещательной информации, полученной от блока управления мобильностью(MME).
6. Диспетчеризация и передача сообщений PWS (Public Warning System, система тревожного оповещения), полученных от блока управления мобильностью(MME).
7. Сжатие заголовков IP-пакетов, шифрование потока данных.

MME (Узел Управления Мобильностью — Mobility Management Entity) - это основной управляющий элемент в сети LTE. Он осуществляет функции управления. Имеет непосредственную связь с UE через протокол сигнализации вне уровня доступа(NAS –Non Access Stratum).

- сигнализация между сетью EPC и UE;
- сигнализация в случае если выполняет переход между различными сетями;
- выбор P- GW и S- GW;

- аутентификация: при регистрации UE в сети MME сравнивает его постоянный регистрационный номер с номером находящемся в базе данных HSS (Home Subscription Server) для проверки его подлинности.
- управление каналами на интерфейсах к другим элементам сети.

S-GW (Serving Gateway — обслуживающий шлюз)

Предназначен для обработки и маршрутизации пакетных данных поступающих из/в подсистему базовых станций. SGW маршрутизирует и направляет пакеты с пользовательскими данными, в то же время, исполняя роль узла управления мобильностью (mobility anchor) для пользовательских данных при хэндовере между базовыми станциями (ENodeB), а так же как узел управления мобильностью между сетью LTE и сетями с другими технологиями 3GPP. Когда UE свободен и не занят вызовом, S-GW подключает нисходящий канал данных (Down Link — DL) и производит пейджинг, если требуется передать данные по DL в направлении UE. Он управляет и хранит состояния UE (например требования по пропускной способности для IP-сервисов, внутреннюю информацию по сетевой маршрутизации). Он так же предоставляет копию пользовательских данных при узаконенном перехвате.

S-GW отвечает за выполнение следующих функций:

1. Выбор точки привязки (“якоря”) локального местоположения при передвижении.
2. Маршрутизация и перенаправление пакетов данных.
3. Формирование учётных записей пользователей и их идентификатора.

PGW (Пакетный шлюз — Packet Data Network Gateway)

Пакетный шлюз обеспечивает соединение от UE к внешним пакетным сетям данных, являясь точкой входа и выхода трафика для UE. UE может иметь одновременно соединение с более чем одним P-GW для подключения к нескольким сетям. PGW выполняет функции защиты, фильтрации пакетов для каждого пользователя, поддержку биллинга, узаконенного перехвата и сортирование пакетов. Другая важная роль P-GW — являться узлом управления мобильностью между 3GPP и не-3GPP технологиями, такими как WiMAX и 3GPP2 (CDMA 1X и EvDO).

P-GW обеспечивает выполнение следующих функций:

1. Распределение IP-адресов для UE.
2. Маркировка пакетов транспортного уровня в нисходящем направлении.

HSS (Home Subscriber Server — сервер абонентских данных сети)

HSS представляет собой большую базу данных и предназначен для хранения данных об абонентах. HSS служит для хранения следующей информации:

- пользовательских идентификаторов, номеров и адресной информации
- данные безопасности абонентов: информация для контроля доступа в сеть, аутентификации и авторизации
- информация о местоположении абонента на межсетевом уровне, т.е. если даже абонент покинет текущую сеть LTE оператора, то в HSS сохранится информация о том в какую сеть он перешел для его поиска в случае входящего звонка
- информация о профиле абонента

HSS также генерирует данные, необходимые для осуществления процедур шифрования, аутентификации и т.п.

Сеть LTE может включать один или несколько HSS.

Защита данных в LTE

Любое устройство, находящееся в IP-сети получает адрес, и иногда ему присваивается уникальный идентификатор MAC, хотя заметим, что изменение и подделка этого адреса не составляет труда. Технологии LTE учитывают не только применение IP-адресов, но также и системы позволяющей распространять ключи шифрования относительно тех устройств, которые имеют подключения к сети. Следовательно, все эти взаимодействия ведут к тому, что появляется возможность безопасного обмена информацией, благодаря установке шифрованного канала связующего их.

Литература:

1. Легков К.Е. Основные теоретические и прикладные проблемы технической основы системы управления специального назначения и основные направления создания

инфокоммуникационной системы специального назначения.// Телекоммуникации и транспорт. Вып. № 6. Москва, 2013. С. 43-47.

2. Легков К.Е. Методы оценки качества информационного обмена // Сборник трудов СКФ МТУСИ - 2009. Ростов-на-Дону: СКФ МТУСИ, 2009. С. 64-68.

3. Донченко А.А., Легков К.Е. Анализ эффективности применения алгоритмов динамического управления пропускной способностью канала //Сборник трудов СКФ МТУСИ - 2009. Ростов-на-Дону: СКФ МТУСИ, 2009. С. 69-72.

А.А. Локтев

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ МНОГОФАЗНЫХ ШУМОПОДОБНЫХ СИГНАЛОВ

Московский Технический Университет Связи и Информатики, Москва, Россия

Ключевые слова: радионавигация, псевдослучайные последовательности, многопозиционные последовательности максимального периода, М-последовательности, шумоподобный сигнал, корреляционная функция.

Описана возможность применения многозначных псевдослучайных последовательностей в спутниковых радионавигационных системах и проанализированы корреляционные свойства таких последовательностей.

A.A. Loktev

THE RESEARCH OF CORRELATION PROPERTIES OF MULTIPHASE PSEUDONOISE SIGNALS

Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow, Russia

Key words: radio navigation, pseudorandom sequence, multiphase maximum length sequence, M-sequence, pseudonoise signal, correlation function.

This article describes possibility of applying multiphase pseudonoise sequences in radio navigation systems and analyzes correlation properties of such sequences.

В системах связи и спутниковой радионавигации в настоящее время применяются двоичные или четверичные фазоманипулированные (ФМн) сигналы, формируемые на основе двоичных псевдослучайных последовательностей (ПСП) [1,2]. Вместе с тем, многофазные шумоподобные сигналы, формируемые на основе многозначных ПСП, обладают улучшенными корреляционными свойствами, по сравнению с двоичными. Поэтому их применение позволит уменьшить уровень внутрисистемных помех, упростить алгоритмы обработки сигналов и, следовательно, улучшить характеристики радиосистем. В соответствии с вышесказанным целью данной работы является обоснование и выявление количественного выигрыша в улучшении корреляционных характеристик многофазных сигналов, по сравнению с двухфазными.

Рассмотрим многофазный шумоподобный сигнал на длительности его периода *T*. Его комплексная огибающая формируется с использованием многопозиционной ПСП a_j, символы которой принадлежат множеству *{0,1,...,p-1}*, *p* – целое число, *j=0,1,...,(N-1)*, и имеет вид:

$$\dot{s}(t) = a\sum_{j=0}^{N-1} S(t - jT_э)\exp(\frac{j2\pi a_j}{p} + \varphi_0), \quad (1)$$

где *a* – размерный множитель, *N* – длина ПСП;

$$S(t) = \begin{cases} 1, 0 \le t \le T_э, \\ 0, t > T_э, \end{cases}$$

- прямоугольные импульсы с длительностью $T_э$.

С целью получения аналитических выражений для корреляционных функций комплексной огибающей многофазного сигнала воспользуемся общим выражением для этих функций [3], в которые подставим (1). Также будем учитывать, что корреляционные свойства таких огибающих могут быть описаны с использованием решетчатых функций, значения которых определяются корреляционными функциями применяемых. Рассматривая в дальнейшем только значения этих решетчатых функций и нумеруя эти значения символом k, запишем выражение для апериодической автокорреляционной функции (АКФ) комплексной огибающей сигнала

$$\chi(k) = 1/N \sum_{i=0}^{N-k-1} \exp(i2\pi a_l / p) \exp(-i2\pi a_{l+k} / p). \quad (2)$$

Периодическая АКФ комплексной огибающей описывается функцией:

$$\chi(k) = 1/N[\sum_{l=0}^{N-k-1} \exp(i2\pi a_l / p) \exp(-i2\pi a_{l+k} / p) + \sum_{l=N-k}^{N-1} \exp(i2\pi a_l / p) \exp(-i2\pi a_{l+k} / p)]. \quad (3)$$

Тогда действительная часть апериодической АКФ

$$\mathrm{Re}[\chi(k)] = \sum_{l=0}^{N-k-1} \cos(2\pi(a_l - a_{l+k}) / p), \quad (4)$$

а ее модуль

$$|\chi(k)| = 1/N[(\sum_{l=0}^{N-k-1} \cos(2\pi(a_l - a_{l+k}) / p))^2 + (\sum_{l=0}^{N-k-1} \sin(2\pi(a_l - a_{l+k}) / p)^2]^{1/2} . \quad (5)$$

Из выражений (2)…(5) следует, что корреляционные свойства многофазных сигналов определяются свойствами многозначных ПСП, применяемых для их формирования.

В качестве многозначных ПСП используем p-значные ПСП максимального периода. Такая последовательность может быть сформирована системой, состоящей из регистра сдвига с n ячейками памяти, К сумматоров по модулю p и контура обратной связи. Длина (период) ПСП максимального периода составляет $N=p^n-1$, где p – количество символов в алфавите ПСП.

Рассмотрим в качестве примера по формированию многозначной ПСП максимального периода систему, состоящую из $n=4$ ячеек памяти и К=1 сумматоров по модулю 2. Структурная схема соответствующего устройства приведена на рис. 1:

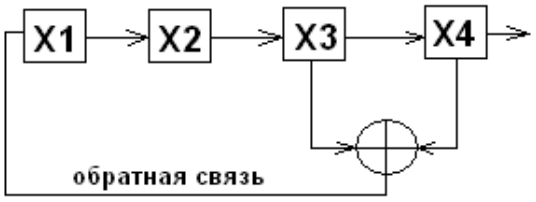


Рисунок 1. Пример структурной схемы устройства для генерирования последовательности максимального периода.

С каждым новым тактом содержимое регистра сдвигается на одну позицию вправо, а содержимое ячеек X3 и X4 суммируется. Результат суммирования по обратной связи подается на входную ячейку X1. Итоговая последовательность формируется на выходе ячейки X4. Пусть в начальный момент времени в ячейках записаны следующие двоичные значения:

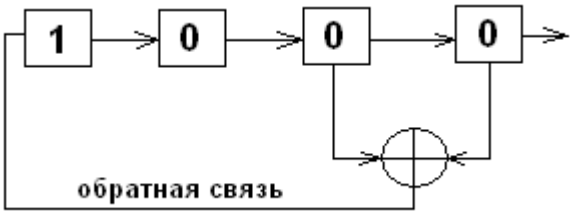


Рисунок 2. Значения ПСП, записанные в ячейки в начальный момент времени.

Тогда на выходе ячейки X4 при каждом новом такте будем иметь: 00010011001111. Длина (период) полученной ПСП равна 15. Она соответствует максимально возможному периоду ПСП, формируемому регистром сдвига с четырьмя ячейками памяти. Для формирования ПСП максимального периода при заданном числе ячеек регистра сдвига необходимо подбирать количество и расположение сумматоров в цепи обратной связи. Их количество и расположение определяется структурами неприводимых примитивных полиномов [4]. При формировании многозначных (*p*-ичных) ПСП в цепи обратной связи регистра сдвига применяются сумматоры по модулю *p*, а область значений символов ПСП соответствует множеству *{0,1,...,p-1)}*. Неприводимые примитивные полиномы строятся над простым полем Галуа.

Примеры расчета апериодических АКФ многофазных сигналов, формируемых на основе многозначных ПСП максимального периода, приведены на рис. 3(а),(б). На рис.3(а) показаны боковые пики АКФ двоичной ПСП (*p=2, N=511*), формируемой на основе полинома 100110001, а на рис. 3(б) – для пятеричной ПСП (*p=5, N=124*) с базовым полиномом 0 1 2.

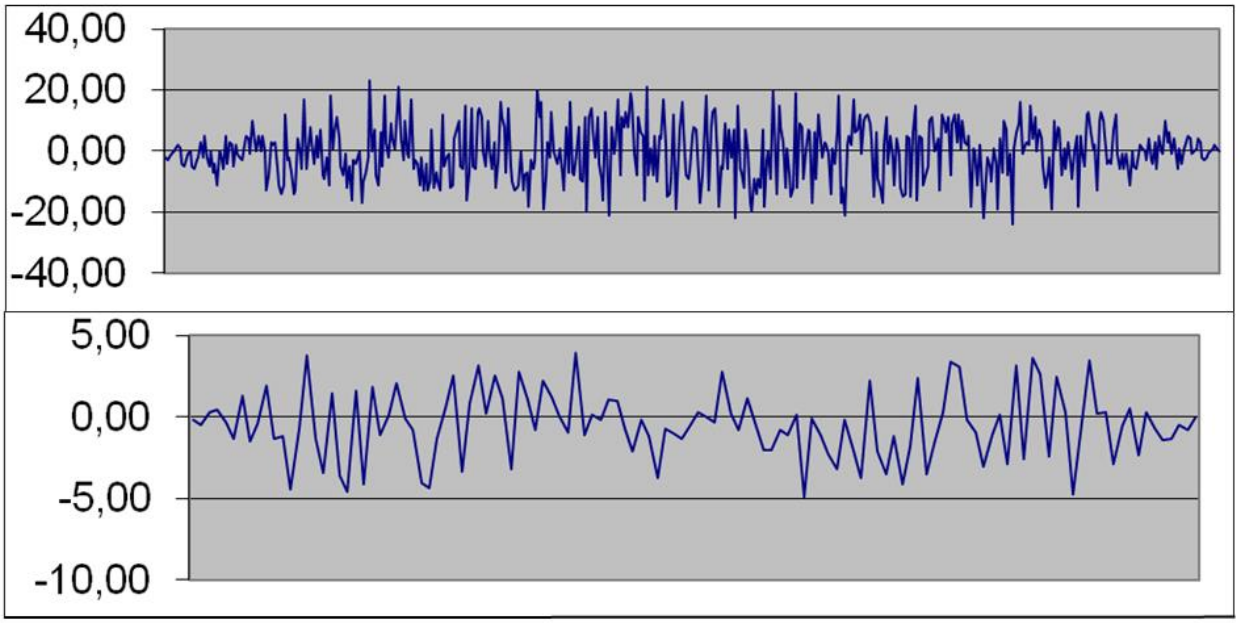


Рисунок 3(а),(б). Ненормированные апериодические АКФ ПСП.

Из анализа рис 3(а),(б) следует, что при выбранных значениях длин исследуемых ПСП максимальные пики их АКФ должны были бы отличаться примерно в 2 раза, так как длина выбранной 5-ричной ПСП в примерно в 4 раза меньше длины 2-ичной ПСП, но в действительности отличие составляет около 5 раз. Это означает, что отношение сигнал/(взаимная помеха) при когерентной обработке сигналов, при которой в приемнике вычисляются действительные части корреляционных функций, будет в примерно в 2 раза больше, чем при использовании двоичных ПСП.

Литература:

1. Ярлыков М.С.//Новости навигации. 2007. №3. С.12.

2. Betz J. W., Blanco M. A., Cahn Ch. R. // Proc. 19 th Int. Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation (ION GNSS 2006). Fairfax: ION, 2006. P. 2080.

3. Смирнов Н.И. Характеристики двумерных корреляционных функций сложных сигналов//Радиотехника, 1974,№12.

4. Канатова Л.В., Литвинов В.А, Финк Л.М. Быстрое корреляционное декодирование р-ичных кодов максимальной длины// Проблемы передачи информации, 1986, т.22, вып.2.

А.А. Лысиков

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦЫ ЗАДЕРЖКИ ПЕРЕДАЧИ ПАКЕТОВ ДЛЯ VPN С НЕВЛОЖЕННОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬЮ УЗЛОВ

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики

Ключевые слова: виртуальные частные сети VPN, теория сетевого анализа Network Calculus, сквозная функция обслуживания, LUDB-методология расчета граничной задержки, вложенная и невложенная последовательности сетевых узлов.

Показаны проблемы оптимизации распределения ресурсов современных мультисервисных пакетных сетей связи при реализации множества виртуальных частных сетей VPN. Рассматривается методология определения функции обслуживания (Least Upper Delay Bound, LUDB), позволяющая находить границу сквозной задержки с учетом конкурирующих потоков VPN. Показана возможность применения методологии LUDB для VPN с топологией невложенной последовательности узлов. Приведен алгоритм определения границы сквозной задержки для одного потока VPN, проходящего через 3 узла.

A.A. Lysikov

COMPUTING END-TO-END PACKET DELAY BOUND FOR VPN WITH NON-NESTED TANDEM

Povolzhskiy State University of Telecommunication and Informatics, Samara

Keywords: virtual private network VPN, Network Calculus, end-to-end service curve, LUDB methodology, nested tandem, non-nested tandem.

Considered problems of optimization of multiservice packet networks with the implementation of many VPN. Seen through the LUDB methodology (Least Upper Delay Bound) for computing end-to-end service curve. The possibility of applying the LUDB methodology for VPN topology with non-nested tandem. An algorithm for computing the end-to-end delay bound through a single stream of 3 nodes VPN.

При предоставлении услуги VPN в современных мультисервисных пакетных сетях оператору очень важно обеспечить гарантированное качество обслуживания QoS. Поэтому на этапе планирования новой сети VPN оператору необходимо определить сквозные характеристики таких сетей, прежде всего загрузку узлов и задержку передачи пакетов. Задача усложняется при совместной реализации нескольких VPN, так как в таком случае будут возникать конкурирующие потоки, занимающие определенные ресурсы узлов [1]. В работе [2] была предложена методология LUDB (Least Upper Delay Bound), позволяющая определять верхнюю границу задержки передачи пакетов через последовательность сетевых узлов при наличии конкурирующих потоков трафика.

LUBD-методология основана на теории сетевого анализа (Network Calculus) [3], в которой поток моделируется функцией поступления, а характер политики и механизмов обслуживания трафика в узле – функцией обслуживания. Зная поступающий и обслуженный потоки, которые получают путем прямых измерений в системе, используя операции (max,+)-свертки или (min,+)-свертки можно определить верхнюю или нижнюю границы задержки обслуживания заявок и загрузки системы в каждый момент времени. В [4] было показано применение LUDB-методологии для нахождения границы задержки для одного потока VPN, проходящего через последовательность 3-х узлов. LUDB методология может быть также применена для определения сквозной границы задержки в VPN с невложенными потоками трафика.

В зависимости от типа конкурирующих потоков (параллельные или перекрестные) LUDB методология разделяет последовательность узлов на два типа: вложенную и невложенную. Вложенной является последовательность узлов, через которую проходят параллельные потоки, когда путь, пройденный одним потоком, полностью включен в путь другого потока. Например, на рис. 1(а) изображена последовательности узлов, в которой путь потока $C_{(3,3)}$ полностью включен в путь потока $B_{(2,3)}$, который в свою очередь полностью включен в путь потока $A_{(1,3)}$. Невложенной является поледовательность, через которую проходят перекрестные потоки. Пример такой последовательности изображен на рис. 1 (б), где путь потока $C_{(1,2)}$, проходящего через узлы 1 и 2 пересекается в узле 2 с путем потока $B_{(2,3)}$, проходящего через узлы 2 и 3.

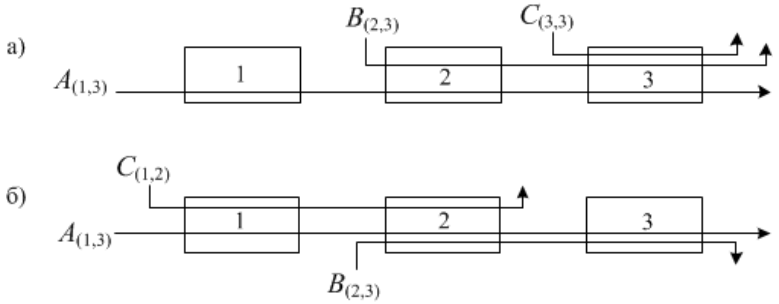


Рисунок 1. Пример вложенной (а) и невложенной (б) цепи узлов VPN

Из-за наличия в узлах пересечений конкурирующих потоков LUDB методология не позволяет определить непосредственно сквозную границу задержки для интересующего потока VPN в отличие от ее применения к вложенной последовательности узлов VPN в [3]. Однако если разбить невложенную последовательность узлов на сегменты так, чтобы в каждом сегменте не было пересечений потоков в узлах, то данная методология позволяет вычислить частные границы задержки для каждого сегмента в отдельности, которые затем в совокупности дают сквозную границу задержки.

Рассмотрим алгоритм определения границы задержки для невложенной последовательности узлов, приведенной на рисунке 2. Допустим, что в каждом узле последовательности потоки обслуживаются в порядке FIFO, трафик формируется по алгоритму «дырявое ведро». Функцию поступления входящего в узел потока обозначим как $\alpha^{k}_{Z(i,j)}$, где индекс $Z_{(i,j)}$ обозначает поток, которому соответствует данная кривая поступления, а i и j обозначают, соответственно, номер узла, в который вошел рассматриваемый поток, и номер узла, из которого он вышел

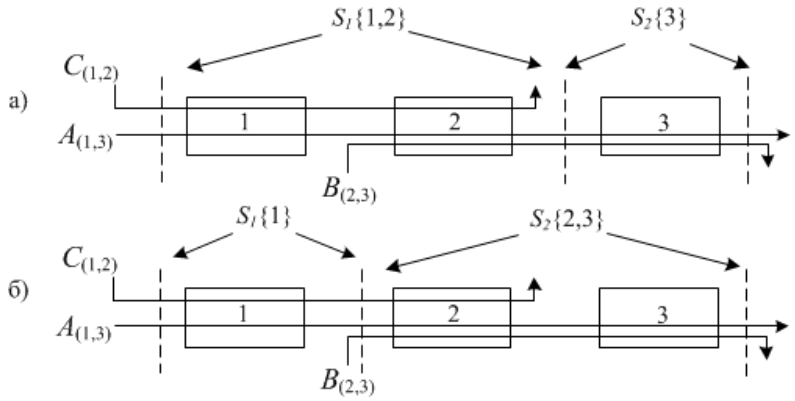


Рисунок 2. Применение методологии LUDB для 3-х узлов VPN с невложенными потоками.

Функция поступления при условии формирования трафика по алгоритму «дырявое ведро» будет характеризоваться параметрами скоростью $\sigma_{Z(i,j)}$ и запаздыванием $\rho_{Z(i,j)}$, а функция

обслуживания узла β^k будет характеризоваться аналогичными параметрами: скоростью R^k и запаздыванием θ^k (где k - номер узла).

Разобьем последовательность узлов на сегменты так, чтобы в каждом сегменте не было пересечений потоков. Полученные сегменты будем обозначать $S_l\{i, j\}$, где l обозначает номер сегмента, а i и j соответственно номера первого и последнего узла, входящих в сегмент. Разбиение для невложенной последовательности узлов (рис. 2) можно произести 2-мя способами: разбить на сегменты $S_1\{1, 2\}$ и $S_2\{3\}$, либо на сегменты $S_1\{1\}$ и $S_2\{2, 3\}$. Рассмотрим оба способа.

Вычислим сквозную границу задержки d^a для потока $A_{(1,3)}$ при разбиении последовательности узлов VPN на сегменты $S_1\{1, 2\}$ и $S_2\{3\}$ (рис. 2(а)). Алгоритм вычисления будет следующим:

а) вычисление верхней границы задержки $d_{\{1,\,2\}}$ для сегмента $S_1\{1, 2\}$;

б) вычисление кривых поступления $\alpha^3_{A(1,3)}$ и $\alpha^3_{B(2,3)}$ соотвественно для потоков $A_{(1,\,3)}$ и $B_{(2,\,3)}$ в узле 3;

в) вычисление границы задержки $d_{\{3\}}$ для сегмента $S_2\{3\}$, которая может быть вычислена как горизонтальное расстояние между суммой кривых поступления и кривой кривой обслуживания узла 3, т.е. $d_{\{3\}} = h(\alpha^3_{A(1,3)} + \alpha^3_{B(2,3)}, \beta^3)$;

г) вычисление сквозной границы задержки для всей последовательности узлов VPN как сумма задержек сегментов $S_1\{1, 2\}$ и $S_2\{3\}$, т.е. $d^a = d_{\{1,2\}} + d_{\{3\}}$.

Результатом будет (подробные вычисления приведены в [2]):

1) Если $R^1 + \rho_{(2,3)} < R^2$, то

$$d^a_1 = \theta^1 \cdot \left[1 + \frac{\rho_{(1,3)}}{R^3} \cdot \left(1 + \frac{\rho_{(2,3)}}{R^2}\right)\right] + \theta^2 \cdot \left(1 + \frac{\rho_{(2,3)} + \rho_{(1,3)}}{R^3}\right) + \theta^3 + \frac{\sigma_{(1,2)}}{R^3} \cdot \left(\frac{\rho_{(2,3)}}{R^2} + \frac{R^3 + \rho_{(1,3)}}{R^1}\right) +$$

$$+ \frac{\sigma_{(1,3)}}{R^3} \cdot \left(1 + \frac{\rho_{(2,3)}}{R^2}\right) + \frac{\sigma_{(1,3)}}{R^1} + \frac{\sigma_{(2,3)}}{R^2} \cdot \left(1 + \frac{R^2 + \rho_{(1,3)}}{R^3}\right).$$

2) Если $R^1 + \rho_{(2,3)} > R^2$, то

$$d^a_2 = \theta^1 \cdot \left[1 + \frac{\rho_{(1,3)}}{R^3} \cdot \left(1 + \frac{\rho_{(2,3)}}{R^2}\right)\right] + \theta^2 \cdot \left(1 + \frac{\rho_{(2,3)} + \rho_{(1,3)}}{R^3}\right) + \theta^3 +$$

$$+ \frac{\sigma_{(1,2)}}{R^2} \cdot \left[\frac{\rho_{(2,3)}}{R^3} + \left(1 + \frac{\rho_{(1,3)}}{R^3}\right) \cdot \left(1 + \frac{\rho_{(2,3)}}{R^1}\right)\right] + \frac{\sigma_{(1,3)}}{R^2} \cdot \left(1 + \frac{\rho_{(2,3)}}{R^2} + \frac{R^2 + \rho_{(2,3)}}{R^3}\right) + \frac{\sigma_{(2,3)}}{R^2} \cdot \left(1 + \frac{R^2 + \rho_{(1,3)}}{R^3}\right).$$

Вычислим сквозную границу задержки d^b для потока $A_{(1,3)}$ при разбиении последовательности узлов VPN на сегменты $S_1\{1\}$ и $S_2\{2,3\}$ (рис. 2 (б)). Алгоритм вычисления будет следующим:

а) вычисление границы задержки $d_{\{1\}}$ для сегмента $S_1\{1\}$ как горизонтальное расстояние между сумой кривых поступления и кривой обслуживания узла 1, т.е. $d_{\{1\}} = h(\alpha^1_{A(1,3)} + \alpha^1_{C(1,2)}, \beta^1)$;

б) вычисление кривых поступления $\alpha^1_{A(1,3)}$ и $\alpha^1_{C(1,2)}$ соотвественно для потоков $A_{(1,\,3)}$ и $C_{(1,\,2)}$ в узле 2;

в) вычисление верхней границы задержки $d_{\{2,\,3\}}$ для сегмента $S_1\{2, 3\}$;

г) вычисление сквозной границы задержки для всей последовательности узлов VPN как сумма задержек сегментов $S_1\{1\}$ и $S_2\{2, 3\}$, т.е. $d^b = d_{\{1\}} + d_{\{2,3\}}$.

Результатом будет (подробные вычисления приведены в [2]):

1) Если $R^3 + \rho_{(1,2)} < R^2$, то

$$d_1^b = \theta^1 \cdot \left(1 + \frac{\rho_{(1,2)}}{R^2} + \frac{\rho_{(1,3)}}{R^3}\right) + \theta^2 + \theta^3 + \frac{\sigma_{(1,2)}}{R^1} \cdot \left(1 + \frac{\rho_{(1,3)}}{R^3}\right) + \frac{\sigma_{(1,2)}}{R^2} + \frac{\sigma_{(1,3)}}{R^1} \cdot \left(1 + \frac{\rho_{(1,2)}}{R^2}\right) + \frac{\sigma_{(1,3)}}{R^3} + \frac{\sigma_{(2,3)}}{R^3}.$$

2) Если $R^3 + \rho_{(1,2)} > R^2$, то

$$d_2^b = \theta^1 \cdot \left[1 + \frac{\rho_{(1,2)}}{R^2} + \frac{\rho_{(1,3)}}{R^3} \cdot \left(1 + \frac{\rho_{(2,3)}}{R^3}\right)\right] + \theta^2 + \theta^3 + \frac{\sigma_{(1,2)}}{R^1} \cdot \left[1 + \frac{\rho_{(1,3)}}{R^2} \cdot \left(1 + \frac{\rho_{(2,3)}}{R^3}\right)\right] + \frac{\sigma_{(1,2)}}{R^2} +$$

$$+ \frac{\sigma_{(1,3)}}{R^1} \cdot \left(1 + \frac{\rho_{(1,2)}}{R^2}\right) + \frac{\sigma_{(1,3)}}{R^2} \cdot \left(1 + \frac{\rho_{(2,3)}}{R^3}\right) + \frac{\sigma_{(2,3)}}{R^2} \cdot \left(1 + \frac{\rho_{(2,3)}}{R^3}\right).$$

В итоге сквозной границей задержки d для потока $A_{(1,3)}$ рассмотренной VPN будет совокупность сквозных границ задержек d^a и d^b, т. е. $d = d^a \wedge d^b$.

Литература:

1. Росляков А. В., Лысиков А. А. Применение теории стохастических сетевых исчислений к анализу характеристик VPN // T-Comm. Телекоммуникации и транспорт. – 2013. - №7. – С. 106–108.
2. Lenzini L., Mingozzi E., Stea G. A Methodology for Computing End-to-end Delay Bounds in FIFO-multiplexing Tandems // Elsevier Performance Evaluation. – 2008. – V. 65.–P. 922–943.
3. Cruz R. L. A calculus for network delay/ Part I, II // IEEE Trans. Information Theory. – 1991. – V. 37(1). – P.114–141.
4. Лысиков А.А. Использование LUDB-методологии для определения сквозной функции обслуживания виртуальной частной сети // VI-Международная молодежная научно-практическая конференция СКФ МТУСИ «ИНФОКОМ-2013, Ростов-на-Дону, 2013. – С. 133–136.

А.В. Мальцева, О.Г. Шерстнева

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ VPN

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики» Уральский технический институт связи и информатики (филиал), г. Екатеринбург, Россия

Ключевые слова: технология, виртуальные частные сети, передача данных, защита, современные информационные системы, сетевая гибкость, высокая информационная безопасность.

Применение технологии виртуальных частных сетей (VPN, Virtual Private Network) призвано помочь с решением задач об организации внутриведомственных сетей передачи данных, защиты информации от несанкционированного доступа. На сегодняшний день в современных информационных системах наблюдается широкое внедрение технология VPN, на основе которой объединяются все подразделения и филиалы организации, что обеспечивает достаточную сетевую гибкость и одновременно высокую информационную безопасность

A.V. Maltseva, O.G. Sherstneva

MODERN TRENDS OF VPN

Federal State Budget Institution of Higher Professional Education "Siberian State University of Telecommunications and Informatics" Ural Technical Institute of Communications and Informatics (Branch), Ekaterinburg, Russia

Keywords: technology, virtual private networks, data transmission security, advanced information systems network flexibility, high information security.

Application of technology of virtual private networks (VPN, Virtual Private Network) is intended to help with the tasks of the organization intra data networks, protect information from unauthorized access. Today in modern information systems there is a wide adaptation of technology VPN, on which all units are combined and branches organization that provides sufficient flexibility to network and high information security….

Современное развитие информационных технологий и, в том числе сети Internet, способствует развитию способов и методов защиты пользовательской конфиденциальной информации, передаваемой в рамках распределенной корпоративной сети. В свою очередь распределенные корпоративные сети используют сети незащищенного открытого доступа, такие как сеть Internet.

Любой корпоративной или государственной организации рано или поздно приходится решать вопрос об организации внутриведомственной сети передачи данных, а, следовательно, и решать вопрос защиты этой информации от несанкционированного доступа. Не каждая фирма или организация может позволить себе иметь собственные каналы доступа. Применение технологии виртуальных частных сетей (VPN, Virtual Private Network) призвано помочь с решением этих задач. На сегодняшний день в современных информационных системах наблюдается широкое внедрение технология VPN, на основе которой объединяются все подразделения и филиалы организации, что обеспечивает достаточную сетевую гибкость и одновременно высокую информационную безопасность.

Виртуальная частная сеть (VPN) строится на основе логических соединений между определенными корпоративными пользователями через сеть общего пользования. При этом сеть общего пользования использует пакетный вид коммутации. Корпоративные пользователи на логическом уровне изолированы от других пользователей одной и той же сети. VPN обеспечивает информационную безопасность и секретность, также как в традиционной частной сети. Но при этом стоимости передачи единицы информации сохраняется такой же, как в сети общего пользования. Таким образом, услуга создания VPN сети востребована многими корпоративными пользователями, которые не имеют собственных сетевых ресурсов, но желают создать собственную экономичную и доступную информационную структуру. В число таких организаций входят как органы государственной власти, так и различные бюджетные организации.

Отличительной особенностью технологии VPN является использование сети Internet в качестве магистрали для передачи корпоративного IP-трафика. Сети VPN предназначены для решения задач подключения конечного пользователя к удаленной сети и соединения нескольких локальных сетей. Структура VPN включает в себя каналы глобальной сети, защищенные протоколы и маршрутизаторы.

Реализация виртуальных частных сетей (VPN) базируется на трех методах:

- туннелирование;
- шифрование;
- аутентификация.

Принцип работы метода туннелирования заключается в следующем, VPN-устройство располагается между внутренней сетью и сетью Internet на каждом конце соединения. Когда данные передаются через VPN, они исчезают «с поверхности» в точке отправки и вновь появляются только в точке назначения. Этот процесс и принято называть «туннелированием».

Туннелирование (tunneling), или инкапсуляция (encapsulation) - это способ передачи полезной информации через промежуточную сеть. Такой информацией могут быть кадры (или пакеты) разных протоколов. При инкапсуляции кадр не передается в сгенерированном узлом-

отправителем виде, а снабжается дополнительным заголовком. Заголовок содержит информацию о маршруте, позволяющую инкапсулированным пакетам проходить через промежуточную сеть (Internet). На конце туннеля кадры деинкапсулируются и передаются получателю.

Процесс, включающий инкапсуляцию и передачу пакетов, называется туннелирование. Логический путь передвижения инкапсулированных пакетов в транзитной сети называется туннелем. Это означает создание логического туннеля в сети Internet, который соединяет две крайние точки. Благодаря туннелированию частная информация становится невидимой для других пользователей сети Internet. Прежде чем попасть в интернет-туннель, данные шифруются, что обеспечивает их дополнительную защиту.

Для того, чтобы убедиться, что данные не были прочитаны или изменены, применяют различные методы аутентификации и шифрования.

Для аутентификации пользователей PPTP (Point-to-Point Tunelling Protocol) применяется множество протоколов. Лучшими считаются протоколы MSCHAP версии 2 и Transport Layer Security (EAP-TLS), поскольку они обеспечивают взаимную аутентификацию, т.е. VPN-сервер и клиент идентифицируют друг друга. Во всех остальных протоколах только сервер проводит аутентификацию клиентов.

Аутентификация осуществляется либо отрытым тестом (clear text password), либо по схеме запрос/отклик (challenge/response). С прямым текстом все просто. Клиент посылает серверу пароль. Сервер сравнивает это с эталоном и либо запрещает доступ, либо говорит «добро пожаловать». Открытая аутентификация практически не встречается.

Схема запрос/отклик намного более продвинута и перспективна в плане ее развития. В общем виде она выглядит так:

- клиент посылает серверу запрос (request) на аутентификацию;
- сервер возвращает случайный отклик (challenge);
- клиент снимает со своего пароля хеш. Хешем называется результат хеш-функции, которая преобразовывает входной массив данных произвольной длины в выходную битовую строку фиксированной длины. Далее шифрует им отклик и передает его серверу;
- выполнение сервером аналогичной операции, и далее выполнение операции сравнения полученного результата с ответом клиента;
- при совпадении зашифрованного отклика клиента и сервера, аутентификация считается успешной.

Использование в VPN шифрования данных с помощью PPTP гарантирует, что никто не сможет получить доступ к данным при пересылке через сеть Internet. В настоящее время поддерживаются два метода шифрования:

- Протокол шифрования MPPE (Microsoft Point-to-Point Encryption) совместимый только с MSCHAP (версии 1 и 2);
- EAP-TLS, умеющий автоматически выбирать длину ключа шифрования при согласовании параметров между клиентом и сервером.

MPPE поддерживает работу с ключами длиной 40, 56 или 128 бит. Старые операционные системы Windows поддерживают шифрование с длиной ключа только 40 бит, поэтому в смешанной среде Windows следует выбирать минимальную длину ключа.

Протокол MMPE разрабатывался для каналов связи точка-точка, в которых пакеты передаются последовательно, и потеря данных очень мала. В этой ситуации значение ключа для очередного пакета зависит от результатов дешифрации предыдущего пакета. При построении виртуальных сетей через сети общего доступа эти условия соблюдать невозможно, так как пакеты данных часто приходят к получателю не в той последовательности, в какой были отправлены. Поэтому PPTP использует для изменения ключа шифрования порядковые номера пакетов. Это позволяет выполнять дешифрацию независимо от предыдущих принятых пакетов.

Оба протокола реализованы в Microsoft Windows. Таким образом, связка «туннелирование + аутентификация + шифрование» позволяет передавать данные между двумя точками через сеть общего пользования, моделируя работу частной (локальной) сети. Иными словами, рассмотренные средства позволяют построить виртуальную частную сеть.

Дополнительным преимуществом и достоинством VPN-соединения является возможность использования системы адресации, принятой в локальной сети.

Основным недостатком сетей VPN является отсутствие современных и апробированных стандартов применения аутентификации и обмена шифрованной информацией. Эти стандарты все еще находятся в стадии разработки, усовершенствования, апробирования и потому продукты различных производителей не могут устанавливать VPN-соединения и автоматически обмениваться ключами. Данная проблема влечет за собой медленное распространение VPN сетей на российском рынке телекоммуникаций, поскольку заставить различные компании пользоваться продукцией только одного производителя затруднительно, а потому затруднен и процесс объединения сетей компаний-партнеров в так называемые, extranet-сети.

Механизмом построения сетей VPN является протокол Internet Protocol Security (IPSec). IPSec описывает все стандартные методы VPN. Этот протокол определяет методы идентификации при инициализации туннеля, методы шифрования, используемые конечными точками туннеля и механизмы обмена и управления ключами шифрования между этими точками. Протоколы шифрования бывают самые разные. Все зависит от того, какой протокол туннелирования поддерживается тем или иным VPN-решением. Таким образом, одним из основных недостатков использования протокола IPSec является его ориентация на IP.

Еще одной важной характеристикой VPN-решений является диапазон поддерживаемых протоколов аутентификации. Большинство популярных продуктов работают со стандартами, основанными на использовании открытого ключа, такими как X.509. Это означает, что, усилив свою виртуальную частную сеть соответствующим протоколом аутентификации, можно гарантировать, что доступ к защищенным туннелям получат только известные вам абоненты.

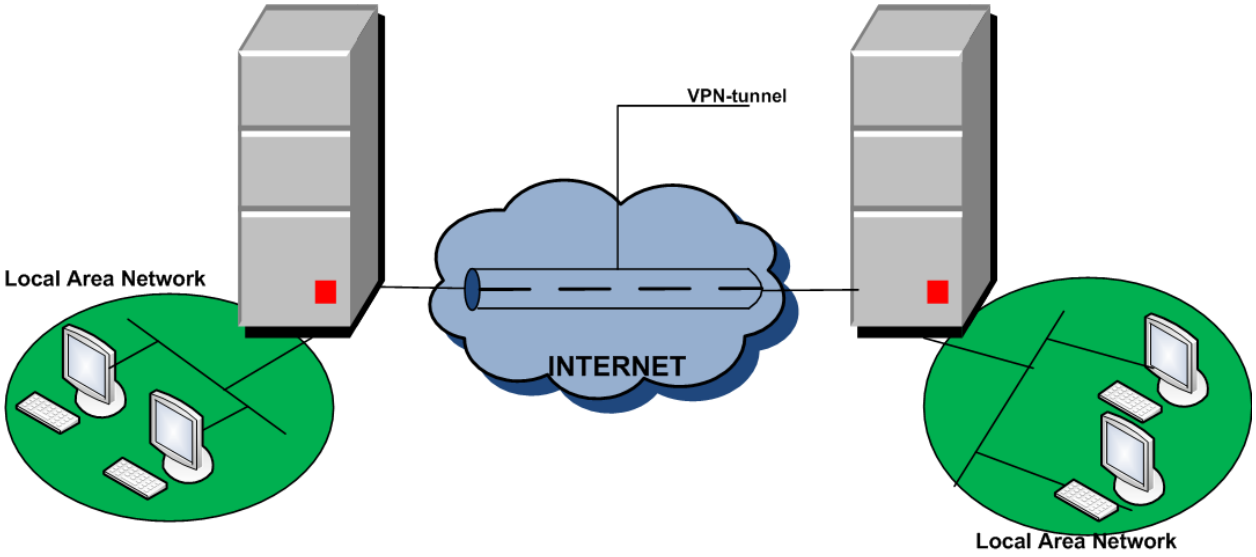


Рисунок 1. Принцип работы технологии VPN

Виртуальные частные сети имеют несколько преимуществ над традиционными частными сетями. Главные из них - экономичность, гибкость и удобство использования.

По мере своего развития VPN превратятся в системы взаимосвязанных сетей, которые будут соединять мобильных пользователей, торговых партнеров и поставщиков с критически важными корпоративными приложениями, работающими в протоколе IP. VPN станут фундаментом для новых коммерческих операций и услуг, которые будут стимулировать рынок и помогать модернизировать производство.

Вероятно, первым из основных компонентов завтрашних VPN станет сервер каталогов, содержащий профили конечных пользователей и данные о конфигурации сети. Сервер каталогов это отдельная компания, управляемая провайдером VPN. При наличии сетевых каталогов и обеспечении безопасности информации и качества обслуживания конечные пользователи смогут практически мгновенно устанавливать соединения по VPN.

Вполне возможно, что будет использоваться протокол IpV6, работы над которым активно продолжаются. Данный протокол обладает всеми возможностями взаимодействия с VPN, какие только могут пожелать сетевые разработчики, в частности, управление полосой пропускания,

определение принадлежности IpV6-пакетов к конкретному потоку (например, высший приоритет будут получать пакеты мультимедийных данных для передачи в реальном времени).

К современным тенденциям развития архитектуры VPN относятся технологии безопасной передачи не только данных, но и голосовых сообщений, видеоприложений. Особое внимание уделяется рассмотрению решений по упрощению построения, введения в эксплуатацию, по настройке и масштабированию крупных сетей VPN. Предполагается, что с помощью объединения разных технологий VPN поступят предложения о внедрении новых телекоммуникационных, информационных услуг.

Однако, к оборудованию, поддерживающему подобную функциональность, предъявляются строгие требования не только по шифрованию, но и по поддержке качества сетевого обслуживания, например, режима групповой рассылки, характерного для мультимедиа-приложений. Также особые требования будут предъявляться к построению и выбору различных сетевых топологий и возможностям по обеспечению надежности соединений, соблюдению современных требований, предъявляемых к структурной надежности сети.

В целом же технология VPN заслуживает пристального внимания, изучения зарубежного опыта внедрения, оценок экспертных комиссий, а также отзывов потребителей телекоммуникационных услуг.

Литература:

1. CCNP Security Secure 642-637 Official Cert Guide2011.
2. Сетевые решения A-Z; VPN и IPSec. на пальцах, статья, Dru Lavigne, инструктор Market bridge Technologies в Оттаве и администратор Open Protocol Resource.
3. Росляков А.В. Виртуальные частные сети. – Экзотрендз Москва, 2006. – 300с.
4. http://fengnet.com/book/vpnconf/ch02.html

Э.Л. Портнов, Э.Х. Мариносян

ВЛИЯНИЕ ЧИРПИРОВАНИЯ НА УШИРЕНИЕ ИМПУЛЬСА

Московский технический университет связи и информатики, г. Москва, Россия

Ключевые слова: хроматическая дисперсия, коэффициентом битовых ошибок, битовая скорость, потери на хроматическую дисперсию, уширение импульса, чирпированный импульс.

При увеличении скорости передачи и длины регенерационного или усилительного участка, два важных параметра ограничивают эту длину: затухание сигнала и дисперсия. Цифровые системы передачи также характеризуются коэффициентом битовых ошибок (КБО). Хотя КБО = 10^{-9} соответствует в среднем одной битовой ошибке на миллиард бит, большинство систем работают на КБО 10^{-12} - 10^{-15}.

Произведение битовой скорости и времени задержки сигнала должно быть меньше единицы. Время задержки зависит от многих факторов, но оно должно быть меньше битового периода, при этом потери на хроматическую дисперсию не должны превышать значений, при которых коэффициент битовых ошибок не должен быть больше значения 10^{-9}. Применяя чирпирование можно увеличить длину усилительного или регенерационного участка в $\sqrt{2}$ раз.

Предложенные решения расчета уширения битового интервала позволяют на основании требований к потерям на хроматическую дисперсию решить задачу по выбору скорости передачи и длины участка регенерации при применении чирпирования.

E.L. Portnov, E.Kh. Marinosyan

INFLUENCE CHIRP ON PULSE BROADENING

Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow

Keyworld: chromatic dispersion, bit error rate, bit rate, losses on chromatic dispersion, pulse broadening, a chirped pulse.

By increasing the rate and length of regeneration or amplifier section, two important parameters limit its length: signal attenuation and dispersion. Digital transmission systems also are characterized by the bit error rate (BER). Though BER = 10^{-9} corresponds to an average of one bit error per billion bits, most systems have the BER 10^{-12} - 10^{-15}.

The product of the bit rate and the signal delay time should be less than unity. The delay time depends on many factors, but it should be less than the bit period, and at the same time the loss to chromatic dispersion must not exceed the values at which the bit error rate should not be greater than the value of 10^{-9}. Applying chirping can increase the length of amplifier or regeneration area in $\sqrt{2}$ times.

The proposed solutions for broadening of bit interval allow (taking into account the requirements to chromatic dispersion's losses) to solve the problem by selecting the transmission rate and the length of regeneration when chirping is used.

Согласно [1-4] мерой любой телекоммуникационной системы является произведение $B \cdot L$, где B – скорость передачи, Гбит/с, а L – расстояние между усилителями, км.

При увеличении скорости передачи два важных параметра ограничивают длину регенерационного или усилительного участков: затухание сигнала и дисперсия. Цифровые системы передачи характеризуются также коэффициентом битовых ошибок (КБО). Хотя КБО = 10^{-9} соответствует в среднем одной битовой ошибке на миллиард бит, большинство систем работают на КБО = 10^{-12} - 10^{-15}.

Свяжем битовую скорость B со временем задержки сигнала ΔT. Время задержки зависит от многих факторов, но оно должно быть меньше битового периода $B = 1/T_\delta$. В этом случае получим соотношение:

$$B\Delta T < 1 \tag{1}$$

Согласно известным решениям [1] задержка определяется формулой:

$$\Delta T = D\Delta\lambda L, \text{ пс} \tag{2}$$

где

$D = -\frac{2\pi c}{\lambda^2}\beta_2$ – усредненный параметр, $\frac{\text{нс}}{\text{нм·км}}$ (3)

$\Delta\lambda$ – среднеквадратичная величина на ½ уровня источника сигнала
c – скорость света в вакууме, км/с
λ – длина волны, нм
β_2 – дисперсия групповых скоростей, $\text{нс}^2/\text{км}$

Учитывая соотношение (1) получим:

$$B|D|\Delta\lambda L < 1 \tag{4}$$

Так для выражения (4)

$$l_{д_1} = T_\delta / D\Delta\lambda, \text{ км} \tag{5}$$

А по дисперсии групповых скоростей β_2

$$l_{д_2} = T_\delta{}^2/8\beta_2 \quad (6)$$

В результате при использовании гауссовского импульса, уширение вносит определенный вклад в импульс, не изменяя его форму.

$$\frac{T_1}{T_0} = \sqrt{1 + \left(\frac{l}{l_д}\right)^2} \quad (7)$$

Для одного и того же решения

при $l = l_д$

$$\frac{T_1}{T_0} = \sqrt{2}$$

Это соответствует дополнительным потерям на дисперсию, равным 1,5 *дБ*.

Данные результаты относятся к формату модуляции NRZ (невозврата к нулю). Для того, чтобы учесть форматы модуляции, вводится значение dм:

$l_{д_1} = T_\delta \mathrm{d_м}/\mathrm{D}\Delta\lambda$, км и $l_{д_2} = T_\delta{}^2 \mathrm{d_м}{}^2/8\beta_2$

При $\mathrm{d_м} = 0{,}5$ дисперсионная длина уменьшается в 2 раза.

Полученные результаты связаны с уширением импульса и через Q-параметр (оптический).

$$\frac{T_1}{T_0} = \sqrt{1 + \left(\frac{1{,}85}{Q_0^2}\right)^2}$$

где $Q_0^2 = \sqrt{Q_э}$.

Параметр Q связан с коэффициентом битовой ошибки. Так, для вероятности ошибки 10^{-10} $Q_э = 6{,}4$ следует взять параметр $Q_э$ с электрическим значением отношения сигнал/шум. Это отношение особенно простое, когда в приемнике доминирует термический шум (в PIN-приемнике). В этом случае *SNR=4* $Q_э{}^2$ и понятие $Q_э$ интерпретируется как 164 или $20\log(2Q) = 22{,}2$ *дб* в электрической части приемника. Вместе с тем $Q_э{}^2 = 20\log(Q_э) = 16{,}2$ *дб* – минимальное значение в электрической части.

Согласно [1] потери на хроматическую дисперсию не должны превышать значений, при которых коэффициент битовых ошибок не должен быть больше значений 10^{-9}.

В этом случае допустимое значение уширения битового интервала должно быть не больше $T_\delta/4$.

Для чирпированных импульсов уширение согласно [1] определяется выражением:

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_0} = \sqrt{\left(1 + \frac{Cl}{l_д}\right)^2 + \left(\frac{l}{l_д}\right)^2}$$

где $\sigma_0 = T_0/\sqrt{2} = T_\delta/4$ и $1 > \left|Cl/l_д\right|$ (β_2 берется со знаком (-))

Известно, что:

$\sqrt{(A)^2 + (B)^2} = 0{,}96A + 0{,}4B$ при $A > B$ и $\sqrt{(A)^2 + (B)^2} = 0{,}4A + 0{,}96B$, при $A < B$ ошибка не превышает *4%*.

При $c > 0$ $\left(1 - \frac{Cl}{l_д}\right) < \frac{l}{l_д}$

В этом случае:

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_0} = 0{,}4 + \frac{l}{l_д}(0{,}4C + 0{,}96)$$

При $c < 0$ $\left(1 + \frac{Cl}{l_д}\right) > \frac{l}{l_д}$

В этом случае:

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_0} = 0{,}96 + \frac{l}{l_д}(0{,}96C + 0{,}4)$$

Для нечерпированного импульса используется выражение [7].
Определим за счет чего увеличивается или уменьшается ширина импульса.
При $C > 0$ и для нечерпированного импульса $1 > \frac{l}{l_д}$

$$\sigma_1 = \frac{T_\delta}{4}\left[0{,}4 + \frac{l}{l_д}(0{,}4C + 0{,}96)\right]$$

$$\frac{T_1}{T_0} = 0{,}96 + 0{,}4\frac{l}{l_д}\left[0{,}4 + \frac{l}{l_д}(0{,}4C + 0{,}96)\right]$$

При $C < 0$ и для нечерпированного импульса $1 > \frac{l}{l_д}$

$$\frac{T_1}{T_0} = 0{,}96 + 0{,}4\frac{l}{l_д}\left[0{,}96 + \frac{l}{l_д}(0{,}96C + 0{,}4)\right],$$

Предварительная проверка полученных решений дает подтверждение правильности представленных приближений.

Литература:

1. Г. Агравал. Нелинейная волоконная оптика. – М.: Мир, 1996, 323 с.

2. А.В. Листвин, В.Н. Листвин, Д.В. Швырков. Оптические волокна для линий связи. – М.: ВЭЛКОМ, 2003, 296 с.

3. В.Н. Гордиенко, В.В. Крухмалев, А.Д. Моченов, Р.М. Шарафутдинов. Оптические телекоммуникационные системы. – М.: «Горячая линия-Телеком». – 2011, 368 с.

4. Э.Л. Портнов. Принципы построения первичных сетей и оптические кабельные линии связи. – М.: «Горячая линия-Телеком». – 2009, 544 с.

Г.А. Мехова, Н.В. Руденко, В.Н. Трофименко, Е.Н. Трофименко

ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ХАРАКТЕРИСТИК И ПАРАМЕТРОВ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: вольт-амперная характеристика, сплайн-интерполяция, линейная интерполяция, дифференциальное сопротивление, расчет.

Рассмотрены вопросы использования линейной и сплайн-аппроксимации для расчета параметров характеристик нелинейных электронных компонентов на примере интерполяции вольт-амперной характеристики диода. В частности, представлены результаты сравнения расчета дифференциального сопротивления диода на основе линейной и кубической сплайн-интерполяции. Дифференциальное сопротивление, полученное на основе сплайн-интерполяции, отличается существенным разбросом значений, которые не устраняются сглаживанием по методу наименьших квадратов. Результаты, полученные на основе линейной интерполяции, отличаются меньшим разбросом. Рекомендуется в учебном процессе в аналитических и численных расчетах электронных схем использовать данные, полученные на основе сглаженной линейной интерполяции.

G.A. Mehova, V. N. Trofimenko, E.N. Trofimenko, N.V. Rudenko

INTERPOLATION OF EXPERIMENTAL DATA WHEN DETERMINING CHARACTERISTICS AND PARAMETERS NONLINEAR ELECTRONIC COMPONENTS

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia

Keywords: volt-ampere characteristic, spline interpolation, linear interpolation, differential resistance, calculation.

Questions of use linear and a spline interpolation for calculation of parameters of characteristics of nonlinear electronic components on the example of interpolation of the volt-ampere characteristic of the diode are considered. In particular, results of comparison of calculation of differential resistance of the diode on the basis of linear and cubic a spline interpolation are presented. The differential resistance received on the basis of spline interpolation, differs essential dispersion of values which aren't eliminated with smoothing on a method of the smallest squares. The results received on the basis of linear interpolation, differ smaller dispersion. It is recommended in educational process in analytical and numerical calculations of electronic schemes to use the data obtained on the basis of smoothed linear interpolation.

В настоящее время для уменьшения объема сохраняемых эмпирических данных, в том числе, и вольтамперных, вольтфарадных характеристик электронных компонент широко используются сплайны [1]. Сплайн-функция – это группа сопряженных кубических многочленов, которые определяются для каждой локальной области, на границах областей сохраняется непрерывность первой и второй производных.

Во многих учебниках по аналоговой электронике и схемотехнике сплайны применяются только для интерполяции экспериментально снятых характеристик элементов, а для расчетов, применяются графические методы анализа и соответствующие этим методам программы [2].

Однако использование сплайнов может простираться не только на представление характеристик электронных компонентов, но и для моделирования электронных схем. Так в работе [3] предлагается на основе сплайн-аппроксимации вольтамперных характеристик формировать табличные модели компонентов для целей схемотехнического моделирования.

В вузах сплайн интерполяция используется в лабораторных исследованиях для интерполяции экспериментально полученных характеристик электронных компонентов и устройств [4]. Причем, в ходе выполнения лабораторных работ снимаются данные в нескольких точка [5], по которым графическим методом определяются параметры характеристики, например

статическое и дифференциальное сопротивления [6]. Эти данные не отличаются точностью и их трудно использовать для аналитического или численного исследования электронных схем.

В данной работе рассматриваются вопросы сплайн-интерполяции характеристик электронных компонентов и определения параметров характеристик на примере обработки экспериментальных данных вольт-амперной характеристики (ВАХ) полупроводникового диода.

На рисунке 1 представлена ВАХ диода KD 509A, полученная в ходе виртуального эксперимента в программе Electronics Workbench. Ромбиками отмечены экспериментальные данные, жирная линия – интерполированные значения, полученные при помощи кубических сплайнов (функции Mathcad *lspline()* и *interp()*), тонкая линия – разность между сплайн-интерполяцией и линейной интерполяцией с множителем 100 (функция Mathcad *linterp()*).

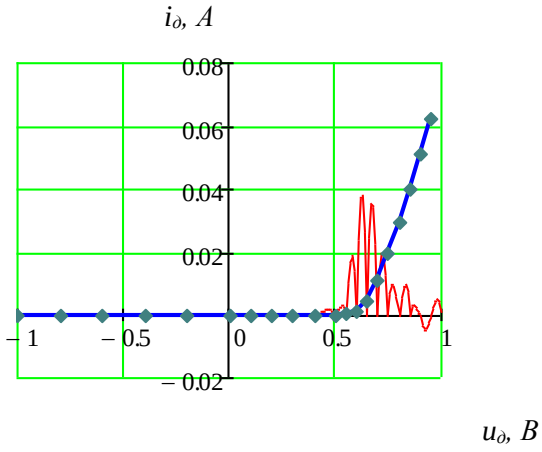


Рисунок 1.

На основе полученных интерполяций можно определить другие параметры ВАХ диода, например крутизну S, статическое сопротивление R и дифференциальное сопротивление r:

$$S\Big|_{u=u_k} \approx \frac{i_{k+1}-i_k}{u_{k+1}-u_k}, \quad R\Big|_{u=u_k} = \frac{u_k}{i_k}, \quad r\Big|_{u=u_k} \approx \frac{u_{k+1}-u_k}{i_{k+1}-i_k}.$$

На рисунке 2 в качестве примера показаны графики дифференциального сопротивления, полученные на основе линейной (жирная линия) и кубической сплайн-интерполяции (тонкая линия) ВАХ диода. Дифференциальное сопротивление, полученное на основе кубической сплайн-интерполяции, отличается существенным разбросом значений, которые не устраняются сглаживанием по методу наименьших квадратов (рисунок 3). Несомненно, такой разброс значений параметров отрицательно скажется и на аналитических расчетах, в которых используются результаты кубической сплайн-интерполяции ВАХ.

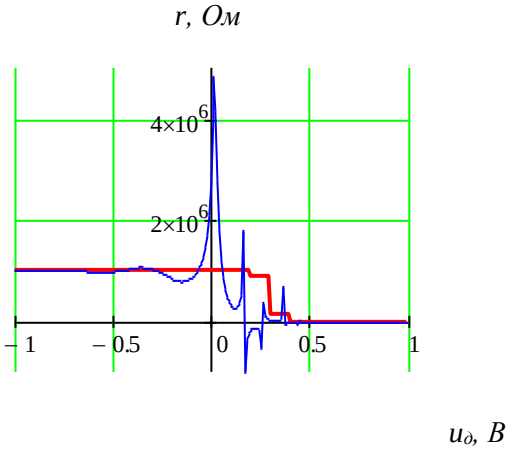


Рисунок 2.

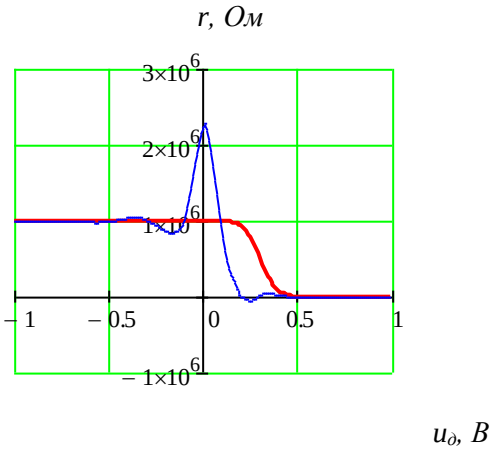


Рисунок 3.

Таким образом, использование в аналитических расчетах интерполяционных данных ВАХ нелинейных элементов, полученных на основе кубической сплайн интерполяции, может привести к значительным ошибкам. Меньшим разбросом обладают данные, полученные на основе линейной интерполяции с сглаживанием. Следовательно, для использования в аналитических и численных расчетах электронных схем предпочтительно использовать данные, полученные на основе сглаженной линейной интерполяции характеристики электронного компонента.

Литература:

1. Cheng Y., Hu C. “MOSFET modeling & BSIM3 user's guide.” - Kluwer Academic. Publishers,1999.

2. Васильченко Е.В., Наседкин К.С. Проектирование схем на компьютере. Серия "Библиотека инженера" – М.: СОЛОН-Пресс, 2003 г. 528 с.: ил.

3. Белугин С.С. (puerco@mail.ru), Кокин С.А. Точная табличная модель компонентов ИС для моделирования аналоговых ИС. Электронный научный журнал "ИССЛЕДОВАНО В РОССИИ" http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2005198.pdf 2034

4. Ханова А.А. Интерполяция функций: Методическое пособие для студентов Института информационных технологий и коммуникаций: – Астрахань: Астраханский государственный университет, 2001.

5. Методы и средства энерго- и ресурсосбережения. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : метод. указания по лаб. работам / сост. : В. В. Стафиевская, А. М. Велентеенко, В. А. Фролов. – Электрон. дан. (3 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/10/u_lab.pdf

6. Электротехника и электроника в экспериментах и упражнениях:Практикум по Electronics Workbench: В 2 т. / Под общей ред. Д.И. Панфилова – Т. 2: Электроника. – М.: Додека, 2000.

О.Ю. Евсеева, М.Б. Кадер

ТРЕХУРОВНЕВЫЙ ИЕРАРХИЧЕСКИЙ МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ В ГИБРИДНЫХ СЕТЯХ ДОСТАВКИ КОНТЕНТА

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков

Ключевые слова: гибридная сеть доставки контента, маршрутизация, маршрутизация запросов, распределение контента.

Основными задачами управления ресурсами в гибридных сетях доставки контента являются задачи размещения периферийных серверов, репликации контента и маршрутизации запросов. С целью совместного их решения предложена математическая модель, на основе которой разработан

трехуровневый иерархический метод управления. Задача нижнего уровня связана с управлением в рамках P2P-подсетей, где P2P-серверы в случае невозможности обслужить запрос с заданным качеством обращаются к серверам CDN. На втором уровне решается задача маршрутизации запросов с учетом текущего состояния контент-серверов и трактов передачи транспортной телекоммуникационной сети. Третий уровень ассоциирован с задачей распределения контента.

O.Yu. Yevsyeyeva, M.B. Khader

THREE-LEVEL HIERARCHICAL RESOURCES MANAGEMENT METHOD FOR HYBRID CONTENT DELIVERY NETWORKS

Kharkiv National University of Radioelektronics, Kharkiv

Keywords: hybrid content delivery network, routing, request routing, content distribution.

The main problems related to resource management in hybrid content delivery networks are replica server placement, content distribution (content placement) and request routing. In order to solve the problems a mathematical model was proposed. On the basis a three-level hierarchical control method was developed. Task of first (low) control level is associated with the P2P-subnets where P2P-servers in case of failure to service the request with the required quality are referring to servers of CDN. The second level solves the problem of requests routing, it takes into account current state of content servers and links in transport telecommunication network. The third level is associated with the task of content distribution.

Сети доставки контента (Content Delivery Network, CDN) – это оверлейные сети, созданные с целью предоставления услуг по хранению и распространению контента. По своей сути CDN реализуют сервис-ориентированную архитектуру, где основным сервисом является контент. При этом традиционно нижележащая транспортная инфраструктура, непосредственно обеспечивающая доставку контента от сервера до клиента, т.е. телекоммуникационная сеть (ТКС), рассматривается как «черный ящик». Основными задачами, как правило, связываемыми с CDN, являются задачи размещения периферийных серверов, репликации контента на них и маршрутизации запросов. Фактически все перечисленные задачи относятся к уровню управления сервисами. В то же время качество предоставления услуги является функцией как процесса управления сервисами, так и процесса доставки контента в транспортной ТКС. В этой связи авторами в работе [1] была предложена математическая модель маршрутизации запросов, которая позволяет выработать оптимальное решение на основании текущего состояния серверов и трактов передачи ТКС, что обеспечивает сбалансированное использование вычислительных и сетевых ресурсов и гарантированное качество предоставляемой услуги. Модель ориентирована на гибридные сети доставки контента (Hybrid CDN, HCDN), строящиеся путем интеграции сетей CDN с пиринговыми (Peer-to-Peer, P2P) сетями.

Как показывает анализ, в рамках известных математических моделей управления ресурсами CDN задача маршрутизации запросов зачастую не отделяется от задачи распределения контента [2]. Задача состоит в определении объектов (файлов, содержащих контент), которые будут реплицированы на том или ином периферийном сервере. Причем распределение контента должно отвечать текущим запросам пользователей и в то же время должно быть согласовано со схемой маршрутизации запросов. Таким образом, возникает необходимость развития модели [1] с целью расширения перечня решаемых задач. Для этого в качестве переменных управления, подлежащих расчету в ходе решения задачи управления ресурсами HCDN, будут использованы:

1. Переменные z_g^l, отвечающие за хранение l-го объекта (контента) на g-м сервере, $l=\overline{1,N_l}$, $g=\overline{1,N_S}$, где N_l – общее число объектов в HCDN, N_S – количество серверов;

$$z_g^l=\begin{cases}1, & \text{если } l\text{-ый объект доступен на } g-\text{м сервере},\\ 0, & \text{в противном случае.}\end{cases} \quad (1)$$

2. Переменные y_g^{kl}, указывающие на выбор g-го сервера в качестве источника l-го объекта (контента) для обслуживания запроса, поступившего от k-го пользователя. Поскольку модель ориентирована на гибридные сети доставки контента, предполагается, что запросы поступают к серверам CDN от серверов нижележащих P2P-подсетей и фактически представляют собой не единичные, а агрегированные запросы. В этом случае целесообразно обращаться к нескольким CDN-серверам одновременно, тогда переменные y_g^{kl} будут указывать на долю контента, загружаемого с g-го CDN-сервера, т.е.

$$0 \le y_g^{kl} \le 1, \tag{2}$$

где $k = \overline{1, N_K}$, N_K – это число серверов P2P-подсетей, генерирующих запросы к CDN.

3. Маршрутные переменные x_{ij}^{kl}, относящиеся к транспортной телекоммуникационной сети и отвечающие за доставку потока пакетов, содержащего l-й контент, от CDN-сервера (серверов) до k-го сервера-генератора запроса. Переменные x_{ij}^{kl} указывают на долю потока пакетов, связанного с доставкой контента, передаваемого по тракту передачи (i, j) от i-го маршрутизатора к j-му,

$$0 \le x_{ij}^{kl} \le 1, \tag{3}$$

где $i, j = \overline{1, N_E}$, $i \ne j$, N_E – число трактов передачи в транспортной ТКС.

Введенные переменные связаны законом сохранения потока:

$$\sum_j x_{ij}^{kl} - \sum_j x_{ji}^{kl} - \sum_g z_g^l x_{gi}^{kl} = \begin{cases} 0, \text{ если } i \ne s_k, t_k, \\ -1, \text{ если } i = t_k, \end{cases} \qquad \sum_j x_{gj}^{kl} = y_g^{kl}, \tag{4}$$

где s_k, t_k – обозначения источника и получателя контента.

В случае обращения к нескольким CDN-серверам одновременно целостность запрашиваемого контента обеспечивается условием

$$\sum_g z_g^l y_g^{kl} = 1. \tag{5}$$

Ограниченность сетевых и вычислительных ресурсов требует введения условий

$$\sum_k \sum_l r^{kl} x_{ij}^{kl} \le c_{ij} \quad \text{и} \quad \sum_k z_g^l y_g^{kl} \le S_g^l, \tag{6}$$

где r^{kl} – интенсивность потока пакетов, создаваемого при передаче l-го контента к k-му клиенту; c_{ij} – пропускная способность тракта передачи (i, j) в ТКС; S_g^l – максимальное число сессий l-го типа, которое способен обслужить g-й сервер (производительность сервера).

С целью предоставления услуг гарантированного качества для каждого потока, создаваемого при доставке контента l-го типа k-му клиенту, введем в модель (1) – (6) дополнительное условие, полученное в рамках тензорного описания [1],

$$\Lambda_\eta^{\langle \vartheta \rangle} \le \left(G_{\pi\eta}^{\langle 4,1 \rangle} - G_{\pi\eta}^{\langle 4,2 \rangle} \left[G_{\pi\eta}^{\langle 4,4 \rangle} \right]^{-1} G_{\pi\eta}^{\langle 4,3 \rangle} \right) T_\eta^{\langle \vartheta \rangle}, \tag{7}$$

где $\Lambda_\eta^{\langle \vartheta \rangle}$ – вектор размера ϑ, элементы которого указывают на интенсивности потоков, поступающих к пользователю от различных источников (серверов); ϑ – число задействованных в

передаче контента серверов; $T_{\eta}^{\langle \vartheta \rangle}$ – вектор размера ϑ, элементы которого содержат значения межконцевой средней задержки $\tau_{\langle доп \rangle}$, допустимой в рамках транспортной ТКС; $\left\| \begin{matrix} G_{\pi\eta}^{\langle 4,1 \rangle} & | & G_{\pi\eta}^{\langle 4,2 \rangle} \\ --- & + & --- \\ G_{\pi\eta}^{\langle 4,3 \rangle} & | & G_{\pi\eta}^{\langle 4,4 \rangle} \end{matrix} \right\| = G_{\pi\eta}^{\langle 4 \rangle}$, $\left\| \begin{matrix} G_{\pi\eta}^{\langle 1 \rangle} & | & G_{\pi\eta}^{\langle 2 \rangle} \\ --- & + & --- \\ G_{\pi\eta}^{\langle 3 \rangle} & | & G_{\pi\eta}^{\langle 4 \rangle} \end{matrix} \right\| = G_{\pi\eta}$, причем $G_{\pi\eta}^{\langle 4,1 \rangle}$ – квадратная матрица размера $\vartheta \times \vartheta$, $G_{\pi\eta}^{\langle 4 \rangle}$ – квадратная подматрицы размера $\phi \times \phi$, $\phi = m - 1$, m – общее число узлов в сети, учитывая маршрутизаторы транспортной ТКС и все серверы; $G_{\pi\eta}$ – матрица размера $n \times n$, являющаяся проекцией метрического тензора сети доставки контента в базисе узловых пар и контуров (правила ее формирования описаны в [1]); n – общее число трактов передачи.

Опустив индексы l и k, имеем, элементы вектора $\Lambda_{\eta}^{\langle \vartheta \rangle}$ связаны с ранее введенными переменными выражением $\lambda_{(\eta)}^{p} = y_g r$, где все переменные относятся к одной и той же паре l и k; p – номер узловой пары, создаваемой k-м клиентом и g-м сервером, $p = \overline{1, \vartheta}$. Причем суммарная интенсивность трафика r, поступающего от множества источников, должна отвечать скоростным требованиям к качеству обслуживания, т.е.

$$\sum_{p=1}^{\vartheta} \lambda_{(\eta)}^{p} = r \geq r^{\langle трб \rangle}, \tag{8}$$

где $r^{\langle трб \rangle}$ – требуемая скорость передачи контента.

Таким образом, в рамках модели (1) – (8) процесс управления ресурсами HCDN может быть формализован как решение оптимизационной задачи

$$W = Q_x \vec{x} + Q_y \vec{y} + Q_z \vec{z} \to \min, \tag{9}$$

где $\vec{x}$, $\vec{y}$, $\vec{z}$ – векторы, объединяющие в себе переменные x_{ij}^{kl}, y_g^{kl} и z_g^{l} соответственно; Q_x, Q_y, Q_z – векторы весовых коэффициентов.

Сформулированная оптимизационная задача ввиду наличия множества ограничений предполагает численные методы решения. При этом, исходя из физики поставленной задачи, целесообразно обратиться к идее покоординатного спуска. Эта же идея заложена в декомпозиционный метод координации моделей [3], где задача верхнего уровня состоит в оптимизации по одним переменным, а на нижнем уровне решается задача поиска экстремума той же целевой функции, но по другим переменным. В нашем случае, поскольку разные переменные отвечают за решение разных задач, применение идеи координации моделей дает следующий метод управления ресурсами HCDN (рис.1).

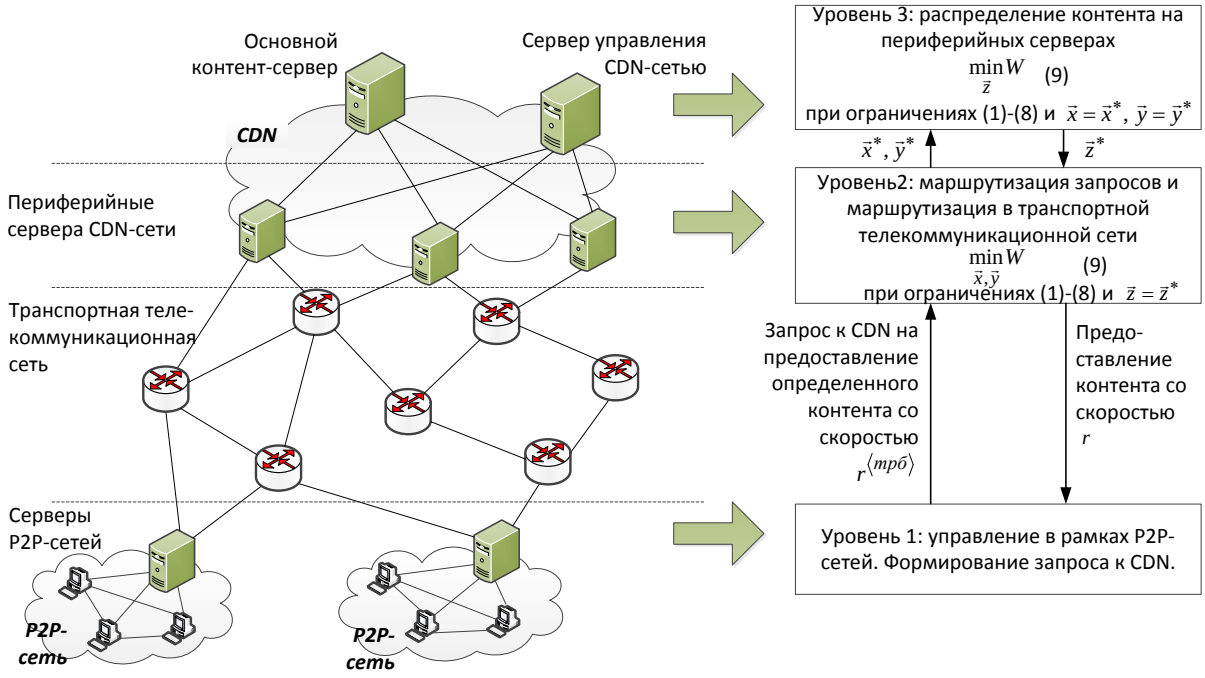


Рисунок 1.

Метод предполагает три уровня. Уровень 1 (нижний) относится к управлению ресурсами P2P-подсетей. В случае, если запросы пользователей не могут быть обслужены в рамках пиринговой сети, например, по причине отсутствия должного числа пиров, обеспечивающих требуемое качество доставки контента, сервер P2P-подсети формирует запрос к вышестоящим CDN-серверам. Уровень 2 ассоциирован с задачей маршрутизации запросов в CDN, связанной с минимизацией (9) по переменным $\vec{x}$ и $\vec{y}$ при заданном распределении контента, т.е. при фиксированных $\vec{z} = \vec{z}^*$. Если в рамках текущего распределения контента $\vec{z} = \vec{z}^*$ решение оптимизационной задачи невозможно, прежде всего, по причине нарушения условий (7) и (8), инициируется работа третьего уровня. Верхний третий уровень решает задачу распределения контента при фиксированной схеме маршрутизации, т.е. его целью является решение задачи (9) при ограничениях (1) – (8) по переменным $\vec{z}$ при известных $\vec{x} = \vec{x}^*$ и $\vec{y} = \vec{y}^*$. В целом период перерасчета переменных $\vec{z}$ на третьем уровне превосходит в несколько раз период перерасчета переменных второго уровня.

Таким образом, предложенный метод ориентирован на гибридные сети доставки контента, что позволяет сочетать низкую стоимость услуг с высоким их качеством. Метод позволяет совместно решить ряд задач: распределения контента, маршрутизации запросов и маршрутизации в ТКС, однако за счет декомпозиции исходной задачи и иерархического управления, где на каждом уровне решается задача более низкой сложности, удается избежать чрезмерного усложнения процесса управления.

Литература:

1. Евсеева О.Ю., Кадер М.Б. Математическая модель управления ресурсами гибридной сети доставки контента с гарантированным качеством обслуживания // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. 2013. Вып. 175. С. 170 – 177.

2. Content Delivery Networks / Buyya, Rajkumar; Pathan, Mukaddim; Vakali, Athena (Eds.). –Springer, 2008. 418 p. (Series: Lecture Notes in Electrical Engineering).

3. Сингх М., Титли А. Системы: декомпозиция, оптимизация, управление**.** – М.: Машиностроение, 1986. 496 с.

А.О. Ндоло, А.Б. Семенов

ОБЗОР МОДЕЛИРОВАННОЙ PAM-435ГБИТ/С ПЕРЕДАЧИ ПО OM4 С 850НМ VCSEL

Московский Технический Университет Связи и Информатики, г. Москва, Россия

Ключевые слова:OM4,PAM-4,850нмVCSEL, градиентноемногомодовое волокно, CSTMicrowaveStudio.

Аннотация: Представляем высокоскоростную безошибочную PAM-4 передачу, для коротких расстоянии оптической связи, основана на VCSEL, работающем в 850нм, многомодовое волокно и простой детектор интенсивности. Скорости передачи 30 Гбит/с и 35 Гбит/с продемонстрированы, и максимальное волокно достигает 300 м и 200 м соответственно. Также сравнению PAM-4 с передачей OOK в 35 Гбит/с, и нашли, что PAM-4увеличивает безошибочное расстояние передачи в многомодовом волокне на 100 м, по сравнению с OOK.

A.O. Ndolo, A.B. Semenov

OVERVIEW OF PAM-4 35GBIT/S TRANSMISSION MODEL OVER OM4 USING 850NM VCSEL

Moscow Technical University of Communication and Informatics, Moscow, Russia

Keywords:OM4,PAM-4,850nmVCSEL,GMMF, CST Microwave Studio.

Abstract: We represent high-speed PAM-4 transmission model error-free, for an optical communication short-reach. It is based on 850nm VCSEL, multimode fibre and the simple intensity detector. Transmission speeds of up to 30 Gbit/s and 35 Gbit/s are shown and maximum fibre reaches 300m and 200 m respectively. In addition, a comparison of PAM-4 and OOK at 35 Gbit/s. Moreover, we found out that PAM-4 increases error-free transmission distance in multimode fibre by 100m as compared to OOK.

Введение

Растущий спрос на увеличенную скорость передачи услуг, таких как оптические межсоединения и локальные сети мотивирует развитие быстрых и недорогостоящих оптических решений, используя VCSEL и многомодового волокна, MMF. Градиентное MMF использовалась, чтобы уменьшить воздействие межмодовой дисперсии и расширить дальность, но недавнее развитие VCSEL, способного к работе до40 Гбит/с в длине волны 850нм[1] и 44 Гбит/с в длине волны 980нм [2]. Это показывает, что расстояние передачи при этих высоких скоростей очень ограничено, если модуляция OOK используется. Многоуровневая модуляция, с более высокой спектральной эффективностью, является способом простираться дальность MMFпри таких скоростей.Из-за ограничений стоимости модуляция интенсивности и прямое детектирование (IM/DD) подходят для коротких расстоянии оптической сети. Есть два главных возможности для спектрально эффективной модуляции формат IM/DD, ИКМ и модуляции поднесущей, subcarrier modulation. PAM-4 был исследован теоретически до 20 Гбит/с и экспериментально в 10 Гбит/с для использования с непосредственно модулирующими лазерами [2-3]. В [1-4], PAM-4 глаз диаграммы с электронным предварительным искажением в 32 Гбит/с были доказано, доказывая необходимость PAM-4на высокоскоростной передачи данных. Модуляция под несущей одного цикла с QAM-16 была также продемонстрирована, используя VCSEL и MMF [4]. Есть сложности форматов модуляции в короткой дальности оптической связи, особенно используемые для передачи данных, например, в приложениях центра данных и мощные вычисления. Ограничения прибывают из расхода энергии, выделения тепла и пространственных требований плотности. PAM-4 предлагает самую низкую сложность внедрения всех видов модуляции со спектральной эффективностью 1,5-2 бит/секунд/Гц. Аппаратные средства реального времени для передатчиков и приемников для PAM-4 уже разработаны [3, 4]. В моделированных условиях PAM-4 модуляция может быть произведена в режиме реального времени в LabViewи CSTmicrowave[5-7]. Коэффициент ошибок по битам, BER может также быть сделано в режиме реального времени.

В этой статьи представляем передачу в 30 Гбит/с и 35 Гбит/с, используя PAM-4 по 300 и 200 метров MMF, соответственно. Генерация PAM-4 сигнала и Коэффициент ошибок были выполнены в режиме реального времени. Никакое выравнивание не использовалось в приемнике, и без предварительного искажения в передатчике. Мы также сравнили PAM-4 и модуляцию OOK в30 Гбит/с и продемонстрировали то, что увеличение расстояния передачи может быть достигнуто при помощи PAM-4 вместо OOK в той же самой скорости.

PAM-4сигнала

Главное преимущество PAM-4 модуляции является своей простотой. Экспериментальное измерение частоты ошибок по битам PAM-4 модуляции может быть сделано со стандартным экспериментальным оборудованием коэффициента ошибок, разработанным для OOK. В эксперименте PAM-4 сигнал был произведен от двух двойных сигналов данных длины 2^7-1, в 12.5 Гбит/с и 15 Гбит/с для 30 Гбит/с и 35 Гбит/сPAM-4, соответственно. С этим методомвозможно только естественное отображение битов к символу. Амплитуды из двоичных сигналов были приблизительно 0,9 В и 0,45В, но они были настроены немного, чтобы приспособить получающийся PAM-4 интервал уровня сигнала. Эти два двоичных сигнала были некоррелированными половиной длины, чтобы достигнуть всех возможных переходов уровня в получающемся PAM-4 сигнал. Сигналы OOK были фазой, подобранной прежде чем быть соединенным вместе. ГенераторPAM-4 наряду с битом к символу отображение иллюстрированы рисунке[1-4]. Произведенный PAM-4 сигнал питали в VCSEL. VCSEL, имея полосу пропускания модуляции ближе к 20 ГГц [4]. VCSEL и модулирующая амплитуда сигнала был экспериментально оптимизирован для лучшей работы, оптимальный ток смещения, как находили, составлял 6,9мА для ведущего пика сигнала, чтобы достигнуть максимума напряжения 1,36 В. Ток модуляции был сложно и достоверно измерить. VCSELуправлялся при комнатной температуре без охлаждения. Между VCSEL и фотоприемником, OM4 с полосой пропускания 4700-5000 МГц.км. Переменный оптический аттенюатор использовался для вариации оптической мощности. В приемнике использовался фотоприемник, ФП, с полосой пропускания 12,5ГГц. Коэффициент ошибок былполучено используя анализатор ошибок, АО, разработан для обычной модуляции OOK. Для PAM-4 модуляции три уровня решения применимы, каждый из уровней, являющихся между парой из двух смежных уровней символа. Полный коэффициент ошибок символа был полученный из измерений коэффициента ошибок, сделанных на каждом из PAM-4 пороговых уровней. Учитывая, что у нас есть четыре символа, обозначенные как S_0, S_1, S_2 и S_3, есть три уровня решения между смежные символы: L_1, L_2 и L_3. Ошибка символа обнаруживается, когда символ, S_i передан и символ S_j, получен, где i не равен j. Условная вероятность получения S_j, когда S_i был передан, обозначен P_{ij}. В высоком SNR, т.е. низкий коэффициент ошибок, когда можно предполагать, что происходят только ошибки между самыми близкими соседними символами, следовательно, естественный бит к отображению символа. И полный коэффициент ошибок можно представит, как:

$$К_{ош} = \frac{1}{8}[P_{01} + P_{10} + 2P_{21} + 2P_{12} + P_{23} + P_{32}] \quad (1)$$

Высокая SNR - самая важная, потому что практические связи управлялись бы этим способом. Передовое устранение ошибки должно было бы быть осуществлено, чтобы позволить операцию в низком регионе SNR, который, вероятно, будет сложен в предназначенных работ короткой дальности оптической связи. Измерения коэффициента ошибок ER1, ER2, ER3 на каждом из последовательных уровней L_1, L_2 и L_3 решения может быть выражен P_{ij} следующим образом:

$$ER_1 = \frac{1}{4}[P_{01} + P_{10}],\ ER_2 = \frac{1}{4}[P_{21} + P_{12}],\ \ ER_3 = \frac{1}{4}[P_{32} + P_{23}] \quad (2)$$

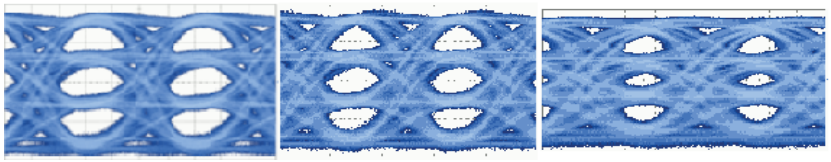
Измерения коэффициента ошибок на каждом уровни были измерены по симулированному ЕА, предопределенногопорядка, соответствующим каждому уровню. Совокупный $К_{ош}$ можно выразить таким образом,

$$К_{ош} = \frac{1}{2}[ER_1 + 2ER_2 + ER_3], \quad (3)$$

Для экспериментаOOK в30 Гбит/с была упрощена установка. Тот же самый генератор битовой комбинации и анализатор ошибок использовались, но без генерацииPAM-4 сигнал. Пик моделирующей амплитуды сигналаVCSEL совпал с той для PAM-4 случая, который составлял 1.36В. Поскольку усиленный фотоприемник работающий на длине волны 850нм с полосой пропускания для операции OOK на 25 Гбит/с не была коммерчески доступна, смоделировали неусиленный фотоприемник, имеющий полосу 25 ГГц. Дискретный усилительбылсмоделирован, чтобы усилить сигнал от фотоприемника. Требует отметить что, у этой приемника есть более высокая полоса, но имеет несколько худшую шумовую работу. Главное, фотодиод – источник тока, и дискретный усилитель - усилитель напряжения, таким образом, мощность передана между этими двумя компонентами не была оптимизирована или моделирована.

Результаты

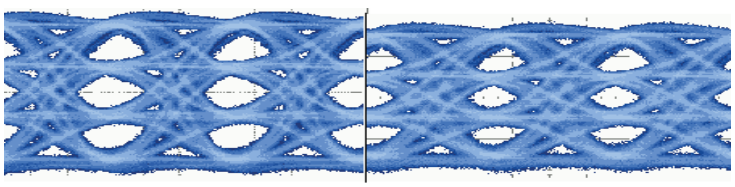
Качество PAM-4 сигнала на 30 Гбит/с иллюстрированона глаз диаграмме Рис. 1а. Никакое предварительное искажение или выравнивание не были сделаны к сигналу. Глаз диаграмма сигнала после распространения через 200 м и 300 м MMF иллюстрирована на Рис. 1б и Рис. 1в. Рис. 2а глаз диаграмма сигнала на 35 Гбит/с в случае B2B (back-to-backconfiguration) иллюстрирована, и на Рис. 2б для распространения на расстоянии более чем 200м MMF. Отметим что, транс-импеданс усилитель в фотоприемнике инвертировал, уровень модуляции и доказывает, один имеющий самуювысокую мощность является самым низким в глаз диаграммах. Глаз диаграммы B2B для 30 Гбит/с и 35 Гбит/с не показывают искажений, связанных с нелинейностью VCSEL. Во многих экспериментах PAM-4модулирующая амплитуда сигнала, управляющая VCSEL, чтобы остаться в линейной области выходной мощности по отношению к ведущим током. Однако нужно иметь в виду, что лазерыполупроводниковый имеют относительную большую линейную область работы для высокочастотных сигналов на которой тепловые эффекты намного менее явные [3-4]. Мы экспериментально моделировали и оптимизировали ведущий сигнал чтобыполучить лучшее глазное открытие.



(а) (б) (в)

Рисунок 1. 30Гбит/с глаз диаграммы (а)- после B2B, (б)-после распространения 200м и (в)-после 300м. Их смоделировали при 0-0,5дБм полученной мощности.

Есть, однако, другие ухудшения, которые видимы в глаз диаграммах. Самый высокий уровень модулирующей мощности - более расширен. Это может быть из-за относительного шума интенсивности (RIN) или шума мода, так как больше мод взволновано в VCSEL, когда выходная мощность увеличивается. Более подробный анализ на практике требуется, чтобы точно определять происхождение этих ухудшений. Результаты коэффициента ошибок для передачи на 30Гбит/с иллюстрированы Рис. 4а. Максимальное практическое расстояние OM4, по которому можно достигнуть безошибочную передачу, составляет 300м. Для длины 400м есть признаки ошибок из-за межмодовой дисперсии. Для передачи на 35 Гбит/с показывают Рис. 4б. В этом случае максимальное расстояние распространения составляет 200м по тому же MMF, и есть ошибки для 300 м MMF.



(а) (б)

Рисунок 2. 35Гбит/с глаз диаграммы (а)- после B2B, (б)-после распространения 200м 0-0,5дБм полученной оптической мощности.

Сравнение с OOK

Результаты $К_{ош}$ экспериментов с OOK в 30 Гбит/с иллюстрированы Рис. 3в. Абсолютная чувствительность получена −5 дБм при $К_{ош}=10^{-9}$. Это приблизительно 1,5 дБм хуже, которого результат с PAM-4 в той же скороости. Причина этого состоит в том, что различные конфигурации приемника использовались для каждого из форматов модуляции. Для PAM-4 использовался фотоприемник с 12 ГГц с интегрированным усилителем трансимпеданса, а для OOK использовались с 25 ГГц и дискретный усилитель напряжения. Теоретически, мы доказали, что PAM-4 модуляция потребовала бы 4.8 дБ больше оптической власти по тойже самой скорости бита [1-3]. И PAM-4 должен потребовать только 3.3 дБ больше оптической мощности, из-за полосы пропускания, уменьшаемой наполовину, по сравнению с OOK. Ноу конфигурации фотоприемника и дискретного усилителя напряжения имеет худшую шумовую работу, чем фотоприемник с интегрированным усилителем. Штрафы в многомодовых волокнах выше для OOK, чему PAM-4.

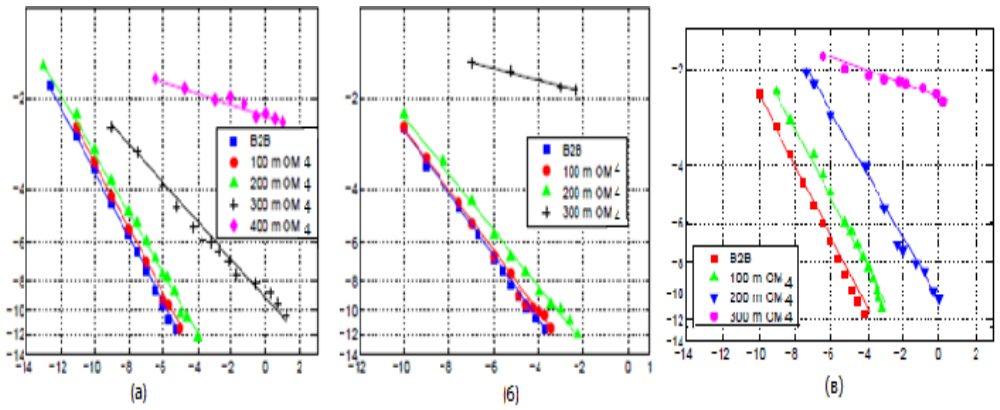


Рисунок 3. Графики зависимости lg(BER) от Ропт [дБм] 35Гбит/с глаз диаграммы (а)-после B2B, (б)-после распространения 200м 0-0,5дБм полученной оптической мощности.(в)-Результаты $К_{ош}$ экспериментов с OOK в 30 Гбит/с иллюстрированы

Заключения

Мы показывали смоделированную 30 Гбит/с и 35 Гбит/с безошибочную PAM-4 передачу, более чем 300м и 200м MMF, соответственно используя непосредственно смоделировали VCSEL. Коэффициент ошибок измерена в режиме реального времени вниз к 10^{-12} и есть большой запас мощности для безошибочной операции. А VCSEL не ограничивающий фактор, но отсутствие фотоприемников с достаточными полосами пропускания ограничивает высокую полосу пропусканияработы. В этой ситуации, PAM-4, жизнеспособная альтернатива на практике. Из-за лучшей спектральной эффективности PAM-4 расстояние передачи в MMF улучшено по тому, что ожидалось бы от передачи, используя OOK. PAM-4 формата имеет также более низкую сложность, чем форматы под несущей[4]. Мы имеем, также показал, что PAM-4 обладает значительными преимуществами по сравнению с OOK при том же самом скорости битов. Расстояние передачи MMF значительно расширено, и требования аппаратных средствможно на практике смягчать так, чтобы могли использоваться существующие компоненты с более низкой полосой пропускания.

Литература:

1. *W. Hofmann, P. Moser, P.Wolf, A. Mutig, M. Kroh, and D. Bimberg*, “44 Gb/s VCSEL for optical interconnects,”*Optical Fibre Communication Conference,* (2011), Technical Digest -2008.

2. *J. Ingham, R. Penty, and I. White*, “10 Gb/s and 20 Gb/s extended-reach multimode-fibre datacommunication links using multilevel modulation and transmitter-based equalization,” *Optical Fibre communication Conference,* OSA- 2011.

3. *S. Lee, F. Breyer, S. Randel, D. Cardenas, H. van den Boom, and A. Koonen*, “Discrete multitone modulation for high-speed data transmission over multimode fibres using 850-nm VCSEL,” *Optical Fibre Communication Conference*, OSA -2009.

4. CST- Computer Simulation Technology Microwave Studio 2010-2013 workflow and guide.

5. http://metamaterials-modeling.net/software-microwave-studio.php

6. https://www.cst.com/Content/Events/UGM2009/3-3-1-Optical-Applications-with-CST-MICROWAVE-STUDIO.pdf
7. https://www.cst.com/Content/Articles/article501/Characterization_of_Photonic_Structures_with_CST_Microwave_Studio.pdf

Е.С. Невзорова, Ахмед К. Хасан, *В.А. Бильчук

АНАЛИЗ МЕТОДА ДВУХУРОВНЕВОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА ЦЕЛЕВОЙ КООРДИНАЦИИ

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков, Украина
*Харьковский университет воздушных сил им. Ивана Кожедуба

Ключевые слова: метод целевой координации, итерация, иерархическая маршрутизация, поток.

Для повышения масштабируемости сети применяется метод двухуровневой маршрутизации, т.к. использование централизованных схем ресурсозатратно. Во избежание перегрузок каналов связи, а также потерь пакетов в сети в данном методе используется принцип целевой координации. Данный принцип базируется на возможности преобразования исходной задачи минимизации во множество более простых, но координируемых между собой задач с использованием двухуровневой итеративной вычислительной структуры. Проведён анализ сходимости метода двухуровневой иерархической маршрутизации на основе принципа целевой координации.

E.S. Nevzorova, Ahmed K. Hasan, *V.A. Bilchuk

ALYSIS OF THE TWO-LEVEL ROUTING METHOD WITH COORDINATION PRINCIPLE

Kharkiv National University of Radioelectronics, Kharkiv, Ukraine
* Kozhedub Air Force University

Keywords: coordination method, iteration, hierarchical routing, flow.

For increase network scalability it is using a two-level routing method, because using the centralized schemes is resource costly. To avoid overload of communication channels, as well as packet loss in the network uses the coordination principle. This principle is based on the possibility of converting the original minimization problem in a simpler maximization problem and the solution this problem with using a two-level iterative computational structure. In this paper the analysis of convergence of the two-level hierarchical routing method with coordination is given. The convergence of routing method provides with an agreed transmission of packet flows through the channels.

Введение

Иерархическое построение телекоммуникационных сетей (ТКС) продиктовано необходимостью повышения, во-первых, масштабируемости решений по управлению потоками, маршрутизацией, сетевыми ресурсами, а во-вторых, качества обслуживания и производительности системы в целом. Реализация иерархической стратегии маршрутизации позволит по сравнению с централизованными решениями значительно повысить оперативность и снизить объемы служебного (управляющего) трафика в ТКС. Для реализации иерархической маршрутизации необходимо располагать соответствующими моделями и методами многопотоковой маршрутизации, в рамках которых бы обеспечивалась координируемость решений, полученных на отдельных приграничных маршрутизаторах, с целью предотвращения перегрузки каналов связи.

Модель иерархической маршрутизации

Для каждого узла-источника в ТКС в качестве искомых выступают переменные $x_{ij}^{k_r}$, равные доле интенсивности k_r-го потока пакетов, передаваемой по каналу (i, j); k_r – поток пакетов, поступающий в сеть через r-й приграничный маршрутизатор; λ^{k_r} – интенсивность k_r-потока; φ_{ij} – пропускная способность канала связи (i, j). С целью предотвращения потерь пакетов на маршрутизаторах и в сети в целом необходимо обеспечить выполнение условия сохранения потока:

$$\begin{cases} \sum\limits_{j:(i,j)\in E} x_{ij}^{k_r} - \sum\limits_{j:(j,i)\in E} x_{ji}^{k_r} = 1, \textit{если } i\textit{-й маршрутизатор - узел - источник} \\ \sum\limits_{j:(i,j)\in E} x_{ij}^{k_r} - \sum\limits_{j:(j,i)\in E} x_{ji}^{k_r} = 0, \textit{ если } i\textit{-й маршрутизатор - транзитный узел;} \\ \sum\limits_{j:(i,j)\in E} x_{ij}^{k_r} - \sum\limits_{j:(j,i)\in E} x_{ji}^{k_r} = -1, \textit{если } i\textit{-й маршрутизатор - узел - получатель.} \end{cases} \quad (1)$$

Система уравнений (1) должна выполняться для каждого потока пакетов. Кроме того, с целью предотвращения перегрузки каналов связи важно выполнить условия:

$$\sum_{r\in M_r} \sum_{k_r\in K} \lambda^{k_r} \cdot x_{ij}^{k_r} \le \varphi_{ij}. \quad (2)$$

Стоит учесть, что при децентрализованном расчёте маршрутных переменных на каждом отдельно взятом узле-источнике условия (2) в явном виде учесть не представляется возможным, т.к. каждый маршрутизатор определяет путь передачи потока пакетов без информации о результатах расчёта на других приграничных маршрутизаторах [1, 2]. С целью реализации многопутевой маршрутизации на маршрутные переменные следует наложить ограничения вида:

$$0 \le x_{ij}^{k_r} \le 1. \quad (3)$$

В векторно-матричной форме условия (1) и (2) можно представить в следующем виде:

$$A_r \cdot \vec{x}_r = \vec{a}_r, \quad (4)$$

$$B_r \cdot \vec{x}_r \le \sum_{\substack{s\in M \\ s\ne r}} C_{rs}\vec{x}_s, \quad (5)$$

где $\vec{x}_r$ – вектор, координатами которого являются искомые переменные $x_{ij}^{k_r}$.

В ходе расчёта вектора искомых переменных $\vec{x}_r$ в качестве критерия оптимальности получаемых решений выберем минимум следующей целевой функции:

$$\min F, \quad F = \sum_{r\in M_r} \vec{x}_r^t H_r \vec{x}_r, \quad (6)$$

где H_r – диагональная матрица весовых коэффициентов, координаты которой являются метриками каналов связи ТКС, $[\cdot]^t$ - функция транспонирования вектора (матрицы).

Тогда, переходя к задаче на безусловный экстремум, необходимо максимизировать лагранжиан:

$$\min_x F = \max_\mu L,$$

$$L = \sum_{r\in M_r} \vec{x}_r^t H_r \vec{x}_r + \sum_{r\in M_r} \mu_r^t (B_r \cdot \vec{x}_r - \sum_{\substack{s\in M \\ s\ne r}} C_{rs}\vec{x}_s). \quad (7)$$

Для решения сформулированной оптимизационной задачи используем принцип целевой координации [3, 4].

Метод иерархической маршрутизации на основе принципа целевой координации

В рамках данного принципа лагранжиан (7) представляем в виде:

$$L = \sum_{r \in M_r} \vec{x}_r^t H_r \vec{x}_r + \sum_{r \in M_r} \mu_r^t (B_r \cdot \vec{x}_r) - \sum_{r \in M_r} \mu_r^t \sum_{\substack{s \in M \\ s \neq r}} C_{rs} \vec{x}_s . \quad (8)$$

Предположив, что величины μ_r являются фиксированными, т.е. значения множителей Лагранжа определяются на верхнем уровне метода, выражение (8) примет вид:

$$L = \sum_{r \in M_r} L_r , \text{ где } \quad L_r = \vec{x}_r^t H_r \vec{x}_r + \mu_r^t (B_r \cdot \vec{x}_r) - \sum_{\substack{s \in M \\ s \neq r}} \mu_s^t C_{rs} \vec{x}_s . \quad (9)$$

Таким образом, функции (9) приобретают сепарабельную форму, а общая проблема маршрутизации оказалась декомпозицированной на ряд маршрутных задач. Решение задачи по максимизации выражения (7) определяет нижний уровень расчётов, а на верхнем уровне основной задачей является координация решений, полученных на нижнем уровне, с целью недопущения перегрузки каналов связи сети (2) путем модификации векторов множителей Лагранжа в ходе выполнения следующей градиентной процедуры:

$$\mu_r(\alpha + 1) = \mu_r(\alpha) + \nabla \mu_r , \quad (10)$$

где $\nabla \mu_r$ – градиент функции, который рассчитывается исходя из получаемых на верхнем уровне результатов решения задач маршрутизации $\vec{x}_s^*$ на каждом конкретном узле-источнике:

$$\nabla \mu_r(x) \Big|_{x = x^*} = B_r \cdot \vec{x}_s^* - \sum_{\substack{s \in M \\ s \neq r}} C_{rs} \vec{x}_s^* . \quad (11)$$

Наглядно схема метода двухуровневой иерархической маршрутизации на основе принципа целевой координации показана на рис. 1.

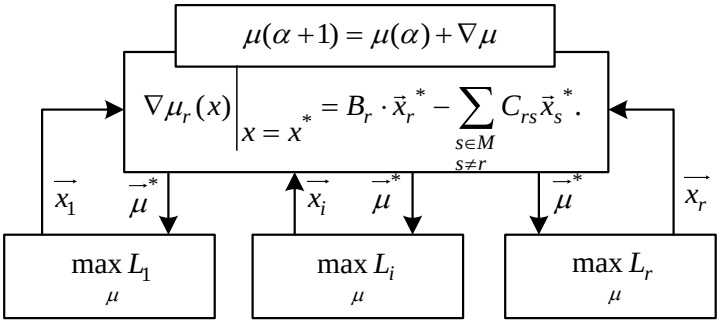


Рисунок 1. Схема метода двухуровневой маршрутизации на основе принципа целевой координации

Исследование сходимости метода иерархической маршрутизации

Для анализа факторов, которые влияют на скорость сходимости координационной процедуры (10)-(11), было рассмотрено множество сетевых структур с различным числом маршрутизаторов и каналов связи. Кроме того, изменялось число потоков и их характеристики (интенсивность). Для примера, результаты исследования представлены для варианта структуры сети, представленной на рис. 2. Сеть состояла из шести узлов и одинадцати каналов связи. В разрывах каналов связи показана их пропускная способность (1/с). В ходе исследования был проведен анализ влияния числа итераций координирующей процедуры (10)-(11) от загруженности ТКС, т.е. от интенсивности потоков пакетов (рис. 3). Число потоков для наглядности было выбрано двум.

Из рис. 3 видно, что при небольших интенсивностях, в сумме не превышающих 300 1/с, перегрузки каналов связи не наблюдается, а метод сходился за одну итерацию. Однако, при увеличении загруженности сети число итераций увеличивалось. Максимальное же количество итераций координирующей процедуры равнялось в рамках выбранного примера пятнадцати и наблюдалось при интенсивностях каждого из двух потоков в 200 1/с. Чем большей размерности была ТКС, и чем выше была связность ее маршрутизаторов, тем больше число итераций требовалось для сходимости метода к оптимальному значению векторов $\vec{x}_r$.

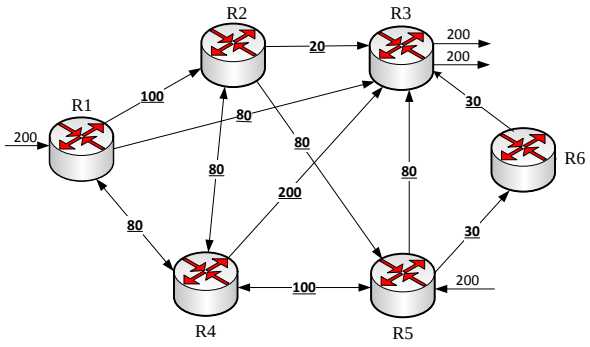


Рисунок 2. Структура сети, используемой для исследования сходимости метода иерархической маршрутизации

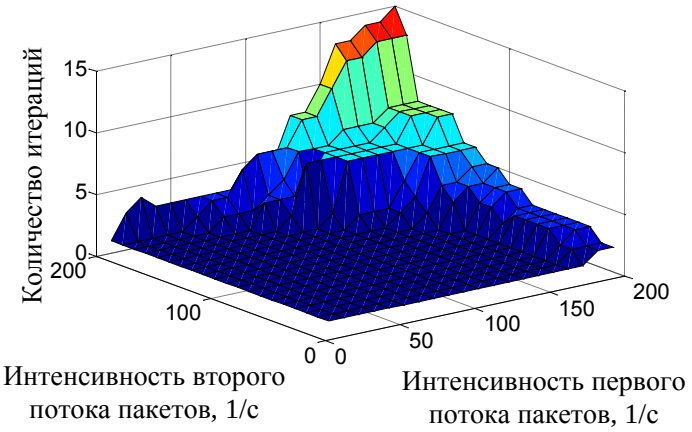


Рисунок 3. Зависимость количества итераций от интенсивностей передаваемых потоков пакетов

Таким образом, проведено исследование сходимости метода двухуровневой маршрутизации на основе принципа целевой координации. Была показана прямая связь между сходимостью метода иерархической маршрутизации и загруженностью ТКС, т.е. интенсивностями потоков пакетов. Наглядно показано, что при загруженности сети на 50% перегрузок каналов связи не наблюдается, а значит, метод сходился за одну итерацию. При увеличении загруженности сети от 55% и более число координирующих итераций нелинейно увеличивалось в связи с возникающей перегрузкой каналов связи.

Литература:

1. Лемешко А.В., Ахмад М. Хайлан, Али С. Али. Целевая координация двухуровневой маршрутизации в MPLS-сети // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб., 2009. Вып. 159, с. 41–45.

2. Лемешко А.В. Многоуровневое управление трафиком в сети MPLS–TE DiffServ на основе координационного принципа прогнозирования взаимодействий [Електронний ресурс] / А.В. Лемешко, Ахмад М. Хайлан // Проблеми телекомунікацій. 2010, № 1 (1), с. 35 – 44. Режим доступа: http://pt.journal.kh.ua/2010/1/1/101_lemeshko_traffic.pdf.

3. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973, 344 с.
4. Сингх М., Титли А. Системы: декомпозиция, оптимизация и управление. – М.: Машиностроение, 1986, 494 с.

В.Ю. Охват

МЕХАНИЗМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ QOS В NGN

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина

Ключевые слова: сеть NGN, QoS, управление трафиком, стандарт, сервис, механизм
Исследованы проблемы обеспечения QoS в сетях NGN. Проведен анализ существующих стандартов по управлению качеством в сетях нового поколения. Описаны роли элементов сети, отвечающих за управление QoS для различных моделей управления качеством в NGN.

V.Y. Okhvat

NGN QOS MECHANISMS

National Technical University, Donetsk, Ukraine

Keywords: NGN network, QoS, traffic management, standart, service, mechanism
The QoS providing problems in the NGN networks are researched. Deduce the analysis of existent standards of quality management in the new generation networks. The roles of elements for QoS management for different quality management models are described.

Традиционно контроль качества услуг QoS в современных телекоммуникационных сетях реализуется при помощи анализа наихудшего сервиса доставки данных с сохранением сетевых ресурсов (IntServ) или маркировки приоритетов в заголовках пакетов (DiffServ). Для сетей следующего поколения NGN данные подходы являются не эффективным, так как ключевой характеристикой топологии сетей NGN является то, что передача трафика сигнализации, не проходит по тем же логическим маршрутам, что и передача трафика данных [7]. Поэтому следует ввести модуль для связи приложений трафика данных сигнальных сообщений и уровня транспортного протокола передачи пакетов данных, чтобы реализовать поддержку QoS на уровне управления трафиком.

Для достижения данной цели модулю контроля трафика необходимы различные функции, такие как авторизация QoS, распределение QoS относительно сервисов и инструменты управления QoS. Так же необходимо учитывать сквозное управление QoS - работу в комбинированных сетях, каналах передачи информации, которые включают как новые сегменты NGN, так и стандартные IP-сети.

На сегодняшний день существует набор стандартов NGN, роли и функции по управлению QoS в которых отличаются. В данной статье проведен сравнительный анализ механизмов контроля QoS в шести различных стандартах NGN:

- 3GPP IMS;
- 3GPP2 MMD;
- ITU-T NGN-GSI;
- ETSI TISPAN;
- CableLabs® PCMM;
- MSF.

Общая архитектура элементов QoS в сети NGN представлена на рисунке 1.

Для каждого из стандартов поддержки QoS в NGN существует своя структура элементов управления качеством и их назначения. Кратко опишем назначение элементов в разрезе каждого стандарта.

3GPP IMS. Внутри IMS находится PCRF (функция правил управления и загрузки) [1] – это модуль управления, образующий связь между уровнями сервиса сигнализации и передачи данных.

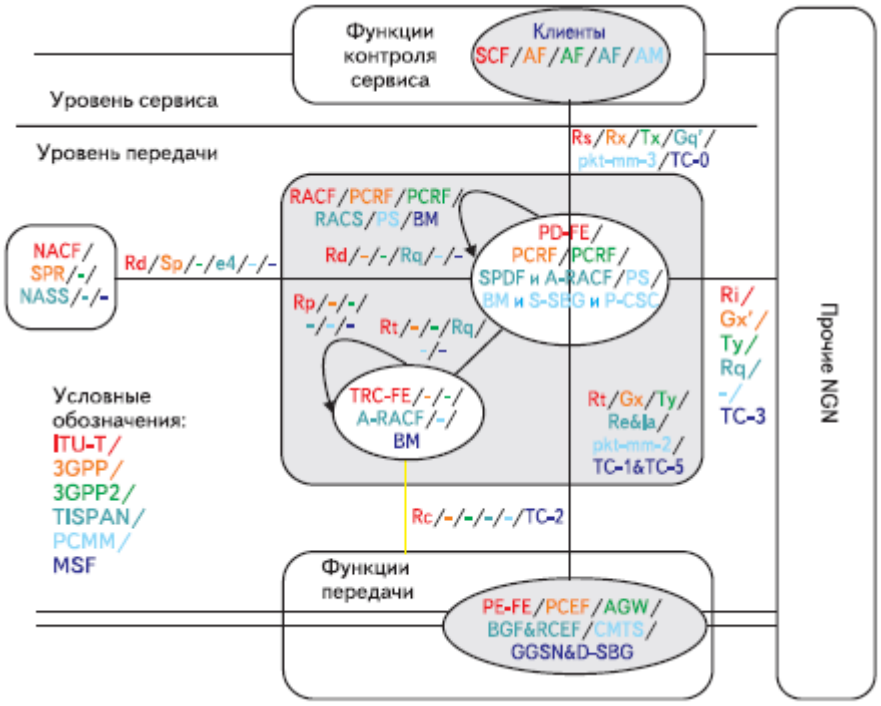


Рисунок 1. Архитектура элементов QoS в сети NGN

PCRF упорядочивает абонентские и прикладные данные, авторизует ресурсы QoS и дает указания по уровню передачи относительно классов сервиса. PCRF подключен через интерфейс Rx к функции приложения (AF), которая реализует динамическое управление и контроль QoS на уровне трафика данных. PCEF определяет класс трафика и применяет выбранные политики обслуживания. Узел управления регистрацией абонента (SPR) предоставляет особые абонентские данные для PCRF - для помощи оценки решений управления.

3GPP2 MMD. Внутри модели MMD контроль QoS является частью механизма контроля носителя на основе сервиса, точка решения управления здесь также определяет функцию правил управления и загрузки (PCRF) [2]. Эта функция имеет интерфейс (Tx) для функции приложения - AF (например, P-CSCF), которая отвечает за решения уровня сервиса приложения, при этом интерфейс (Ty) соединяет PCRF со шлюзом доступа - AGW (например, PDSN), который отвечает за поддержку управления ресурсами сети.

ITU-T NGN-GSI. В рамках модели ITU-T NGN [3] функции контроля ресурса (RACF) - это модуль связи между уровнями сервиса и трафика. В этой модели существует разбиение внутри RACF, при этом PD-FE производит особый контроль QoS верхнего приложения, а TRC-FE принимает решения в зависимости от нижнего уровня передачи контроля QoS.

PD-FE обеспечивает отдельную точку контакта (Rs) для функций контроля сервиса (SCF), требующую контроля QoS. Его роль - принятие окончательного решения по контролю ресурса сети, построение схемы сервиса QoS, необходимого для параметров сети QoS, а также указания (Rt) для TRC-FE по выявлению и определению необходимых ресурсов QoS на протяжении пути передачи.

Роль TRC-FE заключается в работе с различными базовыми технологиями передачи, наблюдении за доступностью ресурсов и обеспечении PD-FE решениями контроля на основании данных о ресурсе.

ETSI TISPAN. В TISPAN способ связи уровня сигнализации и трафика определен в подсистемах контроля ресурсов и приема (RACS) [4]. Как и в ITU-T, внутри RACS «верхняя» функция управления сервисами (SPDF) обеспечивает для AF одну точку контакта через интерфейс Gq'. SPDF связывается через интерфейс Rq с «нижним» уровнем A-RACF. Основные функции A-

RACF - это управление запросами контроля приема со стороны SPDF и предоставление управления доступом к сети. Эти функции используются для подтверждения запросов ресурсов, полученных от SPDF через внутридоменный линк A-RACF и оказывают помощь в процессе контроля приема со стороны NASS, связанного с ним через интерфейс e4. NASS информирует A-RACF, о подключении пользователя к сети, предоставляет информацию о сети нижнего уровня, которая позже может быть передана на запрос сервиса высшего уровня от AF через SPDF.

PCMM. В этой модели сервер, обеспечивающий выполнение правил (PS), отвечает за принятие решений относительно правил QoS на основании определенных правил управления, при этом точка поддержки находится в точке конечного потребителя (CMTS). PS подключен через интерфейс pkt-mm-3 к администратору приложений, а через интерфейс pkt-mm-2 - к CMTS, который выполняет контроль приема согласно необходимой оболочке QoS, принимает решение управления и определяет оптимальный маршрут.

MSF. В рамках модели MSF администратор полос пропускания (BM) [6] обеспечивает отдельную точку контакта высших уровней для установки ресурсов QoS по всей базовой сети передачи. Различные модули в рамках высших уровней могут запрашивать администратор полос пропускания через интерфейс TC-0 для определения полосы пропускания, контролируемых QoS. Администратор полос пропускания следит за базовыми сетями и отвечает посланием, информирующим запрашивающие элементы о том, существует ли допустимый уровень QoS в базовой сети передачи для переноса этого потока или нет.

Роли элементов управления QoS в сети NGN для выше описанных стандартов приведены на рисунке 2.

	ITU-T NGN-GSI Rel 1	3 GPP Rel 6&7	3 GPP Rev B	ETSI TISPAN Rel 1	PCMM	MSF Rel 2
Функция решения по управлению	Функциональный модуль решения по управлению PD-FE	Функции правил загрузки и управления PCRF	Функции правил загрузки и управления PCRF	Функция принятия решения по управлению на основе сервиса SPDF A-RACF Функции контроля доступа к ресурсам и приема (частично)	PS- Сервер, обеспечи-вающий выполнение правил	BM — администратор полос (частично) P-CSC — контроллер сессий и вызова по прокси (частично) S-SBG — пограничный шлюз сессии сигнализирующего маршрута (частично)
Функция контроля ресурса передачи	TRC-FE Контроль ресурса передачи FE	GGSN/SGSN/ RNC/Узел B (прикрепленный, только GPRS)	PDSN/PCF/BSC (прикрепленный, только CDMA)	A-RACF (Частично)	CMTS (частично)	BM — администратор полос (частично)
Функция поддержки управления	PF-FE — функция поддержки управления, модуль расположен в сетевых устройствах (напр., DSLAM/ BRAS/GGSN/PDSN, пограничный шлюз)	PCEF — функция поддержки управления и загрузки (напр., GGSN, TaGW)	AGW — Шлюз доступа (напр., PDSN)	BGF — Функция пограничного шлюза (напр. базовый пограничный узел) RCEF — Функция поддержки контроля ресурса (напр., сторона IP)	CMTS — Сервис выхода кабельной модели	D-SBG — пограничный шлюз сессии данных (напр., базовый пограничный узел) GGSN

Рисунок 2. Роли элементов управления QoS в сети NGN для различных стандартов

Проведенный анализ существующих стандартов управления QoS в сети NGN показал, что основные различия заключаются в следующем:

- В ITU-T TRC-FE следит за уровнем трафика и принимает решения по перераспределению ресурсов, в то время как в ETSI A-RACF может также поддерживать управление на уровне сигнального трафика.
- ITU-T RACF управляет как сигнальной информацией, так и трафиком данных, в то время как ETSI A-RACF включает только функцию управления трафиком данных от пользователей.
- A-RACF поддерживает сквозной QoS, в то время как RACF в настоящий момент больше сфокусирован на уровне доступа QoS.
- A-RACF обеспечивает конечного пользователя услугами, не имея возможностей подбирать подходящий QoS в зависимости от типа сервиса, в то время как RACF опирается на NASS для подачи информации об абоненте, который собирает статистику востребованности сервисов.

В общем, модель ETSI TISPAN предоставляет больше возможностей, чем модель ITU-T NGN-GSI, хотя модель ITU-T имеет более широкое применение, так как сбалансирована по функционалу управления трафиком данных и сигнализации.

Стандарт PCMM разработан недостаточно для дальнейшего развития в рамках NGN. Он отличается от прочих стандартов тем, что предоставляет ряд сигнальных путей для проведения контроля QoS. Данный стандарт сконцентрирован на QoS в сети управления трафиком данных.

В основном MSF опирается на объединение разных сетей и окружение различных видов и стандартов. В результате ее администратор полос является единственным элементом контроля управления, который не может быть прямо включен для управления уровнем трафика данных. Вместо этого BM основывается на сборе точной информации по измерению сигнального трафика в сети, в которой требуется QoS, давая клиентам возможность прямо запрашивать управление на уровне трафика. Это снижает сложность реализации BM, хотя увеличивает количество точек коммуникации QoS в сети.

Таким образом, проведенный анализ показал, что в сетях NGN применяются различные сложные методы контроля QoS. Они применяются для различных областей телекоммуникаций, для которых были разработаны, связаны по своим функциям с предоставлением контроля QoS для трафика данных и управления в соответствии с областью применения (сети мобильной связи, публичные телефонные сети, сети передачи данных). Дальнейшее усовершенствование стандартов и стимулирование рынка NGN обеспечит улучшение качества механизмов обеспечения QoS и выработку единого универсального стандарта для всех видов NGN сетей, что улучшит взаимодействие провайдеров услуг друг с другом, с клиентами, а также облегчит настройку сквозного QoS в сетях нового поколения.

Литература:

1. 3GPP Standard TS 23.203 v7.1.0. Policy and charging control architecture (Управление и структура контроля загрузки). Dec. 2006.
2. 3GPP2 Draft X.S0013-012-0 v0.21.0. Service Based Bearer Control (Контроль носителя на основании сервиса). Apr. 2006.
3. ITU-T Standard Y.2111. Resource and admission control functions in next generation networks (Функции контроля ресурса и приема в сетях следующего поколения). Sep. 2006.
4. ETSI Standard ES 282 003 v1.1.1. Resource and Admission Control Sub-system (RACS); Function Architecture (Подсистемы контроля ресурса и приема; функциональная структура). June 2006.
5. PacketCable Technical Report PFT-TR-MM-ARCH-V02-051221. Multimedia Architecture Framework (Комплексная архитектура). Dec. 2005.
6. MSF Standard MSF-ARCH-003.00-FINAL. MSF Release 3 Architecture, 2006.
7. Шринивас Вегешна. Качество обслуживания в сетях IP. Вильямс.- 2003.-368с

Б.А. Панченко, Д.В. Денисов, В.В. Мохова

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АНТЕННЫ НА БАЗЕ ЛИНЗЫ ЛЮНЕБЕРГА ПРИ КРУГОВОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ ПОЛЯ

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики» Уральский технический институт связи и информатики (филиал), г. Екатеринбург, Россия

Ключевые слова: линза Люнеберга, круговая поляризация, основная поляризация, кросс-поляризация.

С использованием тензорных функций Грина, разработана математическая модель многослойной линзы Люнеберга. Модель позволяет получить расчетные диаграммы направленности Линзы Люнеберга, по основной и кросс-поляризационной составляющим, при облучении слабонаправленной антенной: апертурным излучателем. В качестве модели линзы

использована восьмислойная диэлектрическая структура с изменяющимися значениями диэлектрической проницаемости отдельных слоев.

B.A. Panchenko, D.V. Denisov, V.V. Mokhova

ANTENNA CHARACTERISTICS LUNEBERG LENS IN THE CIRCULAR POLARIZATION FIELD

Keywords: Luneberg lens, circular polarization, main polarization, cross-polarization.

With use of tensor functions of Green, the mathematical model of a multilayered lens of Lyuneberg is developed. The model allows to receive settlement directional patterns of the Lens of Lyuneberg on the main and cross-polarizing components, at radiation by the weakly directional antenna: aperture radiator. As model of a lens the eight-layer dielectric structure with changing values of dielectric permeability of separate layers is used.

Линза Люнеберга (ЛЛ) - сферически симметричная конструкция, с переменным показателем преломления материала, удовлетворяющего закону (1) [1]:

$$n(r) = \sqrt{\varepsilon'(r)} = \sqrt{2 - (r/a)^2} = \sqrt{2 - \tilde{r}^2}, \quad (1)$$

где, ε' - относительная диэлектрическая проницаемость материала линзы в точке *r*;

r - радиальная координата в сферической системе координат;

a - внешний радиус линзы.

Практическая реализация антенн на базе ЛЛ производится в виде многослойной сферической структуры, так как реализация непрерывного изменения закона (1) затруднительна. Основным преимуществом таких антенн является возможность широкоугольного сканирования при фиксированном положении основного элемента конструкции тела линзы.

В работе составлена математическая модель, которая позволяет исследовать направленные характеристики ЛЛ при облучении источником круговой поляризации: апертурным элементом однонаправленного излучения (рисунок 1).

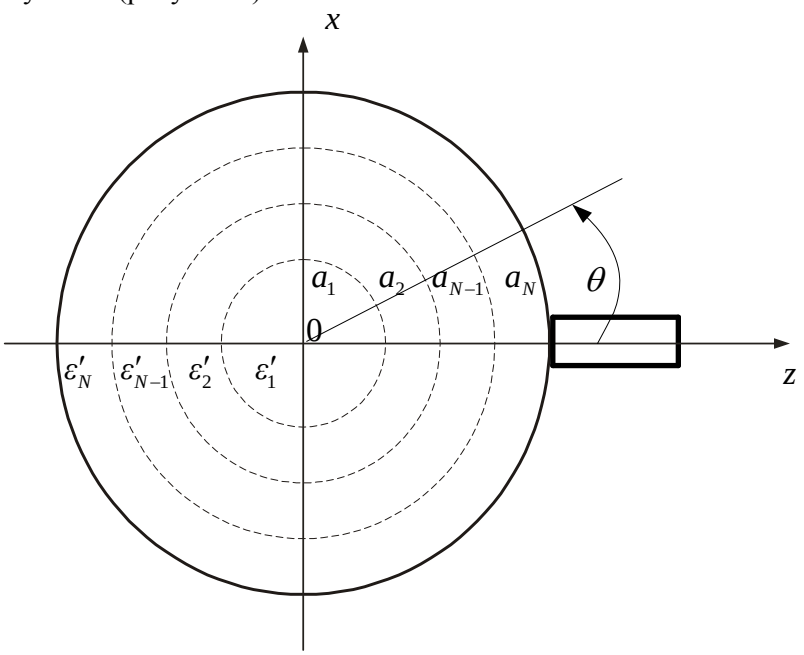


Рисунок 1. Линза с облучателем в виде волновода

Рассчитываются диаграммы направленности по основной (*оп*) и кросс-поляризации (*кп)*. Появление *кп* обусловлено наличием границ разделов слоев и кривизной поверхностей линзы.

Рассчитываются интегральные характеристики антенны на базе ЛЛ: коэффициент направленного действия и коэффициент усиления.

При облучении ЛЛ вибраторами, вектор напряженности электрического поля в дальней зоне рассчитывается с использованием аппарата тензорных функций Грина по следующей формуле:

$$\mathbf{E}(\theta) = E_0 \cdot \frac{e^{-i\cdot k_0 r}}{(k_0 r)} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n+1}{n(n+1)} \cdot e^{i\frac{\pi}{2}n} \cdot e^{i\varphi} \cdot$$
$$\cdot \left\langle [\mathbf{a}_\theta \cdot \tau_n(\theta) + i\mathbf{a}_\varphi \cdot \pi_n(\theta)] \cdot M_n - [\mathbf{a}_\theta \cdot \pi_n(\theta) + i\mathbf{a}_\varphi \cdot \tau_n(\theta)] \cdot N_n \right\rangle, \quad (2)$$

где, $k_0 = \frac{2\pi}{\lambda}$ - волновое число;

$\tau_n(\theta) = \frac{\partial P_n^1(\cos\theta)}{\partial\theta}, \pi_n(\theta) = \frac{P_n^1(\cos\theta)}{\sin\theta}$;

$P_n^1(\cos\theta)$ - функция Лежандра;

$M_n = \frac{i\tilde{\tilde{Z}}_n(a) - i}{i\tilde{\tilde{Z}}_n(a)\cdot h_n(k_0 a) - h'_n(k_0 a)}$, $N_n = \frac{i\tilde{\tilde{Y}}_n(a) - i}{i\tilde{\tilde{Y}}_n(a)\cdot h_n(k_0 a) - h'_n(k_0 a)}$,

$h_n(x), j_n(x)$ - сферические функции Бесселя - Рикатти [3];

$\tilde{\tilde{Z}}_n, \tilde{\tilde{Y}}_n(a)$ - ориентированные направленные импедансы и адмитансы, которые определяются последовательным пересчетом от внешней границы ЛЛ к центру через частичные области-слои, определяется по методике [2].

Из общего выражения для напряженности электрического поля, *оп* определяется как:

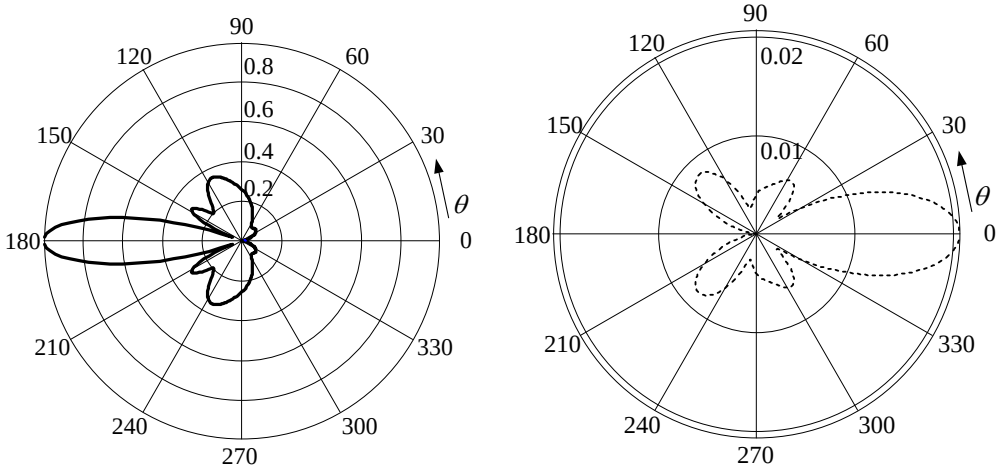
$$E_{\text{оп}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \mathbf{E} \cdot (\mathbf{a}_\theta + j\mathbf{a}_\varphi) \quad (3)$$

Поле кросс-поляризационной составляющей поля определяется как:

$$E_{\text{кп}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \mathbf{E} \cdot (\mathbf{a}_\theta - j\mathbf{a}_\varphi) \quad (4)$$

Под *кп* понимается поле противоположного направления вращения. В формулах 3 и 4, за основную поляризацию принято поле правого вращения.

В качестве примера на рисунке 2 в полярной системе координат приведены диаграммы по *оп* и *кп* для радиуса линзы $k_0 a = 2\pi$ $(2a = 2\lambda)$, облучаемой апертурным излучателем. Поля на рисунке 2а и 2б имеют общую нормировку.



а) диаграмма по полю *оп* б) диаграмма по полю *кп*

Рисунок 2. Диаграммы направленности ЛЛ при облучении апертурным излучателем

Для других диаметров линзы вторичные характеристики диаграммы направленности приведены в таблице № 1

Таблица 1 - Вторичные характеристики линзы для различных диаметров

k_0a	Апертурный излучатель		
	$2\Delta\theta$ по 3 дБ	ψ_1, дБ	$E_{\text{кп}}$макс, дБ
2π	20	-10,6	-33,6
4π	10	-8,6	-45,5
6π	4,4	-8,3	-35,3
8π	4,2	-8,3	-35,3

где, $2\Delta\theta$ - ширина диаграммы направленности по уровню 3 дБ;

ψ_1 - уровень первого бокового лепестка, дБ;

$E_{\text{кп}}$макс - максимальный уровень *кп* составляющей.

Численные расчеты произведены для восьмислойного оптимизированного профиля линзы [4]. Относительно высокий уровень *кп* для облучателя в виде крестообразного вибратора с рефлектором, обусловлен как деполяризационными свойствами линзы, так и наличием *кп* поля в собственном облучателе. Результаты работы позволяют обосновано выбрать количество и характеристики слоев материала линзы при практической реализации антенны.

Литература:

1. Luneberg R.K. The mathematical theory of optics. / Providence. RT: Brown Univ. Press, 1944. 448 p.

2. Панченко Б.А. Рассеяние и поглощение электромагнитных волн неоднородными сферическими телами. / М.: Изд-во Радиотехника. 2013. 264 с.

3. Абрамовиц М., Стиган И. Справочник по специальным функциям. / М.: Изд-во Наука. 1979. 832 с.

4. 3. Fuchs B., Le Coq L., Lafond O., Rondineau S. Design optimization of multishell Luneburg Lenses // IEEE Trans. AP. 2007. V. 55. № 2. pp. 283-289.

5. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. / М.: Наука. 1973. 720 с.

В.И. Перепадя, В.И. Заболотный, Е.В. Герасименко

ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ФОРМЫ СИГНАЛА В КАНАЛЕ ПОБОЧНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ МОНИТОРА

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков, Украина

Ключевые слова: исследование, сигнал, электромагнитное излучение, монитор, дальняя зона, спектр, рамка, разведка, производная.

На основе анализа решений Максвелла, показана смена формы отклика наведенных значений э.д.с. в антенне разведывательного устройства в дальней зоне канала ПЭМИ. Установлено, что форма э.д.с. для электрической антенны соответствует второй производной исходного сигнала, а для магнитной - третей. Используя свойства преобразований Фурье, определены спектральные функции разведанных сигналов. Показана возможность определения величин параметров исходных сигналов по значениям измеренных «нулей» спектра ПЭМИ.

V.I. Perepadya, V.I. Zabolotnyi, E.V. Gerasimenko

STUDY OF CHANGES IN THE WAVEFORM IN THE CHANNEL SIDE ELECTROMAGNETIC RADIATION MONITOR

Kharkiv national university of radioelectronics, Kharkiv, Ukraine

Keywords: research, signal, electromagnetic radiation, monitor, the far zone, spectrum, frame, intelligence, derivative.

On the analysis of solutions of the Maxwell equations, which shows the change of the form of the response of the induced EMF values in antenna reconnaissance devices in the far zone channel TEMPEST. It is established that the form of the EMF for electric antenna corresponds to the second derivative of the original signal, and magnetic - third. Using the properties of Fourier transforms certain spectral functions explored signals. The possibility of determining the values of the parameters of initial signals the measured values of zeros of the spectrum TEMPEST.

Превышение уровня ПЭМИ определенных норм дает повод считать о возможной утечке информации. ***Целью этой статьи является определение факторов, которые влияют на форму сигнала в дальней зоне канала ПЭМИ при его разведке.***

Теория электромагнитного поля рассматривает несколько моделей излучателей электромагнитных полей, но в канал ТКУИ, используют рамку [1].

Рамка – модель реальной электрической схемы цепи преобразования (усиления) видеосигнала, которая имеет определенные физические размеры и ориентацию в пространстве. Вокруг рамки по законам электродинамики образуется электромагнитное поле [2].

Решение уравнений Максвелла для элементарного рамочного излучателя известны для гармонического тока частотой ω и амплитудой *I*. При этом должно выполняться условие квазистационарности.

Решение уравнений Максвелла [2] в комплексной форме для векторной составляющей поля показывает связь между амплитудой, частотой и фазой гармонического тока в рамке с аналогическими параметрами составляющих электромагнитного поля.

С целью следующего анализа, упрощения и наглядности получения результатов, систему уравнений [2] можно записать в виде (волновой множитель $e^{j(\omega t-kr)}$ опущен):

$$\begin{cases} \dot{E}_{\varphi}(\omega)=\omega^2\dfrac{\dot{I}sW}{4\pi rc^2}\left[1-i\dfrac{1}{kr}\right]\sin\theta, \\ \dot{H}_{r}(\omega)=i\omega\dfrac{\dot{I}s}{2\pi r^2c}\left[1-i\dfrac{1}{kr}\right]\cos\theta, \\ \dot{H}_{\theta}(\omega)=-\omega^2\dfrac{\dot{I}s}{4\pi rc^2}\left[1+i\dfrac{1}{kr}-\dfrac{1}{(kr)^2}\right]\sin\theta, \end{cases} \quad (1)$$

где: ω - частота;

W – волновое сопротивление пространства (*W*=120π);

r - расстояние к точке наблюдения;

θ - меридиальный угол на точку наблюдения;

s - площадь рамки;

c - скорость света;

$\dot{I}$ - комплексная амплитуда тока в рамке.

При выводе (1) использованы соотношения для волнового числа $k=2\pi/\lambda=\omega/c$.

Дальнейший шаг - определить комплексную передаточную функцию по составляющим поля *E* и *H* для аргумента – *I*(ω) для дальней зоны ПЭМИ. Критерий дальней зоны: kr >>1.

В системе уравнений (1) видно, что значения модуля второго уровня намного меньше третьего .Тогда составляющей поля H_r можно пренебречь. Таким образом, можно, с точностью до знака, записать:

$$K_E(\omega)=\frac{\dot{E}}{\dot{I}}\approx\omega^2\frac{sW}{4\pi rc^2}\sin\theta,$$
$$K_H(\omega)=\frac{\dot{H}}{\dot{I}}\approx\omega^2\frac{s}{4\pi rc^2}\sin\theta. \quad (2)$$

Выражения позволяют определить спектральные характеристики поля *E* или *H* ПЭМИ дальней зоны по спектральной характеристике исходного сигнала $S_i(\omega)$ в электрической цепи устройства, которое создает эти ПЭМИ, по очевидным формулам:

$$S_E(\omega)=K_E(\omega)*S_i(\omega)=\omega^2\frac{sW}{4\pi rc^2}\sin\theta*S_i(\omega), \quad (3)$$

$$S_H(\omega)=K_H(\omega)*S_i(\omega)=\omega^2\frac{s}{4\pi rc^2}\sin\theta*S_i(\omega). \quad (4)$$

На основании свойств преобразований Фурье, наличие множителей ω^2, в (3) и (4), дает основание считать, что форма исходного сигнала во времени $a(t)$, которая порождает его спектральную функцию $S_i(\omega)$ трансформируется во временную форму напряженности поля $e(t)$, которая соответствует второй производной $a''(t)$.

Таким образом, мгновенное значение электродвижущей силы (э.д.с.) $\varepsilon_d(t)$, которое наводится в дипольной антенне средства разведки, будет составлять $\varepsilon_d(t)=l*e(t)$. Форма $\varepsilon_d(t)$ во времени будет соответствовать второй производной исходного сигнала $a(t)$.

При разведке ПЭМИ рамочной антенной э.д.с. $\varepsilon_p(t)$ в ней может быть выражена как: $\varepsilon_p(t)=\mu s_p\frac{dH(t)}{dt}$, где s_p-площадь рамочной антенны средства разведки.

Производная $\frac{dH(t)}{dt}$, исходя из свойств преобразований Фурье в спектральном выражении, приводит к появлению дополнительного множителя ω в выражении спектра принятого рамочной антенной сигнала.

Таким образом, выражение для спектра сигнала рамочной антенны будет включать в себя множитель ω^3 по отношению к исходному спектру сигнала в цепи устройства. По аналогии с обоснованием утверждения относительно формы $\varepsilon_p(t)$ можно сделать вывод, что она будет соответствовать уже форме третьей производной $a'''(t)$ исходного сигнала.

Полученные утверждения дают основание перейти к следующему шагу исследования.

Целью дальнейших исследований дальней зоны канала ПЭМИ будет получение аналитической формы представления разведывательного сигнала на выходе принимающей антенны в неразрывном виде. Требование по неразрывности аналитического выражения для формы принятого сигнала объясняется тем, что в реальном мире технический канал ПЭМИ является аналоговым.

Проведенный анализ представлен для прямоугольных симметричных сигналов, которые создают изображения текста на экране монитора.

Основные параметры таких сигналов (рис. 1):

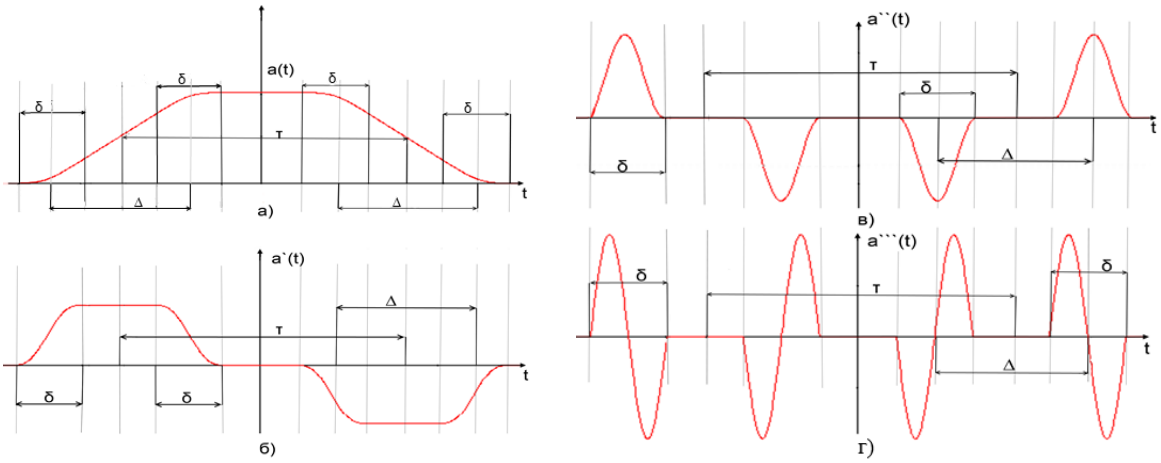


Рисунок 1. Симметрический трапецеидальный импульс и его производные

A – амплитуда; δ – длина перехода сигнала между линейными частями (между стационарным значением и линейной переменной и наоборот); Δ – время, которое определяет линейное возрастание (снижение) сигнала от 0 до A; τ – длина импульса по уровню половины амплитуды (как правило, эта величина и несет в себе информацию с ограниченным доступом для текстов).

Импульс с указанными параметрами изображен на рисунке 1а).

Проводя последовательное графическое дифференцирование функции 1а), нужно выбирать такие формы сигналов, которые не будут давать разрыв последующих производных, чтоб не было разрывов, скачков следующих производных от $a(t)$: $a'(t)$, $a''(t)$, … . В исследуемом случае, определенном как требование неразрывности третьей производной, можно ограничиться формой, приведенной на рисунке 1г).

Таким образом, реакция электрической антенны устройства разведки на ПЭМИ будет иметь вид приведенный на рисунке 1в), а магнитной – 1г).

Из выше сказанного следует:

1. в дальней зоне реакция разведывательного устройства на исходный информационный импульс определяется 4-мя участками перехода сигнала между линейными частями;
2. длина каждого из импульсов реакции составляет значение δ;
3. расстояние между отдельными импульсами для фронта (спада) определяется значениями Δ линейного возрастания(снижения) сигнала от 0 до A; расстояние между парами импульсов фронта (спада) зависит от информационного параметра исходного импульса τ.

Спектральная функция сигнала ПЭМИ в дальней зоне может быть определена из свойств Фурье преобразований.

Если взять третью производную сигнала изображенную на рис.1(г) и перенести к его центру начало координат, то в аналитическом виде на участке $-\delta/2 ... +\delta/2$ функция будет иметь вид:

$$a'''(t) = a_3(t) = -A_3 \sin(\pi \frac{2t}{\delta}).$$

После несложных преобразований спектр этого сигнала будет определен как:

$$S_3(\omega) = 2\int_0^{\delta/2} a_3(t)\, j \sin(\omega t)dt = j2A_3 \sin(\omega \frac{\delta}{2}) \frac{2\pi/\delta}{(2\pi/\delta)^2 - \omega^2}. \quad (5)$$

В соответствии с теоремой о спектре суммы отдельных импульсов можно определить их суммарный спектр. При этом следует также использовать свойство изменения спектра сигнала при его сдвиге во времени. Величина сдвига каждого из 4-х импульсов определяется значениями τ и Δ (см. рисунок 1).

Выражение $e^{-j(-\tau/2-\Delta/2)\omega} - e^{-j(-\tau/2+\Delta/2)\omega} - e^{-j(\tau/2-\Delta/2)\omega} + e^{-j(\tau/2+\Delta/2)\omega}$, порожденное с учетом сдвига 4-х импульсов легко сводится к $-4\sin(\omega\Delta/2)\sin(\omega\tau/2)$.

Таким образом, можно записать модуль спектральной функции сигнала рис. 1г) как произведение последнего выражения и (5):

$$\left|S\ (\omega)\right| = \left| 8A_3 \sin(\omega\frac{\delta}{2}) \frac{2\pi/\delta}{(2\pi/\delta)^2 - \omega^2} \sin(\omega\Delta/2)\sin(\omega\tau/2) \right|. \quad (6)$$

График такой функции в дБ, построенный в программной среде Mathematica 9, показан на рис.2 (для примера взяты характеристики импульса τ=17; δ=2,3; Δ=7,3). Полоса частот 0 – 1000 МГц.

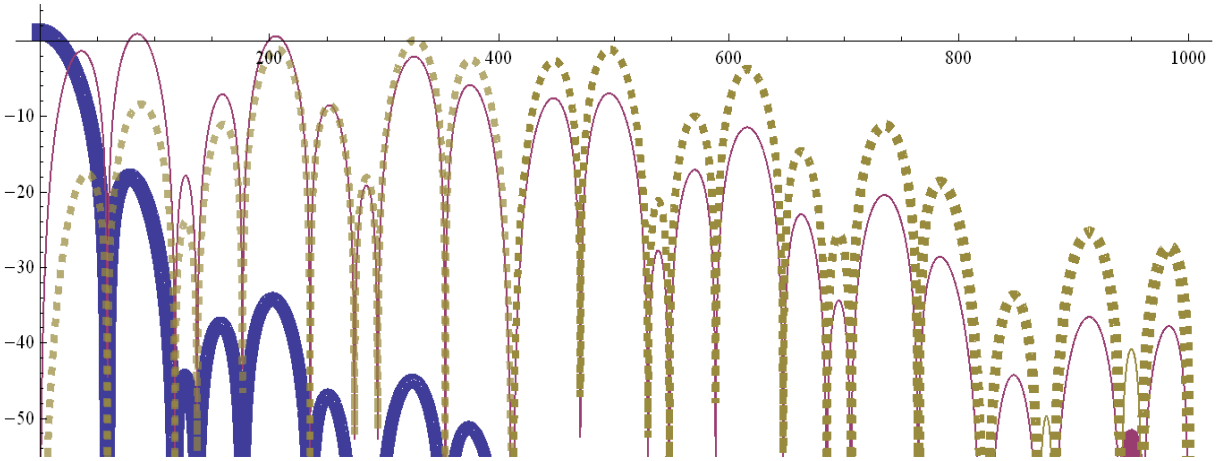


Рисунок 2. График модуля спектров сигналов 1а) (толстая сплошная линия), 1в) (пунктирная) и 1г) (тонкая)

Спектральная функция сигнала электрической антенны, точностью до коэффициента A_2, будет отличаться от (6) наличием множителя $j\omega$ в знаменателе, что полностью соответствует свойствам Фурье преобразований.

При практических измерениях ПЭМИ по положению "нулей" на графике можно определить параметры δ и Δ при известном значении τ.

Из приведенного можно сделать следующие выводы:

1. В дальней зоне, в зависимости от типа разведывательной антенны, форма разведываемого сигнала ПЭМИ определяется формой второй или третьей производной от формы исходного тока в цепи электрической схемы излучателя видеосигнала.

2. Величины параметров δ и Δ схемы преобразования (усиления) видеосигнала можно определить в ходе проведения практических измерений по положению "нулей" оцениваемого спектра ПЭМИ.

Литература:

1. Заболотный В.И., Емельянова Ю.В., Муромцева Н.А. статья Модель технического канала утечки информации за счёт побочных электромагнитных излучений монитора // Прикладная радиоэлектроника. 2007. № 6. С. 33-37.

2. Гольдштейн Л.Д., Зернов Н.В. Электромагнитные поля и волны. М.: Изд. «Советское радио» б 1971. 664с.

М.Ю. Ощепков, Е.О. Поповская

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОДНОРАНГОВЫХ СЕТЕЙ С ПЕРЕДАЧЕЙ IPTV ПОТОКОВ

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков, Украина

Ключевые слова: математическая модель, пиринговые сети, одноранговые сети, IPTV, топология, QoS.

Описана актуальность службы передачи мультимедийного потока IPTV, а именно системы персонального телевидения. Приведен состав классической сети IPTV и выявлены недостатки использования классической архитектуры. Альтернативным решением по поддержке сетей в условиях роста видеосервисов стали пиринговые видеосети. Описаны возможные топологии сети. Получены два вида математических моделей пиринговых сетей. Первая модель может быть использована при планировании сети. Вторая модель отображает динамические свойства пиринговой сети и может быть использована для отображения и организации контроля загрузки и перераспределения ресурсов сети.

M.U. Oshchepkov, E.O. Popovskaya

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODELS OF PEER-TO-PEER NETWORKS WITH IPTV FLOWS TRANSMISSION

Kharkiv National University of Radioelectronics, Kharkiv, Ukraine

Keywords: mathematical model, peer-to-peer network, transmission, IPTV, topology, QoS.

The relevance of the multimedia stream service IPTV is given, namely a system of personal television. The composition of classical IPTV network is shown and the disadvantages of using classical architecture are identified. An alternative solution to support networks in the face of rising video services is peer video network. The possible network topology is given. Two types of mathematical models of peer to peer networks are obtained. The first model can be used for network planning. The second model shows the dynamic properties of peer to peer network and can be used to display and control the organization and reloading of network resources.

В последнее время все более востребованной является служба передачи мультимедийного потока IPTV, а именно системы персонального телевидения. IPTV представляет собой принципиально новую форму коммуникации, которая успешно сочетает в себе информационную полноту и насыщенность сети Интернет с богатыми графическими и акустическими возможностями современных телевизионных систем. Именно по этой причине развитию комплекса технологий IPTV уделяется повышенное внимание.

В состав классической сети IPTV входят следующие компоненты:

- распределенные по сети видеосерверы, содержащие контент;
- терминальные устройства STB, обеспечивающие пользователям доступ к контенту. Устройство STB декодирует видеоданные и выводит расшифрованное видео на экран телевизора;
- транспортная сеть, которая обеспечивает предоставление услуг IPTV;
- участки сети абонентского доступа.

Тем не менее, рост числа пользователей выявил недостатки использования классической архитектуры, поскольку для поддержания QoS требовалось увеличение количества серверов, объемов их дискового пространства и увеличение производительности их сетевых адаптеров.

Одним из альтернативных решений по поддержке сетей в условиях роста видеосервисов стали пиринговые видеосети. Под пиринговой сетью следует понимать самоорганизующуюся компьютерную сеть, основанную на равноправии участников, а именно: имеются общие разделяемые ресурсы, кооперация между узлами, совмещение узлом сети ролей клиента и сервера. Пиром называют равноправного участника сети, предоставляющего свои ресурсы или сервисы другим участникам. Все узлы обмениваются друг с другом картами данных – файлами, в которых

указано наличие тех или иных видеофрагментов в узлах сети, которые могут потребоваться в текущий интервал времени. В итоге могут быть построены следующие модели пиринговой сети, отображающие те или иные свойства.

Топология такой сети может быть в виде множества деревьев или сетки. В случае древовидной топологии каждый клиент получает субпотоки данных от узлов нескольких, например, четырех деревьев (при этом используется метод кодирования субпотоков MDC). При отключении узла от сети, структура дерева перестраивается, при подключении нового узла – достраивается. В любом случае топология доставки данных носит топологию дерева, в одних случаях статического (рисунок 1), в других – динамического, меняющего топологию после передачи каждого очередного сегмента данных.

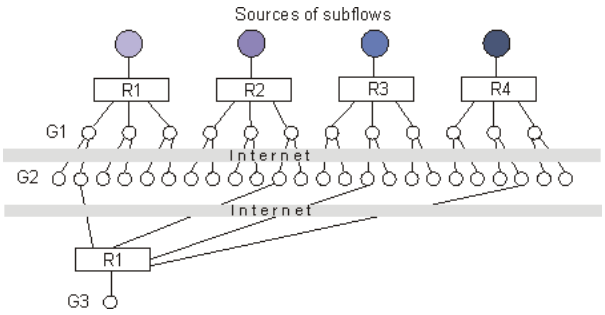


Рисунок 1. Топология с четырьмя деревьями

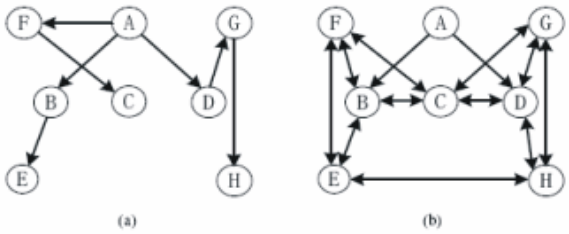


Рисунок 2. Топология решетки

На рисунке 1 представлена схема с MDC и разделением потока на четыре субпотока (4 дерева). Буквами G1, G2 и G3 обозначены поколения узлов-партнеров, которые участвуют в доставке видео данных другим узлам.

При сеточной топологии (рисунок 2) поток данных делится на небольшие модули, например, соответствующие одной секунде фильма. Соответствующие модули клиент получает от узлов сетки случайным образом или согласно некоторой закономерности. Узлом источником первичного видео потока здесь является узел *A*. Эволюция графа доставки видео фрагментов зависит от того, какие узлы направят запросы первыми.

Все узлы обмениваются друг с другом картами данных – файлами, в которых указано наличие тех или иных видеофрагментов в узлах сети, которые могут потребоваться в текущий интервал времени. В итоге получается следующая модель.

Имеется сеть узлов, соединенных каналами связи с различными пропускными способностями. В каждый момент времени появляются пары узлов, между которыми необходимо передать поток определенного объема в течение конечного промежутка времени. По истечении времени заявка снимается и освобождается ресурс сети.

Каждый узел как сервер способен обрабатывать, поступающие от других узлов запросы, отсылать соответствующие файлы по поступившим запросам, а кроме того выполнять некоторые вспомогательные и административные функции. Пиринговые сети или P2P сети (peer to peer) по сравнению с традиционными системами клиент-сервер обладают значительно большей масштабируемостью, а из-за отсутствия критических точек отказов представляют услуги с большей стабильностью. В последние годы запущен в эксплуатацию ряд крупномасштабных P2P систем передачи потокового видео. Например, Cool Streaming, PPLive, PPStream, UUSee, SopCast. Все эти системы используют общий принцип передачи информации, получивший название «модель изолированного канала» (ISO, isolated channel model). При этом пользователи, использующие один и тот же канал могут получать пакеты видеоданных, как от источника трансляции сервера, так и от остальных пользователей данной группы. Пиринговая P2P сеть представляет собой динамическую, развивающуюся во времени систему, динамика которой определяется скоростью загрузки данных из сети, а так же скоростью, с которой пользователь может отправлять данные в сеть, определяемая как скорость отдачи. Очевидно, для видео сервера определяется только скорость отдачи. Состояние сети изменяется во времени при открытии или закрытии пользователем видеоприложений, при включении и выключении персонального компьютера, что изменяет число пользователей данной сети. Изменяется состояние каналов, которые одновременно просматривают пользователи. При этом скорость изменения состояния каналов превышает скорость открывания, закрывания

видеоприложений. Поэтому допустимо рассматривать модель P2P сети, в которой число пользователей остается постоянным, а изменяется только число пользователей, связанных одним каналом.

Процесс переключения каналов пользователем сети P2P телевидения можно рассматривать как процесс блуждания некоторой заявки между узлами сети массового обслуживания, где узлами являются каналы. Однако модель массового обслуживания не отражает текущего состояния сети, а дает представление о средних значениях этих состояний. Так вероятность состояния i - того канала может быть определена как:

$$P_i = x_i / \sum_{j=1}^{m} x_j$$

Для исследования P2P сетей целесообразно использовать модели, отображающие динамику изменения элементов данной сети.

Рассмотрим более подробно динамическое состояние анализируемой сети.

Имеется сеть узлов, соединенных каналами связи с различными пропускными способностями. В каждый момент времени появляются пары узлов, между которыми необходимо передать поток определенного объема в течение конечного промежутка времени. По истечении времени заявка снимается и освобождается ресурс сети.

Математическая модель пиринговой сети может быть построена по отношению n - ого пользователя, использующего m - ый канал или же с использованием состояния m - ого канала, количественно учитывающего соответствующую нагрузку. В первом случае имеем матрицу состояний $X = (x_{nm})$, где $x_{nm} = 1$, если n - ый пользователь рассматривает m - ый канал и $x_{nm} = 0$ в противном случае. Данной модели может быть придан вероятностный смысл $P_m(k)$,показывающий с какой вероятностью на k - ом шаге будет задействован m - ый канал. Эта вероятность равна:

$$P_m(k) = P\{x \epsilon X_m(k)\} = \sum_{x-x_{m(k)}}^{x} P(x).$$

Для второй модели, отображающей загрузку m - ого канала, требуется динамическое представление в виде состояния x на k - ом шаге, или же в непрерывном случае это состояние может представлять собой загрузку m - ого канала или его популярность. Скорость изменения загрузки определяет производная $dx_m(t)/dt$.

Состояние всей пиринговой сети в этом случае может быть представлено вектором:

$$\overline{X_m^T} = (x_m^{(1)}, x_m^{(2)}, \dots, x_m^n). \quad (1)$$

Разностное уравнение отображающее скорость изменения состояния m - ого канала на $k + 1$ - ом шаге можно представить в виде:

$$X_m(k+1) = F(k+1, k)x(k) + G(k)\xi(k)\ , \quad (2)$$

где $F(k+1, k)$- переходная вероятность между состояниями на k - ом и $(k+1)$ - ом шаге;

$G(k)$- масштабируемый множитель, определяющий интенсивность изменения состояния;

$\xi(k)$ - порождающий гауссов белый шум, являющийся источником случайных изменений состояний.

В соответствии с методом переменных состояния на основании уравнения (2) могут быть построены процедуры в виде фильтра Калмана-Бьюси или алгоритмов стохастической аппроксимации, что позволит дальше на основании этих оценок построить управление состоянием каналов, т.е. произвести оценку загрузки сети и перераспределение ее ресурсов.

Выводы:

1. Преимуществами использования пиринговой технологии являются: возможность существенно снизить нагрузку на сеть, сохранить качество передаваемого контента, организовать прямые трансляции с минимальными задержками и др.
2. Получены два вида математических моделей пиринговых сетей. Первая модель отображает состояние n - ого пользователя m-ого канала, которое может рассматриваться как априорная модель, которая может быть использована при планировании сети.
3. Вторая модель отображает динамические свойства пиринговой сети и может рассматриваться как модель апостериорных состояний. Эта модель может быть использована для отображения и организации контроля загрузки и перераспределения ресурсов сети.

Литература:
1.Popovskij V., Barkalov A., Titarenko L. Control and Adaptation in Telecommunication Systems, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011;
2. Wehrle K., Gunes M., Gross J. Modeling and tools for Network simulation, Springer Heidelberg Dordrecht London New York, 2010;
3. Shen X., Yu H., Buford J., Akon M. Handbook of Peer-to-Peer Networking, Springer New York Dordrecht Heidelberg London", 2010;

Е.Д. Пронина

МОДЕРНИЗАЦИЯ РАДИОВЕЩАТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ ДВ ДИАПАЗОНА С УЧЕТОМ СТАНДАРТА DRM

Московский технический университет связи и информатики, г. Москва, Россия

Ключевые слова: Стандарт *DRM*, режим *Simulcast*, частотно-расширительные цепи, предел Чу-Харрингтона, логопериодическая антенна, линии с плавающей точкой отчеки.

Рассматриваются особенности модернизации для переходного периода радиовещательных антенн ДВ диапазона с учетом цифрового стандарта *DRM*. В переходный период целесообразно передавать сигнал как в цифровом, так и в аналоговом виде, что требуется учесть при значительном расширении полосы частот. Для нижней части ДВ диапазона предлагается использовать логопериодические антенны уменьшенных габаритов с использованием частотно зависимых изоляторов, в качсестве которых могут быть использованы длинные линии с плавающей точкой отчески. В верхнем части ДВ диапазона целесообразно использовать частотно-раширительные цепи.

E.D. Pronina

UPGRADING RADIO STATIONS ET RANGE GIVEN STANDARD DRM

Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow, Russia

Keywords: standard DRM, mode Simulcast, frequency expansion circuit limit Chu -Harrington , log-periodic antenna, line floating-point cutoff .

The features of modernization transitional broadcasting antennas ET range considering digital standard DRM. During the transition period it is advisable to transmit both digital and analog form, which must be considered when a significant expansion of bandwidth. To the bottom of the DV range is suggested to use log-periodic antenna with reduced dimensions using frequency-dependent insulators , as that can be used long lines floating-point cutoff . In the upper part of the range it is advisable to use the DV -frequency circuit expansion.

Стандарт DRM

Стандарт *DRM* (*Digital Radio Mondiale*, всемирное цифровое радио) появился позже стандарта *DAB* — в 1998 г. Он обладает рядом преимуществ. Помимо дальности вещания, в *DRM* применяется более современная схема кодирования *MPEG-4* (в *DAB* используется технология *MPEG-1 Layer 2*), а цифровизация радиопередатчиков под *DRM* обходится дешевле. Дополнительное преимущество *DRM*-сигнала состоит в том, что, обладая большей помехозащищенностью, чем АМ, и обеспечивая при этом в коротковолновом эфире качество аналогичное *MP3*-плеерам или *FM* вещанию, он занимает полосу частот точно такую же, как и АМ сигнал. Также используемые *DRM* диапазоны частот (поддерживаются частоты до 50 МГц) более свободны, поскольку коммерческие радиостанции переместились в *FM*-диапазон. Минусом *DRM* являются абонентские устройства. У *DRM* скудный модельный ряд, а цена приемных устройств колеблется в диапазоне от $500 до $1000. Кроме того, вещание в *DRM* пока ведут, в основном,

радиостанции, созданные для распространения точек зрения различных государств на другие страны («Голос России», *BBC World Service, Deutsche Welle* и др.).

Радиовещание в диапазоне ДВ из-за малого затухания поверхностной волны с учетом инфраструктурных и эксплуатационных затрат в 4-6 раз экономичнее, чем в диапазоне СВ, и сопоставимо с вещанием в диапазоне УКВ. При этом радиус зоны обслуживания одного передатчика превышает 400 км, и для покрытия всей территории РФ требуется менее 30 передатчиков. Поэтому задача поиска решений для обеспечения возможности использования антенных систем диапазона ДВ в режиме *DRM* является актуальной.

Требования к КСВ

Антенны диапазонов ДВ и СВ вместе с элементами настройки и согласования обычно образуют систему, аналогичную резонансному контуру. Для выполнения требований ЭМС современным высокоэффективным радиовещательным передатчикам, работающим в цифровом режиме стандарта *DRM,* требуется хорошее согласование с нагрузкой (КСВ<1,05 [5]) во всей полосе частот передаваемого сигнала . Существующие на сети вещания антенные системы диапазона ДВ и, частично, СВ не обеспечивают требуемого значения КСВ и не могут быть согласованы до нужных параметров традиционными методами. Для решения этой задачи предложено использовать частотно-расширительные цепи (ЧРЦ), построенные на основе класса цепей с постоянным резистивным сопротивлением, позволяющие обеспечить работу современных вещательных передатчиков ДВ и СВ диапазонов в режиме *DRM* на узкополосную антенну.

Потери в ЧРЦ в различных режимах работы передатчика

Результаты проведенных расчетов потерь в ЧРЦ при различных исходных полосах пропускания антенны для полос сигнала *DRM* 9 кГц и 10 кГц, а также для режима одновременной передачи аналогового и цифрового сигналов Simulcast с суммарными полосами частот 18 к1ц и 20 кГц приведены на рис. 1. Там же показана неравномерность АЧХ в полосе сигнала DRM в режиме *Simulcast* (*SIMULtaneous broadCAST*-технология использования одних и тех же частот для радиосвязи на больших территориях). Следует отметить, что при работе в режиме *Simulcast* ЧРЦ настраивается на частоту несущей АМ сигнала, и потери, вносимые ЧРЦ в сигнал АМ, пренебрежимо малы. Как видно из рис. 1 [5], при исходной полосе пропускания антенны более 10 кГц, для сигнала *DRM* потери в ЧРЦ не превышают 1 дБ, и ЧРЦ можно использовать. При исходной полосе пропускания антенны более 34 кГц возможно использование режима *Simulcast,* при этом потери в ЧРЦ также не превышают 1 дБ, а неравномерность АЧХ — 2 дБ.

Возможность использования режима Simulcast в диапазоне ДВ

В диапазоне ДВ зарубежными вещателями используется только поочередное вещание в режимах АМ или *DRM*. На протяжении переходного периода актуальна одновременная передача аналоговых и цифровых сигналов, для чего потребуется удвоенная полоса частот и соответствующее согласование антенной системы в этой полосе. Как видно из рис. 1, использование режима *Simulcast* потенциально возможно при исходной полосе пропускания антенны более 34 кГц (по критерию допустимых потерь в ЧРЦ не более 1 дБ). Такие полосы пропускания имеют ряд находящихся в эксплуатации антенн высотой 257 метров, работающих в верхней половине диапазона ДВ, в частности, антенна ШАРРТ (шунтовая антенна с регулируемым распределением тока) на частоту 234 кГц. По определенному алгоритму проведено проектирование антенно-согласующей цепи, включающей в себя 4-х элементный ФНЧ-трансформатор с равноколебательной АЧХ для согласования с питающим фидером, Т- образную фазосдвигающую цепочку и собственно ЧРЦ в параллельной конфигурации (рис.4). Анализ спроектированной антенно-согласующей цепи показал возможность получения КСВ не более 1,05 в полосе частот 20 кГц при настройке ЧРЦ на частоту несущей АМ сигнала (в качестве примера на 229 кГц). При этом неравномерность АЧХ в полосе сигнала *DRM* не превышает 1 дБ, а потери в полосе сигнала *DRM* составляют менее 0,5 дБ [4].

Вывод: Разработанный алгоритм и программные средства проектирования антенно-согласующих цепей цифровых радиовещательных передатчиков стандарта *DRM* позволяют

использовать существующие антенные системы диапазона ДВ для создания сетей цифрового радиовещания стандарта *DRM*. В верхней половине диапазона ДВ просматривается потенциальная возможность применения режима Simulcast с двойной полосой частот.

Требования к КСВ антенных систем в режимах АМ и DRM

При работе современного передатчика с ШИМ модулятором в режиме *DRM* на узкополосную антенну возможно существенное (до 15 дБ) превышение его выходного спектра над ограничительной линией (маской) допустимых внеполосных радиоколебаний. Для устранения данного эффекта и сформулированы требования к КСВ антенны при работе передатчика в цифровом режиме стандарта *DRM*: КСВ <1,05 в полосе частот ± 5 кГц от несущей и <1,1 в полосе частот ± 10 кГц от несущей. Требования к КСВ антенных систем в режиме *DRM* оказываются намного более жесткими, чем для режима АМ. Поэтому непосредственное использование существующих в настоящее время на сети длинноволнового вещания антенных систем в режиме DRM не представляется возможным. Для решения этой задачи далее рассматриваются потенциальные (предельные) возможности согласования антенных систем традиционными методами, а также предлагается не использовавшийся ранее в отечественном мощном радиовещании метод согласования антенных систем с помощью элементов с потерями.

Потенциальные возможности LC-согласования антенных систем диапазона ДВ

Входной импеданс используемых в диапазоне ДВ антенных систем, высота опор которых, как правило, не превышает 375 метров, в большинстве случаев эквивалентен полному сопротивлению последовательного RLC контура. В этом случае полосовая добротность нагрузки $Q' = (\frac{\Delta f}{f0}) \times Q$ где $\Delta f = f\text{в} - f\text{н}$ - полоса согласования, f_0- средняя частота полосы согласования, Q- добротность последовательного контура, эквивалентного антенной системе. Известно, что предельные возможности согласования произвольной комплексной нагрузки с генератором в заданной полосе частот Δω определяются соотношением $|\Gamma| \geq e^{\frac{-\pi}{Q'}}$.

При требуемом КСВ нагрузки 1,05, допустимый коэффициент отражения $|\Gamma| = \frac{(\text{КСВ}-1)}{(\text{КСВ}+1)}$составляет 0,0244, и предельная (по Фано) полосовая добротность нагрузки Q' равна 0,846. Достижение предельного (по Фано) согласования возможно лишь при бесконечном числе элементов согласующей цепи, что не применимо в практических условиях. Максимально допустимое число элементов в практических конструкциях составляет 4...6. При увеличении их количества растут потери, увеличивается стоимость, и повышаются требования к точности и температурной стабильности элементов при незначительном увеличении качества согласования. Решая обратную задачу, можно найти значения полосовой добротности нагрузки для КСВ=1,05. Максимально допустимое в реальных конструкциях значение полосовой добротности нагрузки обеспечивается полиномиальной Чебышевской СЦ 3-го порядка 1 составляет 0,486.

Как показали измерения и моделирование входного импеданса распространенных на сети вещания антенн-мачт шунтового питания (АМШП) высотой 257 м, величина полосовой добротности нагрузки эквивалентного им контура становится меньше максимально допустимой для согласования LC элементами, начиная с частот выше 183 кГц. Аналогичные результаты были получены и для других используемых типов антенн (АРРТЗ, *LUAPFT*). Кроме этого, необходимо учитывать изменение активной части входного импеданса антенны в полосе рабочих частот, которое во многих случаях, особенно с увеличением отношения высоты антенны к длине волны, само по себе обуславливает КСВ на уровне 1,05. По этой причине и более высокие (например, 375 м) антенны также не могут быть согласованы LC цепями в нижней половине диапазона ДВ. Использование для согласования шлейфов, широко распространенных на действующей сети вещания, может только ухудшить ситуацию при согласовании в достаточно широкой полосе с малым КСВ, ввиду их собственных резонансных свойств.

Вывод: Таким образом, в нижней половине диапазона ДВ требуемая для работы передатчиков *DRM* величина КСВ даже теоретически не может быть обеспечена традиционными методами с помощью согласования LC элементами ни при каких высотах антенн. Варламов говорит, что в нижней половине (f<180 кГц) затухание меньше 1 дБ невозможно при высоте антенны 257 м,

и ее полоса ограничена пределом Чу-Харрингтона. Однако, в [1-3] предложено использование сверхминиатюрных антенн с полосой 34 кГц.

Возможно ли преодолеть предел Чу-Харрингтона?

В соответствии с принятой терминологией, под сверхминиатюрными антеннами понимаются антенны для которых $\frac{2\pi a}{\lambda} < 1$, где a - радиус воображаемой сферы, охватывающей антенну, λ - длина волны. Возможность миниатюризации антенны проанализировал Чу и, несколько позднее, Харрингтон. Чу показал, что минимальной добротностью Q обладают антенны, работающие на первой сферической гармонике. При $\frac{2\pi a}{\lambda} < 1$ предельная минимальная добротность излучателя растёт с уменьшением размеров антенны в кубической зависимости: $Q = \frac{(2\pi a)^3}{\lambda^3}$. Р.Фано по просьбе Чу выполнил согласование идеализированной антенны с указанной добротностью при помощи четырёхполюсников с неограниченно большим числом LC элементов (методика Фано) с целью увеличения рабочей полосы частот, и по результатам расчёта сделал вывод о несущественном улучшении диапазонности. Однако в дальнейшем. Г.С. Омаровым было показано, что этот вывод справедлив только для узкополосного режима работы, а в общем случае возможно согласование в полубезграничной полосе частот при некотором увеличении размеров антенны. Из этого факта вытекает необходимость анализа проблемы реализации сверхминиатюрных антенн в широком диапазоне параметров антенной системы с достаточно высокой точностью.

В соответствии с терминологией Р.Ч. Хансена под фундаментальным пределом Чу-Харринггона понимается предельно низкая добротность Q. В более широком смысле под пределом Чу-Харринггона понимается предельно минимальный радиус сферы a, охватывающий антенну, согласованную по Фано при заданном коэффициенте перекрытия по частоте и коэффициенте отражения по входу. Ю.В. Пименовым и В.Б. Белянским было высказано предположение, что преодоление предела Чу-Харрингтона возможно при использовании согласования, распределённого по объёму антенны. В качестве прототипа такой антенны была предложена длинная линия с плавающей точкой отсечки напряжения или тока.

Расчетные соотношения для предела Чу-Харрингтона

$\frac{2\pi a}{\lambda} = b\sqrt[3]{\frac{1}{2\pi}\frac{\chi^3-1}{\chi^3}\left|\ln\frac{1}{\rho}\right|}$, где $\chi = \frac{f_в}{f_н}$, fв=177кГц, fн=143кГц, f0=160кГц, λн=2097м,

КСВ=1,05; $\rho = \frac{КВС-1}{КВС+1} = 0{,}0243$; $|\ln\rho| = 3{,}714$; b=1 – коэфф. пропорциональности

$\frac{a}{\lambda_н} = \frac{0{,}6537}{2\pi}$, a- высота антенны в длинах волн.

$hmin = a\lambda_н$, высота антенны в метрах.

$hmin = 218м$.

Высота антенны по Чу-Харрингтону может быть существенно ниже, чем используемая на практике (297м). Однако, используя режим распределенного согласования, можно получить еще меньшие габариты антенны.

Вывод: Используя принцип распределённого согласования принципиально возможно создать сколь угодно малую антенну, работающую в сколь угодно широкой полосе частот при заданном уровне согласования. В качестве развязывающих элементов сверхминиатюрной антенны можно использовать длинную линию с плавающей точкой отсечки тока или напряжения. Так же было доказано, что хотя сейчас предела Чу-Харрингтона недостаточно, принципиально возможно выполнить антенны с габаритами меньше, чем это определено Чу-Харрингтоном. Это логопериодические антенны уменьшенных габаритов с дополнительными сосредоточенными элементами [1].

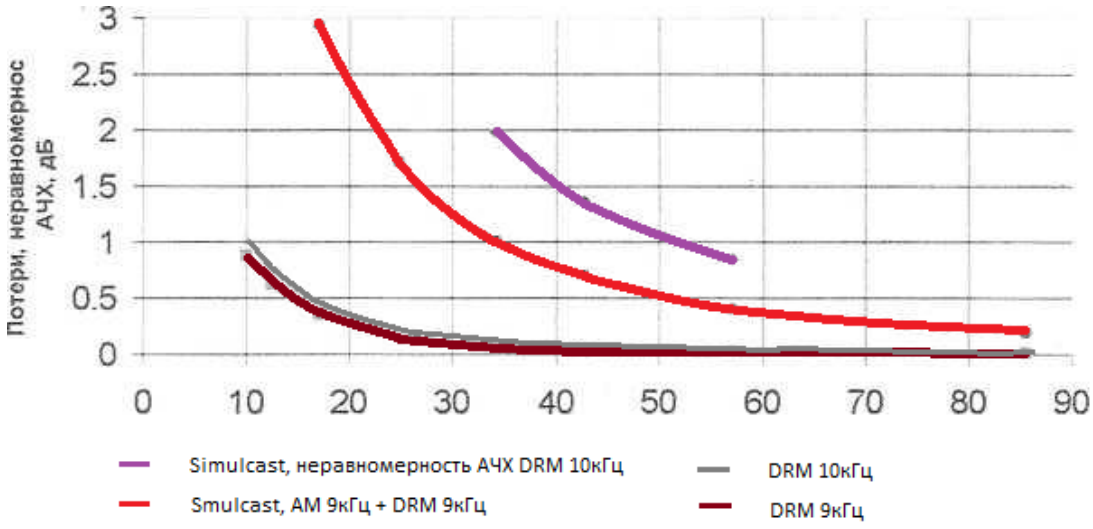


Рисунок 1. Потери в ЧРЦ в различных режимах работы передатчика в зависимости от исходной полосы пропускания антенны.

Литература:

1. Ханин Л.Б., Белянский В.Б., Пронина Е.Д. Сверхминиатюрные логопериодические антенны. Заявка на изобретение. Подано 11.02.2014.

2. Пименов Ю.В., Белянский Б.В. Длинные линии с плавающей точкой отсечки. //Тезисы доклада на НТК МТУСИ 2004.

3. Белянский В.Б. Возможно ли преодолеть предел Чу-Харрингтона? – T-Comm, №8, 2013.

4. Варламов О.В. Разработка алгоритма и программных средств проектирования антенно-согласующих цепей цифровых радиовещательных передатчиков стандарта DRM. – T-Comm, №2, 2013.

5. Варламов О.В., Горегляд В.Д. Расширение полосы согласования передающих вещательных антенных систем диапазона ДВ для работы в режиме DRM. – T-Comm, №1, 2013.

А.В. Пушкарев, В.Г. Орлов

ЭВОЛЮЦИЯ ТЕЛЕВИДЕНИЯ ВЫСОКОЙ ЧЕТКОСТИ

Московский технический университет связи и информатики, г. Москва

Ключевые слова: телевидение высокой четкости HDTV, телевизионные стандарты, сжатие видео, телевидение сверхвысокой четкости UHDTV, стандарт сжатия H.265/HEVC.

Рассмотрены основные технологические этапы развития телевизионных систем высокой четкости. Проведён сравнительный анализ и приведены параметры современных стандартов телевидения сверхвысокой четкости (UHDTV). Определены основные проблемы при переходе на формат UHDTV, проведён анализ принципов сжатия видеоинформации по стандарту HEVC и его ключевые отличия от предшествующих стандартов.

A.V. Pushkarev, V.G. Orlov

THE EVOLUTION OF HIGH-DEFINITION TV

Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow

Keywords: high-definition TV, television standards, video compression, ultra high-definition TV, H.265/HEVC video compression standard.

In this article are considered the basic technological stages in evolution of high-definition television systems. Was carried out comparative analysis and shown characteristics of modern UHDTV standards. As a results were determined the main problems for evolution to UHDTV format, analyzed the principles of HEVC video compression standard and its key differences from previous standards.

Исторически, термин «телевидение высокой чёткости» появился в 30-е годы прошлого века. Именно тогда, в телевизионной индустрии произошел качественный скачок: появились полностью электронные системы на основе электронно-лучевых трубок, позволившие отказаться от конструкций с механическим сканированием растра, обеспечивающих отображение малого количество элементов изображения. Одной из первых подобных систем стала британская система «А», запущенная в 1936 г. телевизионной компанией BBC. Она передавала изображения с 405 строками разложения и превосходила по параметрам качества другие существовавшие в то время стандарты телевещания. Позднее, 1949 г. во Франции была разработана система «Е», использующая 819 строк (из них 737 видимых) при соотношении сторон экрана 4:3. Эта система считается первым в мире стандартом чёрно-белого ТВЧ, однако её использование было ограничено лишь несколькими французскими телеканалами, а при переходе на цветное телевещание во Франции с 1965 г. был принят общеевропейский стандарт разложения 625/50. Характерно то, что 819-строчная система, как и большинство последующих аналоговых систем ТВЧ, занимала очень широкую полосу частот в эфире: видеосигнал - 10 МГц, а весь канал в целом — 14 МГц, что более чем вдвое превышало полосу частот канала в системах стандартной чёткости, что существенно сдерживало развитие систем ТВЧ. С ростом размеров экранов и достижением в конце 70-х годов технологического потолка по качеству изображения телевидения стандартной чёткости, в мире была возобновлена разработка систем вещания ТВЧ, [1]. Первая цветная аналоговая система ТВЧ была разработана японской телекомпанией NHK в 1978 года (стандарт MUSE - Multiple sub-Nyquist sampling encoding) и с запуском спутника «Juri BC-3» в 1989 г. началось регулярное вещание в этом стандарте на территории Японии. В 1990 году MUSE был предложен в качестве международного стандарта ТВЧ, однако не был принят Международным консультативным комитетом по радиосвязи (МККР), в частности, из-за низкой эффективности аналогового способа передачи ТВ сигнала высокой чёткости и широкой полосы занимаемых частот: 30 МГц при 1035 активных строках и соотношении сторон экрана 16:9. Хотя стандарт MUSE так и не стал международным, национальное вещание с его использованием продолжалось в Японии вплоть до 2007г. Первая попытка европейского сообщества внедрить ТВЧ вещание на территории Европы была предпринята в 1986г. после разработки стандарта HD-MAC, обеспечивающего передачу изображения с 1250 (1152 активными) строками разложения при 50 к/с при соотношении сторон 16:5. Особенностью стандарта является то, что сигнал HD-MAC представляет собой сложную смесь аналогового видеосигнала и цифрового звука. Впервые экспериментальное массовое вещание в формате HD-MAC было осуществлено на летних олимпийских играх 1992 года. Однако данный стандарт так и не стал популярным среди телевизионных компаний, в первую очередь из-за характерных для аналогового ТВЧ проблем: слишком широкая полоса частот, занимаемая сигналом, а также низкая по сравнению с цифровыми системами помехоустойчивость. Уже в 1993 году европейское сообщество отказалось от планов развертывания аналогового ТВЧ вещания с использованием HD-MAC и приступило к разработке цифрового стандарта DVB, [1].

В конце 90-х годов благодаря интенсивному развитию элементной базы, созданию более совершенных интегральных схем и внедрению эффективных методов цифровой обработки сигналов, стал возможен переход на цифровое ТВЧ вещание. Одновременно, поскольку ТВ контент стал цифровым, произошла конвергенция сетей передачи данных и сетей телевещания, которые ранее были жестко отделены. В августе 1999 года МККР был принят единый мировой стандарт цифрового телевидения высокой четкости HDTV. В нём для разложения на 1125 строк с

чересстрочной разверткой принято обозначение 1080i, определяющее количество активных строк и соответственно 1080p для прогрессивной развертки. Определяющими характеристиками стандарта HDTV помимо числа строк развёртки являются стандарт сжатия, схема цветовой дискретизации, характеристики сигнала цветности, а также частота строк и кадров. В отличие от стандартного телевидения HDTV поддерживает скорость до 60 прогрессивных кадров в секунду, а также различные цифровые аудио форматы (вплоть до Dolby Digital 5.1).В нашей стране с 2009 года используется новый ГОСТ для цифровых систем ТВЧ, в соответствие с которым установлен формат кадра 16:9 с разрешением 1920×1080, [2]. Также предусмотрен формат кадра 16:10 с разрешением 1920×1152 и дополнительным полем (1920×72) для текстовой информации, а также стандартный формат 4:3 с разрешением 1536×1152.

Дальнейшему развитию и внедрению систем ТВЧ способствовал скачок развития технологий производства дисплеев, что сделало их доступными для массового потребителя. К 2011 году, подавляющее большинство видео контента производимого телевизионными компаниями было представлено в формате HD. С этого момента телевизионная индустрия встала на путь перехода к стандартам ТВЧ нового поколения, относящихся к категории телевидения сверхвысокой чёткости UHDTV (Ultra High Definition TV) [3]. В 2012 году Международный Союз Телекоммуникаций одобрил принятие предложенных японской телевизионной компанией HNK стандартов телевидения сверхвысокой четкости. Эти стандарты получили обозначение 4K и 8K UHDTV, с разрешением 2160 x 3840 пикселей и 4320 x 7680 пикселей соответственно. В отличие от традиционного для телевидения обозначения разрешения, которое отталкивалось от количества строк, то есть количества элементов изображения по вертикали, для цифровой киноиндустрии принято отсчитывать разрешающую способность по длинной (горизонтальной) стороне кадра, табл.1. Соответственно цифры 4K и 8K (где K- это тысяча пикселей) означают количество столбцов развертки изображения. Такой принцип выбран из-за того, что в цифровой киноиндустрии, в отличие от телевидения, используется множество различных стандартов соотношения сторон экрана.

Таблица 1. Основные характеристики различных стандартов ТВЧ

Стандарт	Разрешение кадра	Число мегапикселей в кадре	Соотношение сторон экрана
4K UHD	3840 x 2160	8.3	16:9
4K (Ultra wide television)	5120 x 2160	11	21:9
4K (WHXGA)	5120 x 3200	16.3	16:10
8K UHD	7680 x 4320	33.1	16:9
	10080 x 4320	43.5	21:9
	8192 x 5120	41.9	16:10

Переход на новые форматы UHDTV накладывает высокие требования к вычислительной мощности устройств. Так обработка в реальном времени нескольких видео потоков UHD формата может оказаться за пределами возможностей традиционных центральных процессоров (CPU), что потребует встраивания в центральный процессор отдельного блока DSP- ядер. Для ускорения операций обработки в этом этого случае целесообразно использование ПЛИС или графического ускорителя (GPU). Кроме того, для некоторых объёмных или плохо оптимизированным приложений работающих с UHDTV, может быть необходима пропускная способность, превышающая возможности оперативной памяти DRAM и даже шины PCI Express [3].

Так же, серьезную проблему представляет трансляция и передача UHDTV видео. Не сжатый 4K UHD видеопоток имеет битрейт порядка 12 Гбит/с, что почти в 8 раз выше битрейта стандартного HDTV. Такой видеопоток требует очень высокой пропускной способности, и даже самые современные системы телевещания и беспроводной связи не могут передавать потоки UHDTV без совершенствования технологий сжатия. Используемые современные стандарты видео кодирования не обладают достаточной эффективностью и гибкостью для решения этой проблемы [4].

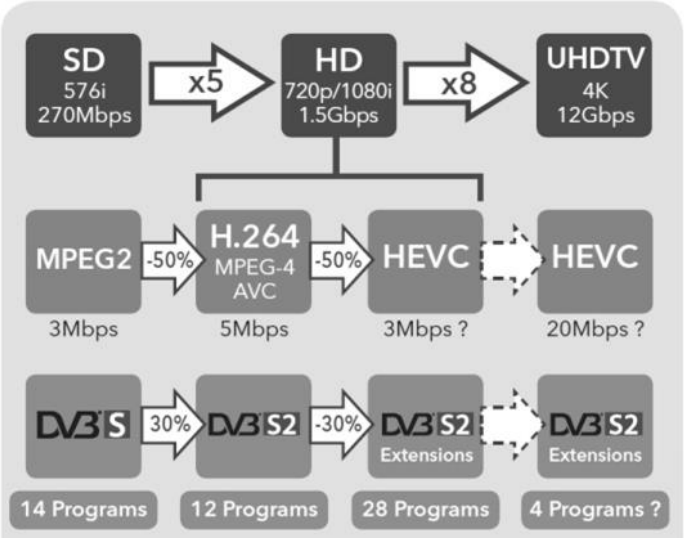


Рисунок 1. Формирование передаваемого видео контента на примере системы DVB-S.

Перспективным решением является внедрение нового стандарта кодирования – H.265 HEVC (High Efficiency Video Coding). Он создан на основе широко распространенного в настоящее время стандарта H.264/MPEG-4 AVC, но отличается рядом особенностей, позволяющих достигнуть существенного выигрыша в битрейте (до 50% и более по сравнению с H.264) [4]. В апреле 2013 года после одобрения ITU-T стандарта H.265 были разработаны финальные спецификации первой его версии - HEVC 1.0. Это послужило толчком к появлению различных программных продуктов с поддержкой HEVC, таких как DivX HEVC, DXVA for HEVC, OpenHEVC FFmpeg, а также первых аппаратных решений, реализованных компаниями Broadcom, Ericsson, Fujitsu, Thomson, Video Networks и др.

Являясь стандартом нового поколения, HEVC характеризуется рядом существенных отличий от предшествующего стандарта сжатия видеоинформации H.264 AVC. При работе с видео в формате UHD, для эффективного кодирования векторов движения требуются макроблоки большого размера (64x64). Однако, с другой стороны, мелкие детали также важны и, зачастую требуется выполнить предсказание и преобразование на небольшом участке изображения, для чего целесообразнее использование небольших блоков размером 4x4. В предыдущих стандартах кодирования отсутствовала поддержка широкого диапазона размеров блоков, что отрицательно сказывалось на эффективности сжатия. Данная проблема решается в HEVC путем использования древовидной структуры кодирования (древо квадрантов), рис.2.

Важными отличиями HEVC от стандартов предыдущих поколений является наличие большего числа режимов внутрикадрового предсказания, улучшенное предсказание движения, а также применение более совершенных фильтров, снижающих количество так называемых артефактов (искажений), [4,5]. На начальном этапе кодирования с использованием HEVC изображение разбивается на одинаковые по размеру (от 64x64 до 16x16) элементы кодового дерева CTU (Coding tree unit). CTU – это логический элемент, состоящий из трех блоков (CTB): блока яркостной компоненты (Luma CTB) и двух блоков цветроразностных компонент (Cb CTB, Cr CTB), рис.3. При этом каждый CTB имеет тот же размер что и CTU – 64x64, 32x32 или 16x16,. Однако, в зависимости от части видео кадра, CTB может быть излишне большим для правильного выбора модели предсказания (внутрикадровая или межкадровая).

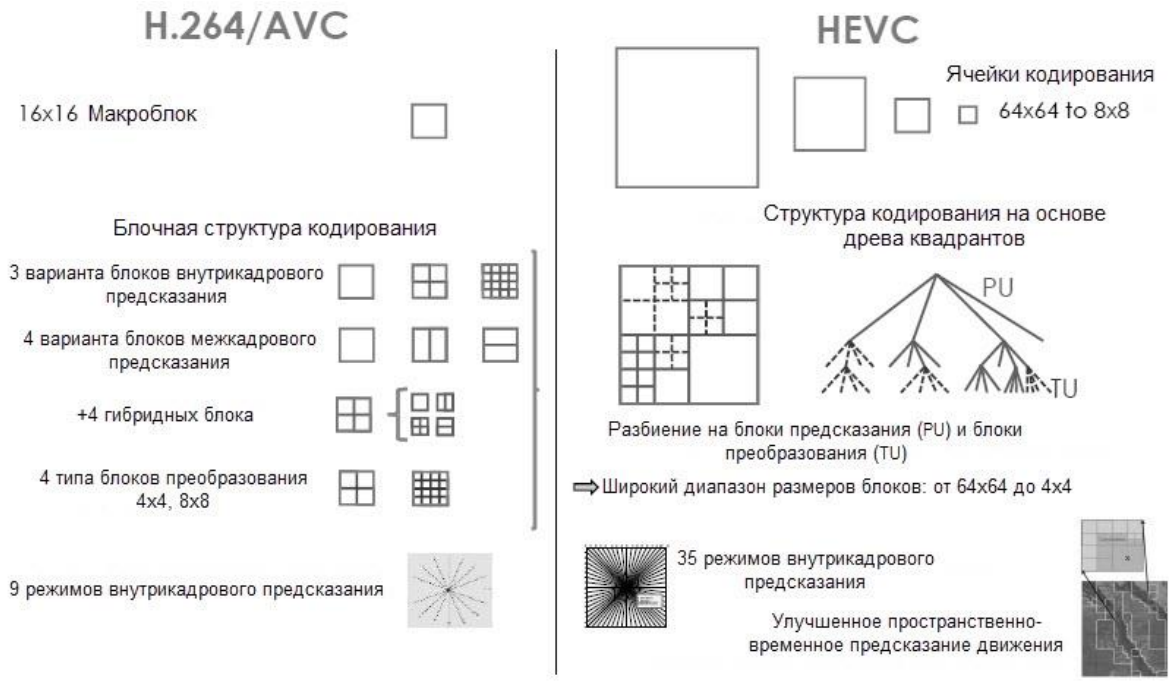


Рисунок 2. Основные отличия H.265 от H.264

С учётом этого каждый CTB может быть разделен на множество блоков кодирования (CB), каждый из которых становится точкой принятия решения типа предсказания. Например, одни CTB разбиваются на несколько 16x16 CB, в то время как другие разбиваются на 8x8 CB. Использование блоков CB позволяет достаточно эффективно выбирать тип предсказания, но при этом их размеры могут оказаться слишком большими для кодирования векторов движения, в частности, если на видео присутствуют небольшие движущиеся объекты. Поэтому в структуру HEVC введен блок предсказания (PU) и каждый блок кодирования может быть разбит различными способами на несколько блоков предсказания. После выполнения предсказания, осуществляется разностное кодирование (разница между исходным и предсказанным изображением) с использованием дискретного косинусного преобразования. С учётом того, что блок кодирования в этом случае также может оказаться слишком большим для эффективного выполнения данной операции предусмотрена возможность разбиения каждого CB на блоки преобразования TU.

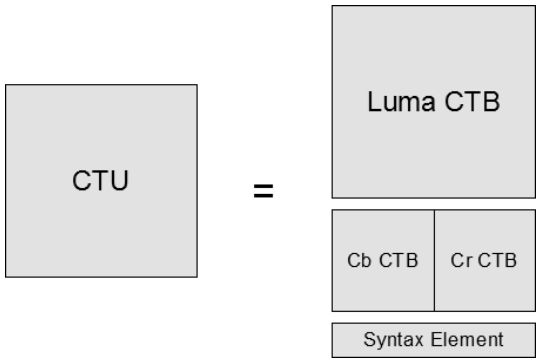


Рисунок 3. Структура CTU

Проект HEVC определяет два профиля – основной (Main) и высокий (High), а также 13 уровней, содержащих набор ограничений для потока данных, связанных с вычислительными возможностями декодера и загрузкой памяти [4] . Уровень устанавливается исходя из максимальных значений частоты дискретизации, размера кадра, скорости потока, а также минимальной степени сжатия и возможностей кадрового буфера декодера- кодера.

Показательно то, что по результатам оценки качества изображения по критерию отношения сигнал - шум PSNR, сжатие видео с использованием H.265 (HEVC) при среднем качестве кодирования (Main Profile) на 35% превышает эффективность сжатия по наивысшему качества (High Profile) в стандарте H.264, который специально предназначен для видео под формат Blu-ray. При использовании субъективной оценки качества, являющейся наиболее точным показателем эффективности различных стандартов сжатия, в полной мере отражающем массовое зрительское восприятие качества виде контента, выигрыш в снижении битрейта при использовании HEVC в зависимости от характера видеоматериала составляет 50-75% [4,5].

В нашей стране освоен выпуск телевизоров 4К с размером экрана от 55 до 85 дюймов и разработан действующий образец (компания ЗАО «Элекард Девайсез») кодера-декодера H.265

(HEVC) [6], что создаёт возможности перехода национального вещания в формате HDTV к телевидению ультравысокой чёткости UHDTV в 2014 году.

Литература:

1. «Акселератор вещания» ООО "Телекритика": [сайт]. URL: http://www.broadcast.telekritika.ua (дата обращения: 16.11.2013).

2. ГОСТ 53533-2009. Цифровое телевидение высокой четкости. Общие требования.// Стандартинформ. М., 2010.

3. В игру вступают технологии 4К. Ежегодный аналитический обзор //Технологии и средства связи.- 2013.-№3.

4. Jens-Rainer Ohm, Gary J. Sullivan, Heiko Schwarz. Comparison of the Coding Efficiency of Video Coding Standards –Including High Efficiency Video Coding (HEVC) // Pre-publication draft, to appear in IEEE trans. On circuits and systems for video technology, Dec. 2012.

5. De Simone, F., Goldmann, L., Lee, J.-S., and Ebrahimi, T., \Towards high efficiency video coding: Subjective evaluation of potential coding technologies," Journal of Visual Communication and Image Representation 22(8), 734 {748 (2011).

6. Вилкова Н.Н. 75 лет электронному телевидению в России // Электросвязь.-2013-№12 - С.11-14.

И.В. Решетникова, И.А. Манин

ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ В ДАТЧИКАХ ФАЗОВОГО ФРОНТА

Северо-Кавказский филиал федерального государственного образовательного бюджетного учреждения высшего профессионального образования Московского технического университета связи и информатики, г. Ростов-на-Дону

Ключевые слова: системы передачи информации в оптическом диапазоне, датчик фазового фронта, обработка сигналов, помехоустойчивость, B-сплайны.

Приведено развитие систем передачи информации в оптическом диапазоне, рассмотренны общие принципы работы с учетом характеристик влияющих на помехоустойчивость и дальность действия систем передачи информации: рассеяние, энергетическое ослабление и турбулентность. Подробно рассмотрены вопросы обработки сигналов и возможность коррекции атмосферы фазового фронта, приведены примеры и вопросы математического моделирования оптических систем передачи информации. Приведены практические примеры реализации предложенных вопросов.

I.V. Reshetnikova, I.A. Manin

SIGNAL PROCESSING IN PHASE FRONT SENSORS

North Caucasian branch of the federal state educational budget institution of higher education Moscow Technical University of Communications and Informatics, Rostov-on -Don

Keywords: data transmission system in the optical band reception, the phase front of the sensor, signal processing, noise immunity, B - splines.

Given the development of data transmission systems in the optical range, the consideration of the general principles of operation to the characteristics affecting immunity and range of data transmission systems: scattering, energy attenuation and turbulence. The questions of the signal processing and the possibility of correcting the phase front of the atmosphere, are examples of questions and mathematical modeling of optical data transmission systems. The practical examples of implementation of the proposed questions.

В настоящее время развитие оптических систем передачи информации нового поколения основано на использовании широкополосных и сверхширокополосных сигналов с большой информационной емкостью. Потенциальная помехоустойчивость таких систем в значительной степени ограничиваются условиями распространения световых волн в реальных материальных средах. При этом дальность действия, как правило, не превышает 2÷3 км.

Основными факторами, влияющими на помехоустойчивость и дальность действия систем передачи информации является рассеяние, энергетическое ослабление и турбулентность. Влияние энергетического ослабления и аддитивных помех рассеяния частично возможно компенсировать правильным выбором энергетики оптического канала и применением методов нелинейной фильтрации. При этом компенсация вредного влияния турбулентных неоднородностей среды распространения, создающих случайную пространственно-временную структуру показателя преломления, определяющих оптические свойства атмосферы и, фактически, помехоустойчивость системы передачи информации, является наиболее сложной задачей.

Сущность адаптивных методов компенсации вредного влияния турбулентности среды распространения заключается в автоматической коррекции амплитуды и фазы волны в плоскости передающей или приемной апертуры на основании информации об искажениях при оптимизации критериев качества функционирования оптических систем передачи информации.

Существующие методы и алгоритмы функционирования адаптивных оптических систем позволяют решить задачу компенсации вредного влияния турбулентности. Однако, получаемые при этом технические решения достаточно сложны. До настоящего времени с целью компенсации вредного влияния турбулентности использовали различные интерференционные методы. Также следует отметить, что существующие адаптивные оптические системы представляют собой по существу многоканальные системы автоматического управления. При этом показатели качества таких систем в общем случае нелинейно зависят от числа каналов управления и нелинейно улучшаются с их увеличением [1,2, 3,4, 5,6] .

Однако технически реализация каждого канала управления представляет собой достаточно сложную задачу. Чтобы адаптивные оптические системы передачи информации обеспечивали повышенную помехоустойчивость, и как следствие – большую дальность действия при минимуме аппаратурных затрат, число каналов необходимо ограничить при обеспечении заданного значения критерия качества. В дальнейшем такие системы мы будем называть малопараметрическими адаптивными системами передачи информации [1,2, 3,4, 5,] .

В атмосферной линии связи передаваемый поток данных от аппаратуры пользователя поступает на интерфейсный модуль и затем на модулятор излучателя. После этого сигнал преобразуется в оптическое излучение ближнего ИК-диапазона, оптикой формируется в узкий пучок и передается через атмосферу к приемнику. На противоположном пункте принимаемое оптическое излучение фокусируется приемным объективом на площадку высокочувствительного быстродействующего фотоприемника, где детектируется. После дальнейшего усиления и обработки сигнал поступает на интерфейс приемника, а оттуда на аппаратуру пользователя.

В работах [1,2, 3,4, 5] проведен анализ влияния погодных условий на функционирование систем передачи информации в оптическом диапазоне, подробно исследовано влияние турбулентной атмосферы на эффективность их функционирования. Показано, что основной вклад в эффект уменьшения помехоустойчивости и дальности действия таких систем вносит турбулентность.

Рассмотрим принципы адаптивной компенсации турбулентности в оптическом канале. Сущность адаптивных методов компенсации заключается в автоматической коррекции амплитуды и фазы волны в плоскости апертуры на основании информации об их искажениях для оптимизации критерия качества функционирования оптической системы. Плоский волновой фронт, излучаемый оптическим квантовым генератором , преобразуется корректором таким образом, чтобы после прохождения через турбулентную атмосферу плотность потока излучения на объекте была максимальной. При этом информация о неоднородностях среды может быть получена как при прямом, так и при обратном распространении излучения с помощью датчика фазового фронта . В обоих случаях для получения информации для выработки управляющих сигналов необходимо время двойного прохождения излучения от излучателя до объекта.

В системе фазового сопряжения пучок света отражается от малого участка объекта, образуя сферическую волну, которая проходит обратно по пути распространения света и претерпевает те же самые искажения, что и излученная волна.

В качестве критерия качества функционирования адаптивной оптической системы будем использовать число Штреля $St(t)$, представляющее собой отношение интенсивности в фокусе реальной оптической системы $|A(\vec{r},t)|^2$ к интенсивности в фокусе такой же системы, функционирующей в отсутствие фазовых искажений $|A_0(\vec{r},t)|^2$:

$$St(t) = \int \frac{|A(\vec{r},t)|^2}{|A_0(\vec{r},t)|^2} d\vec{r} \quad . \tag{1}$$

Фактически, такой критерий является энергетическим, что позволит максимизировать отношение сигнал/шум и повысить помехоустойчивость системы передачи информации..

Для случая априорной неопределенности характера шумов в каналах датчика фазового фронта рассмотрим метод оптимального оценивания с привлечением аппарата сглаживающих кубических нормализованных В – сплайнов. Предложенный подход обеспечивает получение субоптимальной оценки по одному из критериев оптимальности на основе выборки ограниченного объема. Метод получения эмпирической плотности распределения по малой выборке заключается в следующей последовательности операций:

- по результатам наблюдений определялась статистическая функция распределения;
- полученная функция сглаживалась нормализованным кубическим В-сплайном;
- продифференцировав этот сплайн в аналитическом виде, получали соответствующее выражение для плотности распределения случайной величины;
- далее, имея выражение для плотности распределения случайной величины представляется возможным получение оптимальных оценок одним из известных методов.

Для сокращения вычислительных затрат при нахождении коэффициентов В-сплайнов использовался итерационный метод Якоби. Для примера решалась система размерностью *M=20*. При этом предложенный метод позволяет существенно уменьшить объем вычислительных затрат и распараллелить вычислительный процесс, что важно при построении современных цифровых систем обработки сигналов. В силу диагонального вида матрицы линейных уравнений метод Якоби в нашем случае хорошо сходится уже после 6÷10 итераций (рис.1).

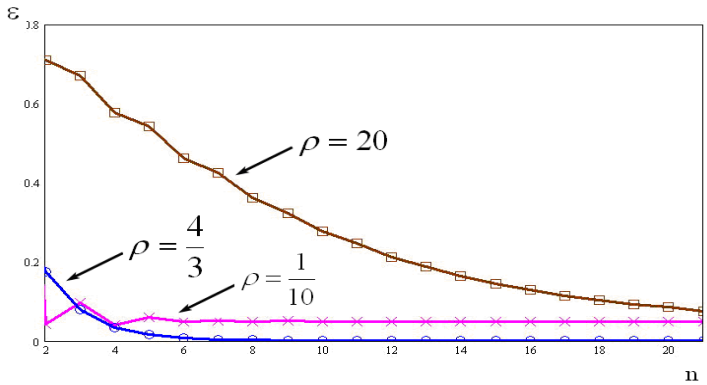


Рисунок 1. Значения невязки ε метода Якоби в зависимости от числа итераций n для различных коэффициентов сглаживания ρ

Таким образом, предложенный подход позволяет для выборки ограниченного объема при априорной неопределенности характера шумов в каналах датчика фазового фронта получить плотность распределения *p(x)* в виде линейной комбинации коэффициентов В-сплайна b_i в следующем виде:

$$p(x) = \mathrm{K}\sum_{i=1}^{N-1}\left(\frac{\chi^2}{2h}(b_{i+2} - 3b_{i+1} + 3b_i - b_{i-1}) + \frac{\chi}{h}(b_{i+1} - 2b_i + b_{i-1}) + \frac{b_{i+1} - b_{i-1}}{2h}\right), \tag{2}$$

где К- коэффициент нормировки; χ - нормированная координата сплайна; h –шаг сетки.

Результаты исследования влияния коэффициента сглаживания ρ на вид получаемой плотности распределения приведены рис. 2.

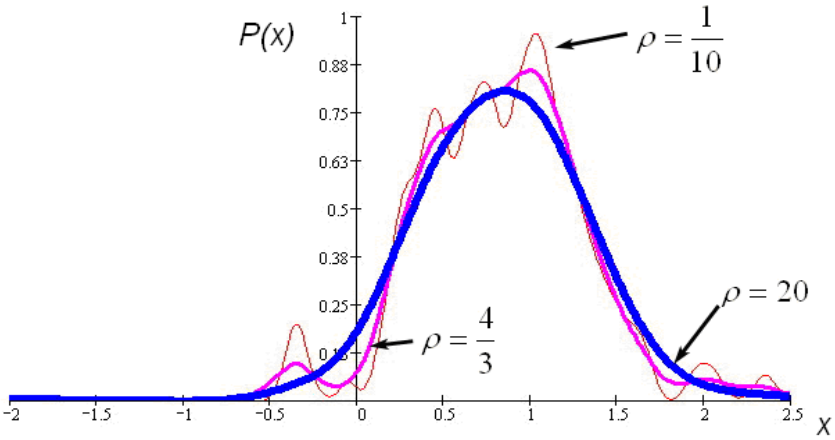


Рисунок 2. Плотности распределения в зависимости от величины коэффициентов сглаживания ρ

Таким образом, увеличение коэффициента сглаживания в данном случае эквивалентно увеличению выборки.

Литература:

1. Безуглов Д. А., Забродин Р. А., Решетникова И. В. Оптимальное оценивание наклонов фазового фронта в оптическом датчике положения на фоне пуассоновских шумов // Наука производству.- 2004. - № 2. - С. 2–7.

2. Безуглов Д. А., Скляров А. В., Забродин Р. А., Решетникова И. В. Субоптимальный алгоритм оценивания на основе аппарата сглаживающих В-сплайнов // Измерительная техника. - 2006. - № 10. - С. 14–17.

3. Безуглов Д. А., Скляров А. В., Забродин Р. А., Решетникова И. В. Алгоритмы оценивания негауссовских процессов на основе математического аппарата сглаживающих В– сплайнов // Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. -2005. - № 4. - С. 99–106.

4. Безуглов Д. А., Калиенко И. В., Решетникова И. В. Численно-аналитический метод моделирования систем дифференциальных уравнений с периодическими коэффициентами // Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. - 2006. - № 3. - С. 10–14.

5. Безуглов Д. А. Кумулянтный метод оценки эффективности сегментированного зеркала адаптивной оптической системы // Оптика атмосферы и океана. - 1996. - № 1. - С. 78.

***В.Г. Кобак, *Н.И. Троцюк, Б.А. Рожковский**

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДИФИКАЦИИ МОДЕЛИ ХОЛЛАНДА ПРИ ПОКОЛЕНЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ

* Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, г. Ростов-на-Дону

Ключевые слова: модель Холланда, поколенческая стратегия, генетические алгоритмы, решение минимаксной задачи.

Рассмотрена однородная минимаксная задача, которая принадлежит к классу NP-полных задач и решение которой для большой размерности представляет проблему. Для решения этой

задачи была выбрано несколько модификаций модели Холланда. В одной из моделей впервые была применена поколенческая стратегия, которая заключается в том, что количество особей в поколении наращивается по определенному закону, а затем приходит в первоначальное состояние. В данной работе сравнивались несколько модификаций генетического алгоритма и поколенческая стратегия позволила получить более точные результаты.

***V.G. Kobak, *N.I. Trotsuk, A.B. Rozhkovskiy**

COMPARATIVE DATA MODIFICATION MODELS IN HOLLAND GENERATION`S STRATEGY

*Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
North Caucasian branch of the Moscow Technical University of Communications and Informatics, Rostov-on -Don

Keywords: model of Holland, generational strategy, genetic algorithms, the solution of the minimax problem.

Considered homogeneous minimax problem, which belongs to the class of NP- complete problems and solution for large dimension which is a problem. To solve this problem, several modifications were chosen model Holland. One model was first applied generational strategy, which consists in the fact that the number of individuals in a generation is incremented by a certain law, and then comes in original condition. In this paper, several modifications compared genetic algorithm and generational strategy yielded more accurate results.

Общие сведения

Предметом области исследования расписаний является круг задач проектирования и организационного управления в различных системах, в которых требуется найти наилучшее (оптимальное) значение выбранных критериев их функционирования с учетом имеющихся ограничений. В данной работе рассмотрена однородная минимаксная задача, которая принадлежит к классу NP-полных задач.

NP-полные задачи образуют подмножество типовых задаче в классе NP, к которым можно свести любую другую задачу из этого класса полиномиально быстрым алгоритмом решения. Для ее решения существуют различные алгоритмы – точные и приближенные, к которым относятся и генетические алгоритмы (ГА). ГА – очень популярный способ решения данной задачи, основанный на эволюционных принципах. Классической моделью ГА является модель Холланда.

Постановка задачи

Имеется вычислительная система (ВС), состоящая из N несвязанных идентичных устройств (приборов, процессоров и т.п.) $P = \{p_1, p_2, \ldots, p_n\}$

На обслуживание в ВС поступает набор из M независимых параллельных заданий (работ) $T = \{t_1, t_2, \ldots, t_m\}$ известно время решения $\tau(t_i)$ задания t_i на любом из устройств. При этом каждое задание может выполняться на любом из устройств (процессоре), в каждый момент времени отдельный процессор обслуживает не более одного задания и выполнение задания не прерывается для передачи на другой процессор. Требуется найти такое распределение заданий по процессорам, при котором суммарное время выполнения заданий на каждом из процессоров было бы минимальным. Под расписанием следует понимать отображение $A_R : T \to P$, такое что, если $A_R(t_i) = p_j$, то говорят что задание $t_i \in T$, в расписании R назначенного на процессор $p_j \in P$. При сделанных выше допущениях, расписание можно представить разбиением множества заданий T на N непересекающихся подмножеств $T_j; j = 1, \ldots, N$

Критерий, используемый для минимизации времени завершения обслуживания заданий, является минимальным критерием и определяется в следующем виде: $f_r = \max_{1 \le j \le n} f_j \to \min$,

где $f_j = \sum_{t_i \in T_j} \tau(t_i)$ - время завершения работы процессора p_j.

Используемые алгоритмы

Генетический алгоритм – модель Холланда:

Шаг 1. Формируется начальное поколение, состоящее из заданного числа особей.

Шаг 2. Пропорциональный отбор особей и применение ГА операторов кроссовера и мутации с заданной вероятностью для создания нового поколения.

Шаг 3. Проверка условия останова, которая обычно заключается в неизменности лучшего решения в течение заданного числа поколений. Если проверка прошла не успешно, то переход на Шаг 2.

Шаг 4. Лучшая особь выбирается как найденное решение.

В данной работе рассмотрим для решения выше упомянутой задачи модификации модели Холланда. Отличия модифицированных алгоритмов от классического:

1. Для обоих алгоритмов при использовании операции кроссовера выбираются только те особи, которые лучше среднего значения функции f, им соответствуют значения вероятности участия особей в кроссовере, распределенные согласно пропорциональному отбору.

2. Для модификации «Алгоритм 2» используется поколенческая стратегия отбора особей в новое поколение. В данной работе была использована следующая схема:

1) В первом поколении задавалось количество особей k.

2) Во втором поколении генерировалось в два раза больше особей, чем в первом поколении.

3) В третьем поколении генерировалось в три раза больше особей, чем в первом поколении.

4) В четвертом поколении происходил возврат к исходному количеству особей k.

Процесс продолжался до тех пор, пока значение критерия не повторится заданное количество раз.

Так как аналитически доказать, какой из алгоритмов в среднем лучше практически невозможно, то для оценки алгоритмов был проведен вычислительный эксперимент для различного количества приборов. Количество разных матриц для получения среднего было выбрано равным 50. Диапазон работ один из самых используемых – 25-30. Результаты эксперимента приведены в Таблице 1.

Таблица 1. Результаты эксперимента

N	M	Алгоритм 1	Алгоритм 2
2	31	423	422
	131	1769	1768
	231	3120	3119
5	31	186	184
	131	730	725
	231	1275	1265
8	31	129	121
	131	481	469
	231	826	815
11	31	103	96
	131	367	357
	231	630	613

Выводы

С увеличением количества процессоров и количества работ предложенная модификация модели Холланда «Алгоритм 2» дает все более лучшие результаты с точки зрения минимаксного критерия чем «Алгоритм 1».

Литература:
1. Кобак В.Г., Титов Д.В. Исследование турнирного отбора в генетическом алгоритме для решения однородной минимаксной задачи (статья) – Математические методы в технике и технологиях - ММТТ-21: сб. тр. Междунар. науч. конф. - Саратов, 2008. – Т.5
2. Кобак В.Г., Троцюк Н.И. Сравнительный анализ алгоритмов: генетического с элитой и Крона с генетическим начальным распределением (статья) - Математические методы в технике и технологиях - ММТТ-26: сб. тр. Междунар. науч. конф. / СГТУ. - Саратов, 2013. - Ч. 2.

М.В. Семеняка

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ДВУХУРОВНЕВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ОЧЕРЕДЕЙ НА УЗЛАХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков, Украина

Ключевые слова: обслуживание очередей, качество обслуживания, двухуровневая структура, многоядерные системы.

Предложен метод двухуровневого обслуживания очередей. В рамках предложенного метода задача обслуживания очередей была сформулирована в виде оптимизационной задачи, представленной двухуровневой иерархической структурой. На первом уровне решалась задача распределения потоков между очередями, на втором уровне решения, полученные на первом уровне, координировались с целью предотвращения вероятной перегрузки канала связи. При управлении многоуровневой структурой в основу был положен принцип целевой координации, которых определял порядок учета ограничений на взаимодействие очередей и распределения расчетных задач между уровнями иерархии. Координация решений осуществлялась с использованием метода множителей Лагранжа. В результате имитационного моделирование проведено исследование результатов сходимости предложенного метода.

M.V. Semenyaka

RESEARCH OF TWO-LEVEL QUEUE MANAGEMENT METHOD ON TELECOMMUNICATION NETWORK NODES

Kharkiv National University of Radioelektronics, Kharkiv, Ukraine

Keywords: queue management, Quality of Service, two-level structure, multi-core systems.

The paper presents two-level queue management method. Within the proposed method queuing problem has been reduced to solving of optimization problem that was presented as two-level hierarchical structure. At the first level required distribution of flows and bandwidth allocation was calculated independently for each macro-queue, at the second level solutions obtained on lower level for each queue were coordinated in order to prevent probable network link overload. For managing multilevel structure the method of goal coordination has been determined, this allowed to define the order for consideration of queue cooperation restrictions and calculation tasks distribution between levels of hierarchy. Decisions coordination was performed using a the method of Lagrange multipliers. Using simulation modeling the study of method convergence has been undertaken.

В настоящее время важной задачей развития современных телекоммуникационных сетей является повышение качества обслуживания (Quality of Service, QoS) все возрастающего количества запросов пользователей. Среди множества средств повышения качества обслуживания значимое место занимают методы управления очередями, позволяющие эффективно улучшить такие показатели как средняя задержка пакетов, джиттер, количество отброшенных пакетов без существенных затрат на модернизацию существующей инфраструктуры сети [1,4]. Современная телекоммуникационная сеть имеет большую многоуровневую структуру, происходит переход к распределенным, облачным технологиям, которые требуют соблюдения в своей работе принципов

согласования, координации элементов [2]. Математическим аппаратом способным решить поставленную задачу согласования и координации распределенной сети для повышения качества обслуживания потоков пользователей является теория многоуровневых, иерархических систем [5].

Иерархические структуры (очереди) подходят для масштабирования сети, в случае увеличения количества потоков, которые необходимо обслужить. Этот математический аппарат позволяет более эффективно использовать многоядерные (многопроцессорные) системы, когда общий ресурс распределяется параллельно и каждый процессор занимается решением задачи обслуживания своей группы очередей. Таким образом актуальной является задача исследования новых методов обслуживания очередей представленных иерархическими структурами. В данной работе предложена потоковая модель иерархических очередей в декомпозиционной форме в виде алгебраических уравнений.

В сетевом узле в ходе решения задачи обслуживания очередей необходимо определить распределение множества потоков между очередями, а также порядок обслуживания потоков пакетов заданной интенсивности [3,6]. Для повышения масштабируемости решений задачи обслуживания очередей определим двухуровневую функциональную иерархию расчетов:

- на нижнем уровне – искомое распределение потоков подлежит расчету независимо для каждой макроочереди для потоков, которые поступают от сетей доступа или других сетевых узлов;
- на верхнем уровне – полученные на нижнем уровне решения задач распределения потоков и выделения пропускной способности для каждой очереди координируются с целью предотвращения вероятной перегрузки канала связи ввиду децентрализации принимаемых решений на каждой конкретной макроочереди.

Общая схема предлагаемого метода представлена на рис. 1.

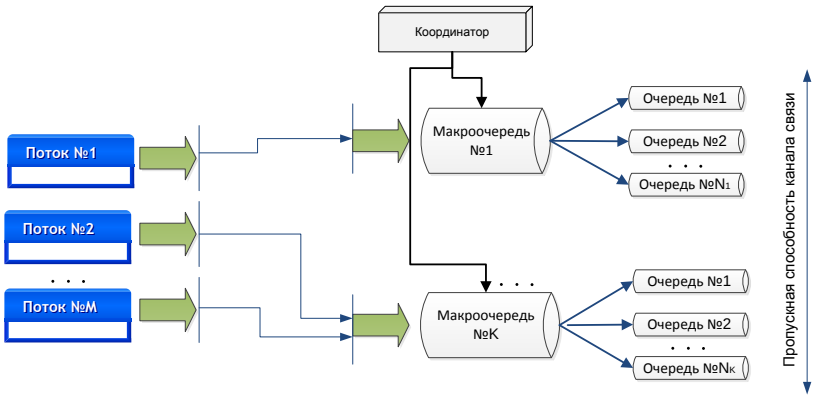


Рисунок 1. Общая схема двухуровневого метода иерархическо-координационного обслуживания очередей

Предположим, что для каждой r-й ($r=\overline{1,K}$) макроочереди в качестве искомых выступают переменные x_{ij}^r, которые характеризуют долю интенсивности i-го ($i=\overline{1,M}$) потока, направленного в j-ю ($j=\overline{1,N_r}$) очередь r-й макроочереди, а также переменные b_j^r, под которыми понимается пропускная способность, выделенная для j-й очереди r-й макроочереди.

Согласно физическому содержанию искомой переменной x_{ij}^r, а также с целью недопущения потерь пакетов в узле сети необходимо обеспечить выполнение следующих условий:

$$x_{ij}^r \in \{0,1\}; \quad \sum_{r=1}^{K}\sum_{j=1}^{N_r} x_{ij}^r = 1 \quad (i=\overline{1,M}). \qquad (1)$$

Отсутствие потерь на сетевом узле должно гарантировать отсутствие потерь в сети в целом. Условие (1) должно выполняться для каждого i-го потока, поступающего в произвольную

макроочередь для обслуживания. Интенсивность суммарного потока направленного на обслуживание сетевого узла не должна превышать ПС канала связи:

$$\sum_{r=1}^{K}\sum_{j=1}^{N_r}\sum_{i=1}^{M} a_i x_{ij}^r \le b \quad , \tag{2}$$

где a_i – интенсивность потока i-го класса, поступающего на обслуживание сетевого узла, b – пропускная способность исходящего канала связи.

Для решения задачи распределения трафика между очередями к использованию предлагается нелинейная функция минимизации средней длины очереди в узле:

$$\min_{x,b} F \text{ при } F = \sum_{r=1}^{K}\sum_{j=1}^{N_r}\gamma_j\left[\frac{\rho_j^r}{1-\rho_j^r}-\rho_j^r\right], \tag{3}$$

где γ_j – приоритет обслуживания пакетов j-й очереди, $\rho_j^r = \dfrac{\sum_{i=1}^{M} a_i x_{ij}^r}{b_{ij}^r}$ – коэффициент использования пропускной способности, выделенной для j-й очереди. Предложенная целевая функция (3) позволяется наиболее полно сохранить физический смысл искомых переменных.

Для решения поставленной задачи перехода к более гибкой, масштабируемой иерархической структуре обслуживания очередей описанную выше централизованную постановку задачи необходимо представить в декомпозиционной форме. В соответствии с теоремой о строгой дуальности задач на условный экстремум переходя к задаче на безусловный экстремум, имеет место равенство:

$$\min_{x,b} F = \max_{\mu} \Phi \quad ,$$

определив двойственную функцию $\Phi(\mu)$ следующим образом:

$$\Phi(\mu) = \{\min_{x,b} L(x,b,\mu)\} \quad ,$$

$$L = \sum_{r=1}^{K} L_r \quad ; \quad L_r = \sum_{r=1}^{K}\sum_{j=1}^{N_r}\gamma_j\left[\frac{\rho_j^r}{1-\rho_j^r}-\rho_j^r\right] + \mu B_r \vec{x}_r - \vec{\mu}_r^t b \quad . \tag{4}$$

где B_r, B_s ($r,s \in K; r \ne s$) – согласующие матрицы, координаты которых выбираются в соответствии с интенсивностями потоков, поступающих в сетевой узел; μ_r – множитель Лагранжа направленный в r-ю макроочередь для координации решений.

Таким образом общая проблема распределения нагрузки между очередями, выделения ПС оказалась декомпозицированной на ряд подзадач (по числу макроочередей), где каждая задача распределения на r-й макроочереди, состоящая в расчете векторов x_{ij}^r и b_j^r, свелась к оптимизации лагранжиана L_r (4). При этом лагранжиан (4) является функцией переменных только одного индекса, определяющего номер макроочереди.

Решение задачи по минимизации выражения (4) определяет нижний уровень расчетов, результатом которого является формирование распределения трафика и выделения ПС каждой конкретной макроочереди согласно содержимому искомых векторов x_{ij}^r и b_j^r. На верхнем уровне, основной задачей которого является координация решений, полученных на нижнем уровне с целью недопущения перегрузки канала связи (2), осуществляется модификация вектора множителей Лагранжа в ходе выполнения следующей градиентной процедуры:

$$\mu_r(\alpha+1) = \mu_r(\alpha) + \nabla\mu_r \quad ; \quad \nabla\mu_r(x_{ij}^r, b_j^r) = \sum_{r=1}^{K} B_r \vec{x}_r - b \tag{5}$$

где $\nabla\mu_r$ – градиент функции, рассчитывается, исходя из получаемых на нижнем уровне результатов решения задачи распределения потоков и выделения ПС каждой конкретной r-й макроочереди ($r \in K$). Результаты решения задач на каждой отдельной макроочереди собираются координатором (верхний уровень иерархии), где осуществляется их анализ и координация путем расчета (корректировки) векторов множителей Лагранжа $\mu_r (r \in K)$ в ходе оптимизации лагранжиана (4). Полученные новые решения снова "спускаются" на первый уровень управления для координации следующей итерации рассчетов.

В статье предложен двухуровневый метод иерархическо-координационного обслуживания очередей на узлах телекоммуникационной сети. В основу метода положен принцип целевой координации, а задача обслуживания очередей сведена к решению оптимизационной задачи, представленной в декомпозиционной форме. При решении задачи обслуживания очередей это позволило обеспечить более высокий уровень адекватности (системности) процесса управления, позволило адаптировать задачи управления перегрузками под современную многопроцессорную архитектуру сетевых узлов. Предложенный математический аппарат подходит для решения задач распределения ресурсов в распределенных, многоядерных, многопроцессорных, многомодульных системах. Использование параллельно работающих процессоров для вычислений на первом уровне иерархии позволит увеличить скорость нахождения оптимального решения.

Литература:

1. Вегенша Ш. Качество обслуживания в сетях IP: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003, 386 с.
2. Badger M., Grance T., Patt-Corner R., Voas J. Cloud Computing Synopsis and Recommendations: Recommendations of the National Institute of Standards and Technology // CreateSpace Independent Publishing Platform, 2012, 82 p.
3. Лемешко А.В., Семеняка М.В., Али С. Али Особенности проведения лабораторного эксперимента по исследованию процессов управления очередями в телекоммуникационных сетях // Цифрові технології, 2011, №10, с.5-17.
4. М.В. Семеняка, А.В. Симоненко, Али С. Али Разработка и исследование метода динамической балансировки очередей на маршрутизаторах мультисервисной телекоммуникационной сети // Проблеми телекомунікацій, 2013, №3(8), с. 66-78, [Электронный ресурс], режим доступа: http://pt.journal.kh.ua/2012/3/1/123_semenyaka_balancing.pdf
5. М. Сингх , А. Титли Системы: декомпозиция, оптимизация и управление, – М.: Машиносроение, 1986. – 494 с.
6. Tsai T.-Y., Chung Y.-L., Tsai Z. Introduction to Packet Scheduling Algorithms for Communication Networks // Communications and Networking, Jun Peng, 2010.

М.Ю. Звездина, Ю.А. Шокова, А.В. Шоков, Н.А. Сердюк

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАМАТЕРИАЛОВ СМЕШАННОГО ТИПА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ АНТЕНН РАДИОСВЯЗИ

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: метаматериалы смешанного типа, высокоимпедансное покрытие, выбор параметров метаматериалов, последовательный резонанс.

Показано, что применение многослойных покрытий, выполненных по сопряженному принципу их метаматериалов смешанного типа, позволяет реализовывать высокоимпедансные покрытия, функционирующие по принципу *LC*-контуров. Описывается выбор конструктивных параметров таких покрытий на примере двухслойного покрытия на металлическом экране, обеспечивающего максимально допустимое значение индуктивного сопротивления покрытия. Показано, что при этом в системе «электрический вибратор – покрытие» реализуется

последовательный резонанс. Приведены примеры выбора оптимального удаления излучателя от поверхности резонансного покрытия.

M.Yu. Zvezdina, Yu.A. Shokova, A.V. Shokov, N.A. Serdyuk

MIXED TYPE METAMATERIALS FOR RADIOCOMMUNICATION ANTENNA CHARACTERISTICS CONTROL

Don State Technical University, Rostov on Don, Russia

Keywords: mixed type metamaterials, high-impedance coating, metamaterial parameter selection, series resonance.

It is shown that multilayer coatings made of mixed type matematerials according to conjugating principle allows implementation of high-impedance coatings operating as LC-contours. Design value selection for this kind of coating is depicted in the context of two layer coating on a metallic screen providing maximum inductive impedance value. It is also shown that that kind of selection leads to an implementation of a series resonance in the "electric dipole - coating" system. Examples for selection of optimal distance between dipole and resonance coating surface are given.

Бурное развитие систем мобильной связи, наблюдаемое в последнее время как в мире, так и в России, приводит к усложнению электромагнитной обстановки в местах установки антенн базовых станций указанных систем [1]. Одним из возможных направлений управления излучаемого ими электромагнитного поля является применение интеллектуальных покрытий. Появление новых искусственных материалов (метаматериалов), обладающих уникальными свойствами, позволяет с их помощью как изменять рассеивающие свойства объектов, так и улучшать энергетические характеристики антенн [2-5].

Метаматериалы, как показывают результаты последних исследований [6-9], могут быть реализованы таким образом, что величины их относительных диэлектрической ε и магнитной μ проницаемостей могут иметь различные знаки, как положительные, так и отрицательные, что открывает значительные перспективы при разработке интеллектуальных покрытий.

Особо перспективным направлением в настоящее время считается построение многослойных покрытий, выполненных из метаматериалом смешанного типа, когда положительным является значение только одной из проницаемостей. В этом случае схемы замещений для слоев из смешанных метаматериалов, приведенные в [2], представляются для материалов *ENG* ($\varepsilon < 0$ и $\mu > 0$) индуктивностью, а для *MNG* ($\varepsilon > 0$ и $\mu < 0$) - ёмкостью.

Учитывая колебательные процессы для энергии в слое, авторами из [2, 6] был предложен вариант построения высокоимпедансного покрытия, образующего колебательный *LC*-контур. Покрытие при этом выполняется из двух слоев – *ENG* и *MNG*, сопряженных между собой по электрическим параметрам, и реализованное либо в виде пластины, окруженной свободным пространством, либо в виде покрытия на металлическом экране [2]. Для антенных приложений особый интерес представляет второй вариант конструкции. Одним из интересных вопросов при этом является выбор параметров покрытия: значений относительных проницаемостей ε_i и μ_i, а также толщины слоев d_i ($i = 0, 1, 2$), обеспечивающих максимальный резонанс электромагнитного поля. Индекс $i = 0$ соответствует свободному пространству, для него $\varepsilon_0 = \mu_0 = 1$, $d_0 = \infty$. Геометрия задачи приведена на рис.1.

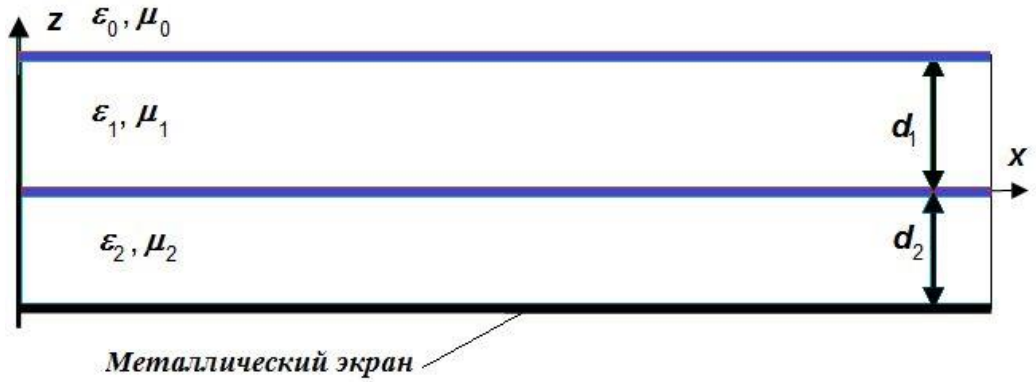


Рисунок 1.

В работах [4, 5] были приведены соотношения, определяющие получение максимального значения резонанса:

$$\left\{\begin{array}{c} W_2 = -W_1 = -W, \\ 2k_1 d_1 = 2k_2 d_2, \\ \dfrac{d_1}{d_2} = \dfrac{|\varepsilon_2|}{|\varepsilon_1|} = \dfrac{|\mu_2|}{|\mu_1|}, \\ |\varepsilon_i| = \delta << 1, \quad |\mu_i| >> 1, \end{array}\right\} \qquad (1)$$

$$\left\{\begin{array}{c} W_1 = -W_2 = -W, \\ d_1 = d_2, \\ |\varepsilon_1| = |\varepsilon_2| = \delta << 1, \\ |\mu_1| = |\mu_2| = \mu >> 1. \end{array}\right\} \qquad (2)$$

В данных соотношениях $k = \pm k_0 \sqrt{|\varepsilon|}\sqrt{|\mu|}$, $k_0 = 2\pi c / f$ - волновое число свободного пространства; c - скорость света в вакууме, f – рабочая частота, $W = \pm j W_0 \sqrt{|\mu|} / \sqrt{|\varepsilon|}$, W_0 - волновое сопротивление свободного пространства, j – мнимая единица.

Анализ выражений (1), (2) показывает, что при большом числе реализаций параметров метаматериалов возникает вопрос о необходимости выбора оптимального решения. В качестве критерия для выбора параметров покрытия могут быть использованы соотношения, описывающие коэффициент отражения S_{11} и коэффициент передачи S_{21} [2]:

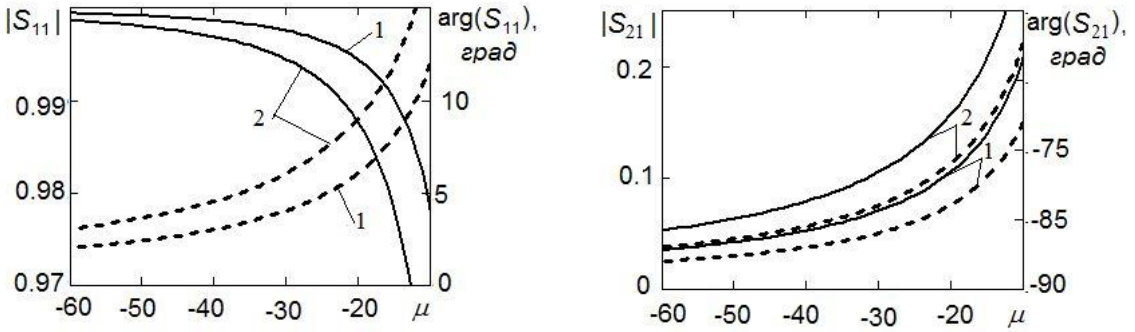
$$S_{11} = \frac{W_0 - W}{W_0 + W} \frac{1 - \exp(-j2k_{01}(d_1 + d_2))}{1 - \left(\dfrac{W_0 - W}{W_0 + W}\right)^2 \exp(-j2k_0(d_1 + d_2))}, \qquad (3)$$

$$S_{21} = \frac{4W_0 W}{(W_0 + W)^2} \frac{\exp(-jk_{01}(d_1 + d_2))}{1 - \left(\dfrac{W_0 - W}{W_0 + W}\right)^2 \exp(-j2k_0(d_1 + d_2))}. \qquad (4)$$

Предельно достижимые значения указанных характеристик, обеспечивающих максимум резонанса, т.е. при $|W| \to \infty$ независимо от толщины слоев покрытия, соответствуют реализации идеального магнитного экрана и составляют: $\lim\limits_{|W\to\infty|} S_{11} = +1$, $\lim\limits_{|W\to\infty|} S_{21} = 0$, а предельные значения фазы данных коэффициентов равны $\arg(S_{11}) = 0$, $\arg(S_{21}) = -\dfrac{\pi}{2}$.

Еще одним неразрешенным вопросом является выбор значений относительных проницаемостей материалов слоя. На рис.2 приведены результаты исследований зависимости

модуля (сплошная кривая) и фазы (штриховая линия) коэффициентов отражения S_{11} (рисунок 2,*а*) и коэффициента передачи S_{21} (рисунок 2,*б*) от величины относительных диэлектрической и магнитной проницаемостей. При этом кривые 1 иллюстрируют результаты, полученные для условий резонанса (1), когда толщина слоев составляла $d_1 = 0.05\lambda$ и $d_2 = 0.1\lambda$, а кривые 2 – для условий резонанса вида (2) при $d_1 = d_2 = 0.05\lambda$, где $\lambda = 2\pi / k_0$ - длина волны в свободном пространстве. При проведении исследований полагалось, что величина относительной диэлектрической проницаемости менялась в пределах $\varepsilon \in [-10^{-2}; -10^{-4}]$, а относительной магнитной проницаемости – $\mu \in [-60; -10]$. Моделирование осуществлялось с использованием моделей Друде и Лорентца [2]. Причем модель Друде использовалась для моделирования отрицательных значений обеих относительных проницаемостей – диэлектрической и магнитной при $f > f_0$. Модель Лорентца применялась для моделирования относительной магнитной проницаемости с изменяемым знаком: на частотах $f < f_0$ знак положительный, при $f > f_0$ – знак отрицательный.



а б

Рисунок 2.

Анализ полученных результатов показывает, что при указанных выше диапазонах изменения параметров материалов слоев модуль нормированного значения характеристического сопротивления изменяется от 31,6 до 774,6. Максимум достигается, как и следует из описанной в [2] теории при относительных проницаемостях $|\varepsilon| = |\varepsilon|_{\min}$, $|\mu| = |\mu|_{\max}$, когда $|S_{11}|$ максимален, а $|S_{21}|$ минимален. Минимальное значение нормированного характеристического сопротивления $|W_н| = |W_1| / W_0$ наблюдается, наоборот, при $|\varepsilon| = |\varepsilon|_{\max}$, $|\mu| = |\mu|_{\min}$, и минимальном значении $|S_{11}|$ и максимальном значении $|S_{21}|$.

Управление характеристиками отраженного от покрытия поля дает возможность регулировать характеристики согласования антенны. Так, на рис.3 приведены зависимости активной (сплошная линия) и реактивной (штриховая линия) составляющих входного сопротивления горизонтального полуволнового электрического вибратора от его удаления h/λ от поверхности покрытия. При проведении исследований полагалось, что покрытие выполнено из метаматериалов смешанного типа, обеспечивающих минимальную фазу коэффициента отражения $\min(\arg(S_{11}))$ (т.е. максимальное значение характеристического сопротивления покрытия).

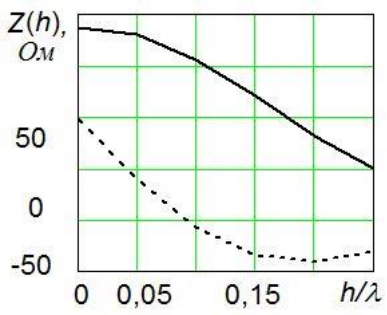


Рисунок 3.

Анализ данного рисунка показывает, что применение покрытий из метаматериалов смешанного типа дает возможность размещать излучатели на меньшем удалении от поверхности экрана, обеспечивая при этом максимальное значение активной составляющей входного сопротивления и близкое к нулю значение реактивной составляющей. Как известно из ряда работ, например, [10], при индуктивном характеристическом сопротивлении покрытия и описанном выше соотношении между активной и реактивной составляющими входного сопротивления антенны можно говорить о создании в эквивалентной схеме замещения последовательного резонанса. При таком резонансе амплитуда тока в антенне возрастает приблизительно на два порядка по сравнению с амплитудой тока без экрана с высокоимпедансным покрытием.

Таким образом, приведенные выше материалы исследований дают возможность выбирать оптимальные параметры метаматериала для проектирования высокоимпедансного экрана, позволяющего улучшить энергетические характеристики антенны.

Литература:

1. Дунаев В.Н. Электромагнитные излучения и риск популяционному здоровью при использовании средств сотовой связи // Гигиена и санитария. 2007. №6. С. 56-57.

2. Metamaterials: Physics and Engineering Explorations / Ed. by N. Engheta, R.W. Ziolkovsky. IEEE Press. A.J. Willey&Sons, Inc., 2006. 412 p.

3. Габриэльян Д.Д., Звездина М.Ю., Синявский Г.П. Применение высокоимпедансных покрытий для создания низкопрофильных антенн // Успехи современной радиоэлектроники. 2007. №1. С.48-65.

4. Звездина М.Ю. [и др.]. Применение покрытий из метаматериалов с показателем преломления меньшим единицы для управления направленными свойствами излучателей // Электромагнитные

5. Звездина М.Ю. [и др.]. Применение покрытий из метаматериалов смешанного типа для управления характеристиками антенны / Труды международной научной конференции «Излучение и рассеяние электромагнитных волн», 2013, С.

6. *Alu A., Engheta N.* Guided modes in a waveguide filled with a pair of single-negative (SNG), double-negative (DNG), and/or double-positive (DPS) layers // IEEE Trans Microw. Theory Tech. 2004. V.52. №1. С.199-210.

7. *Виноградов А.П., Дорофеенко А.В., Зухди С.* К вопросу об эффективных параметрах метаматериалов // Успехи физических наук. 2008. Т.178. №5. С. 511-518.

8. Афанасьев С.А., Санников Д.Г., Семенцов Д.И. Выбор знака показателя преломления для метаматериалов с потерями и усилением // Радиотехника и электроника. 2013. Т. 58. №1. С.5-15.

9. Lovat G. [et all.]. Modal interactions in resonant metamaterial slabs with losses: [Электронный ресурс]: URL: http://www.sciencedirect.com (Дата обращения 14.03.201г.).

10. Овсянников В.В. Вибраторные антенны с реактивными нагрузками. М.: Радио и связь, 1985. 120 с.

Н.В. Москалец, В.П. Скибин

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ТКС ПО РЕЗУЛЬТАТАМ САМОДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков, Украина

Ключевые слова: телекоммуникационные системы, сетевые элементы, модели диагностирования, служебный трафик.

Ставится задача минимизации служебного трафика, обеспечивающего идентификацию качественных показателей функционирования телекоммуникационных систем. В предложении структуры системы в виде ориентированного диагностического графа решается задача нахождения качественного состояния сети, непротиворечащего полученному синдрому при заданных правилах поведения тестирующих неисправных элементов. В основе методики лежит процедура Препараты-Метца-Чжена. Самодиагностирование основывается на предположении наличия хотя бы одного исправного элемента (узла) сети.

N.V. Moskalets, V.P. Skibin

STATE ANALYSIS OF THE TCS ACCORDIND TO THE RESULT OF THE SELF-DIAGNOSIS

Kharkiv National University of Radioelectronics, Kharkiv, Ukraine

Keywords: telecommunication system; network elements; models of self-diagnosing; minimizing service traffic.

Here has been set a task to minimize administrative traffic, which provides identification of quality indicators for functioning telecommunication systems. By proposing a system structure in the form of directed diagnostic graph, there has been solved a problem of finding qualitative network condition which does not contradict the syndrome received at predefined behaviors of testing faulty elements. Preparata-Metze-Chien form the basis of this approach. Self-diagnostics is based on assumption and availability of any, at least one, functioning element (node) in a network.

Введение. Как известно, качество функционирования телекоммуникационной системы (ТКС) зависит как от наличия и характера внешних воздействий, так и от качества функционирования каждого из N сетевых элементов и их взаимных связей. Вывод о состоянии качества (синдром сети) определяется автоматически или за счет субъективных выводов персонала на основании данных тестирования, доставляемых в центральный узел от соответствующих сетевых элементов согласно протоколам CMIP, SNMP, RMON и др. Используемый при этом принцип «агент-менеджер» реализует по сути задачу диагностического тестирования. Практика показывает, что для успешного решения этой задачи требуется значительное до 20%, а по некоторым данным более 50% увеличение служебного трафика [1]. Таким образом, актуальной является проблема поиска методов сокращения трафика, необходимого для идентификации качества состояния сети.

Одной из наиболее важных задач, возникающих в процессе функционирования ТКС является идентификация состояния основных сетевых элементов.

Среди различных методов анализа качества и дифференцирования сети особое место занимают методы самодиагностирования [2-4], позволяющие сберечь производительность сети. Самодиагностирование основывается на предположении о наличии какого-либо, хотя бы одного исправного элемента узла сети, используя наличие взаимосвязи которого с соседними элементами удается локализовать неисправности не привлекая средства центрального узла. Это позволяет находить состояние сети, непротиворечащее полученному синдрому при заданных правилах поведения тестирующих неисправных элементов. В основе методики принята процедура Препараты, Метца, Чжена (ПМЧ) [4]. В результате удается идентифицировать состояние неисправного сетевого элемента на основе сопоставительного анализа исходов тестирования только смежных с ним сетевых элементов и без привлечения данных о состоянии остальных сетевых элементов.

Математической моделью для решения задачи самодиагностирования является диагностическая структура анализируемой системы (диагностический граф).

Описание математической модели диагностируемой структуры. Известно определение системы как множества взаимосвязанных элементов [5]. Иначе: любую систему, в том числе телекоммуникационную, можно представить в виде элементов и их взаимосвязей, то есть любой

системе может быть поставлен в соответствие граф $G=(V,W)$, где $i \in V$, i - вершины графа числом $N=|V|$, $(i,j) \in W$ - тестовые связи, соединяющие i и j вершины.

Предполагается, что наличие дуги $(i,j) \in W$ позволяет осуществить проверку элемента j на предмет его соответствия норме. В результате дуга приобретает вес $w(i,j)$:

$w(i,j)=1$, если в узле i принято решение об исправности узла j,

$w(i,j)=0$, если принято решение о неисправности j узла.

Ориентированный граф $G=(V,W)$ со взвешенными дугами $w(i,j)$ образуют диагностическую структуру системы, где $w(i,j)$ - исход диагностического теста.

В соответствии с результатами теории ПМЧ исход процедуры диагностирования, выполняемой неисправным узлом, не зависит от фактического состояния тестируемого узла [4].

Все узлы в задаче диагностирования разделяются на три категории:

1. $x(i)=\{j \in V:(j,i) \in W\}$ – тестирующие;
2. $y(i)=\{j \in V:(j,i) \in W\}$ – тестируемые;
3. $s(i)=x(i) \cup y(i)$ – смежные.

Таким образом, для всех дуг, инцидентных узлу i имеем:

$x(i)=x_0(i) \cup x_1(i)$,

$y(i)=y_0(i) \cup y_1(i)$,

$x_0(i) \cap x_1(i)=\varnothing,\ y_0(i) \cap y_1(i)=\varnothing$.

Состояние диагностической структуры рассматриваемой системы представляется перечнем неисправных узлов $F_k=\{j\}$. Множество допустимых неисправностей $F(t)=\{F_k\}$ определяется всеми возможными сочетаниями из N узлов по n, где N - общее число узлов в данной системе, $n=1,2,\ldots,t$ – число неисправных узлов (t - кратность неисправностей).

Для заданного образа неисправностей F_k путем тестирования формируется синдром состояния системы $\sigma(F_k)=\{w(i,j):(i,j) \in W\}$. Таким образом синдром $\sigma(F_k)$ совместен с образом неисправностей F_k, а F_k порождает синдром $\sigma(F_k)$. Очевидно F_k способен породить $2|F_k|$ синдромов.

Условия и возможность самодиагностируемости. Процедура самоопределимости. Систему, структура которой представлена графом $G=(V,W)$, называют t диагностируемой если и только если по заданному синдрому $\sigma(F_k)$ можно идентифицировать все неисправные узлы, количеством не превышающие t. Доказано [2-4], что система t-диагностируема при условии:

$$t \le \lfloor (N-1)/2 \rfloor, \quad (1)$$

а в случае равенства $t=\lfloor (N-1)/2 \rfloor$ является оптимальным t-диагностическим графом. Такой граф будем обозначать $G_{1,t}^{N}$.

Представим структурную модель системы диагностическим N-узловым графом в виде циркулянта, в которого каждый i-й узел $(0 \le i \le N-1)$ смежен с остальными $N-1$ узлами.

Начальные состояния графа представлены следующими условиями для каждого i-го узла:

$R^{(0)}(i)=S(i)$ - начальный (нулевой) этап диагностирования,

$\tau^{(0)}(i)=0$ - величина коррекции порога самоопределенности,

$f^{(0)}(i) = \varnothing$ - начальное множество неисправных узлов,

$|F_k - f(i)| = t$ - порог самоопределенности,

$m^0(i) = \alpha$ - метка о событии не идентифицируемости узла.

Для фиксации результата тестирования и анализа заданного синдрома $\sigma(F_k)$ каждому i - узлу диагностического графа присвоим метку $m(i) \in \{\alpha, 0, 1\}$, где α - событие, когда состояние узла не идентифицировано, остальные соответствуют исправным (0) и неисправным (1) узлам. Данные события носят названия финальных, а сама совокупность меток называется разметкой графа. В результате пошаговой разметки получаем остаточный образ неисправностей $F_k - f$, где $f = vf(i)$, $i \in V$, $f(i)$ - множество смежных с i неисправных узлов. Очевидно при $f = \varnothing$ остаточный образ неисправностей совпадает с исходным.

Состояние системы вычисляется в результате проверки правил самоопределения, рекурсивно выполняемой для каждого узла данной структуры:

$$[|X_1(i) \cup Y_1(i)| > (t - \tau(i))] \mapsto m(i) := 1; \quad (1)$$

$$[|X_0(i)| \geq (t - \tau(i))] \mapsto m(i) := 0; \quad (2)$$

$$m(i) := 0 \mapsto [\forall j \in Y_0(i)\{m(j) := 0\}] \& [\forall j \in X_1(i) \cup Y_1(i))\{m(j) := 1\}]; \quad (3)$$

$$m(i) := 0 \mapsto \forall j \in X_0(i)\{m(j) := 1\}. \quad (4)$$

Здесь $m(i) := c$ обозначает операцию присвоения узлу i метки финального состояния: $c \in \{0,1\}$. Выражения (1) – (2) указывают признаки финального состояния узла i, исходя из значений синдрома, относящихся только к нему самому. Выражения (3) – (4) представляют условия установки финального состояния смежных с i узлов, являющегося следствием идентификации финального состояния узла i согласно (1) и (2). Установка финального состояния узлов согласно выражениям (3) – (4) следует из правил определения исходов тестирования для ПМЧ-модели, в соответствии с которыми $[Y_0(i) \subset (V - F_k) \& [X_1(i) \cup Y_1(i)] \subseteq F_k]$, если узел i исправен, и $X_0(i) \subset F_k$, если узел i неисправен.

Итак, модель диагностирования может описываться четверкой исходов, определяющих правила принятия возможных состояний, определяющих [3]:

a_{gg} - вывод работоспособного проверяющего модуля про техническое состояние работоспособного проверяемого модуля;

a_{gb} - вывод работоспособного проверяющего модуля про техническое состояние неработоспособного проверяемого модуля;

a_{bg} - вывод неработоспособного проверяющего модуля про техническое состояние работоспособного проверяемого модуля;

a_{bb} - вывод неработоспособного проверяющего модуля про техническое состояние неработоспособного проверяемого модуля.

Очевидно, что a_{gg}=0; a_{gg}=1. Считается, что a_{bg}, $a_{bb} \in \{0,1,—\}$, где символ «-» обозначает непредвиденный (0 или 1) результат выполнения тестирования.

Например, ПМЧ-модель определяется четверкой 01--.

Анализируя возможные значения a_{bg}, a_{bb} возможных выводов неработоспособного тестирующего узла о техническом состоянии проверяемого узла, следует отметить, что все модели можно разделить на два класса:

- детерминированные (т.е. такие, у которых a_{bg}, $a_{bb} \in \{0,1\}$)

- случайные (т.е. такие, у которых a_{bg} , $a_{bb} \in \{0,1,-\}$).

Заключение. Практический интерес имеют состояния 0111 и 0110. Как было показано в [3], состояние 0111 может описывать тестирования, которые основываются на проверке совпадения результатов выполнения одной и той же операции несколькими узлами системы. При этом за основу берется предположение о невозможности получить одинаковые результаты выполнения одной и той же операции парой идентичных узлов при условии одинаковых выходных данных в случае отказа хотя бы одного из этих узлов.

Модель 0110 также может описывать тестирования, которые основываются на проверке совпадения результатов выполнения одной и той же операции несколькими узлами системы при условии возможности получения одинаковых результатов на одинаковых выходных данных в случае работоспособности или отказа обоих узлов.

Очевидно с использованием методов самодиагностирования целесообразно перейти к децентрализованным методам мониторинга, когда результаты тестирования состояния отдельных сетевых элементов концентрируются в узлах сети, а в центральный узел поступает обобщенный отчет, содержащий информацию исключительно об обнаруженных критичных состояниях. Такая организация мониторинга позволяет минимизировать служебный трафик на порядок.

Литература:

1. Материала конференции LTE World Summit-2012 (www.lteconference.com/wored).

2. Дмитриев Ю.К. Локальное диагностирование в вычислительных системах с циркулярной структурой. Автоматика и телемеханика №3, 2007, стр.187-194.

3. Крамаренко М.Б. Условия локальной самодиагностируемости моделей диагностики отказов на системном уровне./М.Б.Крамаренко, Е.В,Буров //Восточноевроп.жур.пер.технол. Инф.техн. – 2011 - №1/2, стр.25-29.

4. Preparata F.P., Metze G., Chien R.T. On the connection assignment problem of diagnosable systems//IEEE Trans.Electr.Comput., 1967. v.EC-16. P.848-854.

5. Popovskij V., Barcalov A., Titarenko L. Control and Adaptation in Telecommunication Systems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2011 p.175.

А.А. Скуба, А.Ю. Щеголев, Н.В. Руденко, В.Н. Трофименко

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАЦИОНАРНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗАЗЕМЛИТЕЛЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ С ПОМОЩЬЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: заземление электроустановок, расчет заземления, стационарное электрическое поле, картина поля заземляющего устройства, радиус безопасности.

Предложено применение системы инженерных и научных вычислений MATLAB с модулем *Toolbox Partial Differential Equations* (PDE) для решения задач моделирования электромагнитных полей (ЭМП). Разработан алгоритм работы с данным модулем при решении задач численного моделирования ЭМП. При этом использованы уравнение стационарного электрического поля в проводящей среде и его решение с помощью метода конечных элементов. На основе алгоритма получены картины стационарных электрических полей заземлителей различных форм, как на плоскости, так и в объёме. Цель исследования - обеспечение наглядности расчетов заземляющих устройств радиоэлектронных средств и определения радиуса безопасности.

A.A. Skuba, A.U. Schegolev, N.V. Rudenko, V.N. Trofimenko

MODELLING OF THE STATIONARY ELECTROMAGNETIC FIELD OF THE GROUNDING CONDUCTOR OF RADIO-ELECTRONIC MEANS WITH THE HELP OF INFORMATION TECHNOLOGIES

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

Keywords: grounding of electrical installations, grounding calculation, stationary electric field, picture of a field of the grounding device, safety radius.

For the solution of the problems of modeling electromagnetic fields (EMF) the use of the system of engineering and scientific calculations of MATLAB with the Toolbox Partial Differential Equations (PDE) module has been offered. The algorithm of work with this module at the solution of problems of numerical modeling of EMF has been developed. We have used the equation of stationary electric field in the conducting environment and its decision by means of a method of final elements. On the basis of the algorithm, pictures of stationary electric fields of grounding conductors of various forms, both on the plane and in volume have been received. The research purpose is ensuring the presentation of calculations of grounding devices of radio-electronic means and the determination of safety radius.

Постановка задачи. Все металлические части электроустановок, нормально не находящиеся под напряжением, но могущие оказаться под напряжением из-за повреждения изоляции, должны надежно соединяться с землей. Такое заземление называется защитным, так как его целью является защита обслуживающего персонала от опасных напряжений прикосновения. Заземление обязательно во всех электроустановках при напряжении 380 В и выше переменного тока, 440 В и выше постоянного тока, а в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках — при напряжении 42 В и выше переменного тока, 110 В и выше постоянного тока [1].

При расчете искусственного заземления определяют следующие параметры [2]:

- число заземлителей с учетом коэффициента экранирования;
- длина соединительной полосы;
- полное значение сопротивления системы заземления.

При этом не картина поля не визиализируется, потенциал поля растекания не исследуется, радиус безопасной зоны при ударе молнии или пробое высоковольтного напряжения не определяется.

В целях обеспечения безопасной эксплуатации радиоэлектронных средств (РЭС), являющимися электроустановками напряжением свыше 1кВ, целесообразно исследовать картину поля заземляющего устройства с помощью численных методов с применением информационных технологий. Таким образом, задача исследование стационарного электромагнитного поля (ЭМП) заземляющего устройства РЭС с помощью информационных технологий является актуальной.

Решение задачи. Анализ возможностей наиболее доступных программ для инженерно-математических расчетов и моделирования показал, что наиболее целесообразно для решения указанной задачи применение программы MATLAB.

В современных версиях MATLAB входит модуль для решения задач исследования ЭМП *Toolbox Partial Differential Equations* [3].

Алгоритм работы с данным модулем Matlab при решении задач численного моделирования ЭМП предусматривает выполнение следующих этапов [4]:

- выбор типа решаемой задачи;
- формирование на экране компьютера плоской области поиска решения (программа решает только двухмерные задачи);
- задание значений числовых параметров, входящих в уравнение Максвелла, описывающее поле в решаемой задаче;
- задание граничных условий для неизвестной характеристики поля;
- формирование расчетной сетки;
- настройка параметров графического представления решения;

– решение задачи с помощью процедуры метода конечных элементов;
– вывод на экран результатов решения задачи.

Рассмотрим последовательность действий при решении задачи виртуального исследования ЭМП в программе MATLAB. Чтобы открыть окно модуля *Toolbox Partial Differential Equations*, необходимо запустить программу кнопкой *Start*, затем в меню инструментов *Toolboxes* выбрать *Partial Differential Equations (PDE).*

Электрическое поле в проводящей среде характеризуется пространственным распределением вектора напряженности электрического поля и вектора плотности тока. При составлении математических моделей электрического поля в проводящей среде источником векторного поля E можно считать пространственное распределение вектора сторонней напряженности электрического поля E_c (объемно - распределенные источники ЭДС); источником векторного поля плотности тока проводимости $j_{пр}$ можно считать пространственное распределение вектора сторонней плотности тока j(объемно - распределенные источники тока).

Уравнение, описывающее стационарное электрическое поле в проводящей среде [3]:

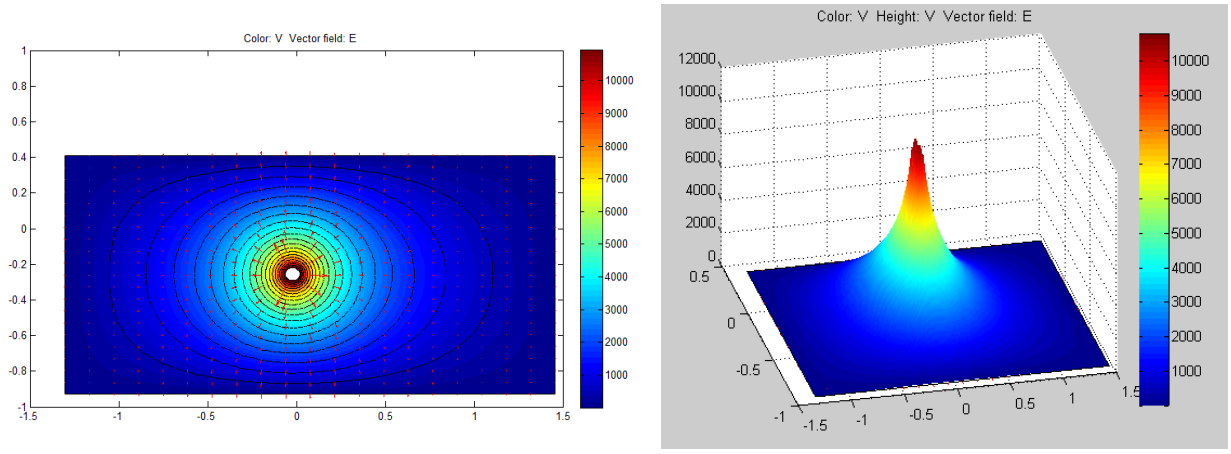
$$-div(\gamma \cdot grad\varphi) = -div(j + \gamma \cdot E_C),$$

где γ - удельная электрическая проводимость вещества.

На основе изложенного выше алгоритма и математической модели можно выполнить моделирование электрического поля заземлителя любой формы в проводящей среде.

Интерес представляет случай касания земли высоковольтного провода напряжением 11000 В. Результаты моделирования этого поля представлены на рисунке 1.

Из рисунка видно, что с учетом принятых масштабов при напряжении провода в точке падения 11000 В радиус безопасности составит примерно 14 метров [4].



а) б)

Рисунок 1. Электрическое поле высоковольтного провода, касающегося земли на плоскости (а) и в объемном виде (б)

Предложенный подход может быть использован при моделировании электрического поля заземлителя прямоугольной формы. Результаты этого моделирования представлены на рисунке 2.

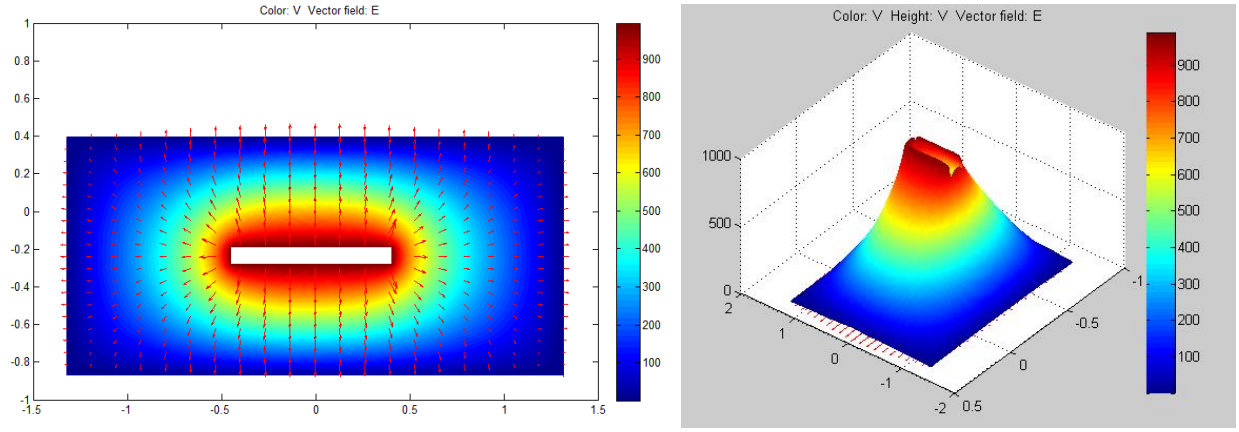
Выводы

1. Для обеспечения наглядности расчетов заземляющих устройств современных РЭС, а также для определения радиуса безопасности целесообразно использовать числен-ные методы расчета с применением ЭВМ.

2. Среди доступных программных продуктов для решения задачи расчета ЭМП вы-деляется программа MATLAB, существенными достоинствами которой являются:

– простота и естественность процедуры ввода параметров уравнений Максвелла и задания граничных условий;
– наглядность и разнообразие способов графического отображения решений.

3. Простота реализации алгоритма численного моделирования электромагнитных процессов и наглядность полученных результатов позволяют эффективно использовать рассмотренную методику решения задач расчета ЭМП при проектировании РЭС, а также в учебном процессе.



а) б)

Рисунок 2. Электрическое поле прямоугольного заземлителя на плоскости (а) в объемном виде (б)

Литература

1. Библия электрика: ПУЭ, МПОТ, ПТЭ. М.: Эксмо, 2010. 752 с.

2. СНиП 3.05.06-85 Электротехнические устройства. Утверждены постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 11 декабря 1985 г. № 215. Срок введения в действие 1 июля 1986 г.

3.Дьяконов В.П., Пеньков А.А. MATLAB и Simulink в электроэнергетике. М.: Горячая линия – Телеком, 2009. 816 с.

4. Руденко Н.В. Исследование стационарного электромагнитного поля заземлителя радиоэлектронных средств с помощью информационных технологий / Руденко Н.В., Кривцова М.Г. // Технико-технологические проблемы развития сферы услуг. Сборник научных трудов. Вып. 11. Ч. 2. Ростовский технологический институт сервиса и туризма (филиал) ФГОУ ВПО «ЮРГУЭС». Ростов-на-Дону: РИО РТИСТ ФГБОУ ВПО ЮРГУЭС, 2012. С. 209-215.

Р.Ю. Сопчак, П.В. Лобзенко

КРОССПЛАТФОРМЕННОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ НА ОСНОВЕ СУБД MYSQL

Северо-Кавказский филиал Московского государственного технического университета, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: реляционные базы данных, данные, вебсервер, кроссплатформенность для операционных систем, приложения в php.

Описано создание приложения в php для реализации специализированных баз данных предприятий. Показана возможность использования php-приложения для организации взаимодействия с сервером MySQL

R.Yu. Sopchak, P.V.Lobzenko

CROSS-PLATFORM APPLICATION, BASED ON MySQL DBMS

Moscow State Technical University, North Caucasian Branch, Rostov-on-Don, Russia

Key words: relational databases, data, web-server, cross-platform features for operational systems, php applications.

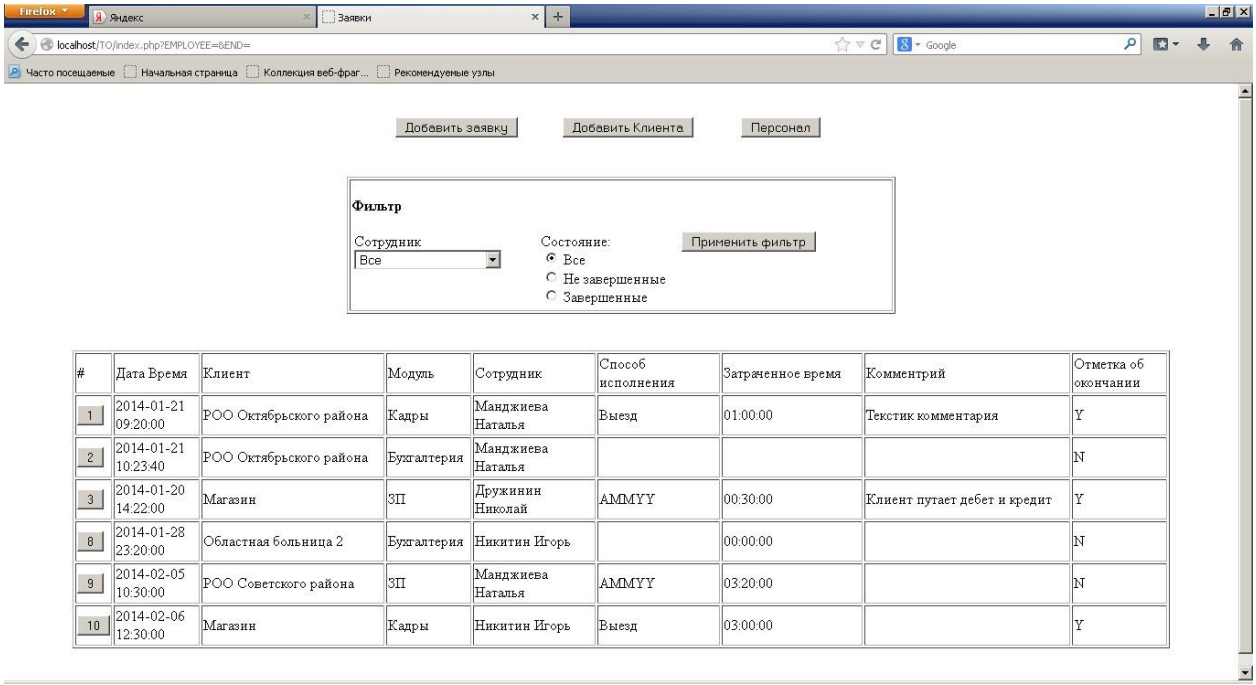
The development of php application for companies' specialised database is described. The possibility to apply php application for the interaction with MySQL server is demonstrated.

На предприятиях малого и среднего бизнеса традиционно стоит задача качественного обслуживания запросов клиентов. Это предусматривает создание и использование баз данных (БД). В настоящее время существует множество различного рода БД, позволяющих удовлетворить самые изысканные запросы [1, 2, 3]. Основными их недостатками являются большая дороговизна с учетом того, что при адаптации продукта к конкретному предприятию далеко не все функции (входящие в стоимость) используются, а также вопросы безопасности информации, возникающие при администрировании БД, расположенных на удаленных серверах.

В статье представлена простая реализация пользовательского программного обеспечения (ПО) для использования СУБД MySQL с помощью php-приложения [4]. При этом, управление данными сервера MySQL построено посредством php-приложения через веб-сервер.

В основе разработки лежит технология удаленного доступа пользователей к общему веб-серверу организации. В качестве хранилища данных используется СУБД MySQL, нужен только веб-сервер и сервер MySQL, интерфейс же составлен с помощью php-приложения.

Интерфейс максимально приближен к уже применяемым пользователями разработкам и является интуитивно понятным (рис. 1).



#	Дата Время	Клиент	Модуль	Сотрудник	Способ исполнения	Затраченное время	Комментрий	Отметка об окончании
1	2014-01-21 09:20:00	РОО Октябрьского района	Кадры	Манджиева Наталья	Выезд	01:00:00	Текстик комментария	Y
2	2014-01-21 10:23:40	РОО Октябрьского района	Бухгалтерия	Манджиева Наталья				N
3	2014-01-20 14:22:00	Магазин	ЗП	Дружинин Николай	AMMYY	00:30:00	Клиент путает дебет и кредит	Y
8	2014-01-28 23:20:00	Областная больница 2	Бухгалтерия	Никитин Игорь		00:00:00		N
9	2014-02-05 10:30:00	РОО Советского района	ЗП	Манджиева Наталья	AMMYY	03:20:00		N
10	2014-02-06 12:30:00	Магазин	Кадры	Никитин Игорь	Выезд	03:00:00		Y

Рисунок 1. Главная страница приложения для выполнения заявок клиентов.

Таким образом, разработанное приложение имеет следующие преимущества:

1. Сравнительно малую стоимость создания и сопровождения. Учитывая при этом, что стоимость СУБД используемая программой как и интерпретатор языка php, как и веб-сервер Apache, необходимый для ее работы, совершенно бесплатны.
2. Кроссплатформенность в силу того что программа работает через веб-интерфейс и вся отработка производится на сервере. Поэтому, можно подключаться к программе с любой ОС будь то семейство Linux, Windows, Mac OS. Возможно даже подлкючение с мобильных устройств, обладающих соответствующими размерами экрана.
3. Интуитивно понятный, информативный и удобный, а главное, привычный интерфейс, не требующий отдельного обучения использованию.
4. Сравнительную простоту в эксплуатации и сопровождении.

Литература:
1. http://webadequate.ru/rabota-s-bd-mysql/21-sozdanie-bazy-dannyh-mysql.html.
2. http://mitriydenisov.com/php-mysql/php-basics/database.html.
3. http://office.microsoft.com/ru-ru/access-help/HP005187442.aspx.
4. Харрингтон Дж. Проектирование реляционных баз данных. Просто и доступно, 2005.-239 с.

И.С. Шостко, Ю.Э. Соседка

СИНХРОНИЗАЦИЯ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков, Украина

Ключевые слова: сенсорные сети, энергопотребление, датчики, синхронизация, сеанс связи, приемопередатчики.

Для проведения успешного сеанса связи необходимо, чтобы участвующие в сеансе узлы одновременно включили свои приёмопередатчики, что требует синхронизированности их часов. Кроме того, точное время на сенсорном узле полезно для формирования временных отметок данных, считанных с датчиков. В данной работе рассматриваются влияние синхронизации на энергопотребление беспроводной сенсорной сети. Предложенный метод предполагает уменьшение времени работы передатчика и приёмника за счёт оптимального выбора режима их работы и синхронизации. Было рассмотрено три вида сеансов связи приемника и передатчика.

I.S. Shostko, J.E. Sosedka

SYNCHRONIZATION IN WIRELESS SENSOR NETWORKS

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine

Keywords: sensor networks, energy, sensors, synchronization, communication session, transceivers.

For a successful communication session is necessary order to participate in a session of the nodes simultaneously turned on their transceivers requires that sync with their hours. Moreover, current time on the touch unit useful for generating time stamps of the data read from the sensors. Considered in this paper, the impact of synchronization on the power consumption wireless sensor network. The proposed method involves the time reduction work of transmitter and receiver, due to the optimal mode selection and synchronization of their work. Were considered three kinds of communication sessions transmitter and receiver.

В последние несколько лет начали активно развиваться технологии беспроводных сенсорных сетей (БСС). Это распределенные самоорганизующиеся многоячеистые сети, базирующиеся на стандарте IEEE 802.15.4 с низкой скоростью передачи данных и сверхнизким энергопотреблением узлов [1].

Основной сферой применения сенсорных сетей является сбор по беспроводному каналу связи показаний от множества датчиков, распределенных в пространстве. Данные сети применяются в промышленности, в системах обеспечения безопасности и обороны, в медицине, в системах мониторинга окружающей среды, при построении системы «Умный дом» и для мониторинга местонахождения и управления транспортом [2].

Каждый элемент БСС имеет микроконтроллер, приёмопередатчик и различного типа датчики. От величины средней потребляемой мощности модуля БСС зависит срок службы его элемента питания, что делает задачу снижения энергопотребления в БСС актуальной.

На системном уровне БСС снижение энергопотребления может быть достигнуто за счет адаптивного управления временем включения и отключения модулей при передаче информации об их синхронизации.

Большой срок работы БСС достигается за счёт импульсного характера работы сети т.к. большую часть времени узлы находятся в режиме сверхнизкого энергопотребления («сна») не производя никаких действий (рис. 1), периодически узлы переходят в активный режим, работают с установленными датчиками и обмениваются данными с окружающими узлами.

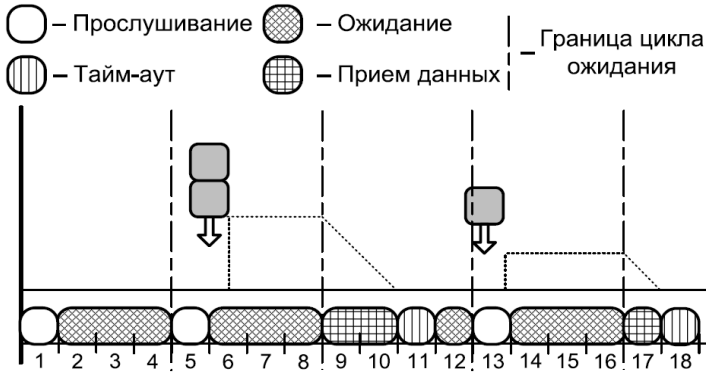


Рисунок 1.

Для проведения сеанса связи необходимо, чтобы участвующие в сеансе узлы одновременно включили свои приёмопередатчики, что требует синхронизированности их часов. Кроме того, точное время на сенсорном узле полезно для формирования временных отметок данных, считанных с датчиков.

В данной работе проведен анализ сеансов связи. Удачный сеанс, принимающий узел начинает прослушивание эфира лишь немного раньше, чем передающий узел начинает отправку пакета (рис. 2а). На рис. 2б изображён неэффективный сеанс связи. Плохая синхронизация часов приводит к тому, что принимающий узел тратит на ожидание пакета больше времени, чем на его получение. Тем не менее, сеанс связи успешен – переданный пакет получен принимающей стороной. На рис. 2в изображён неудачный сеанс: принимающий узел закончил интервал прослушивания раньше, чем передающий узел начал отправлять пакет. Синхронизация узлов нарушена, передача пакета не произошла. Необходимо принятие мер по её восстановлению.

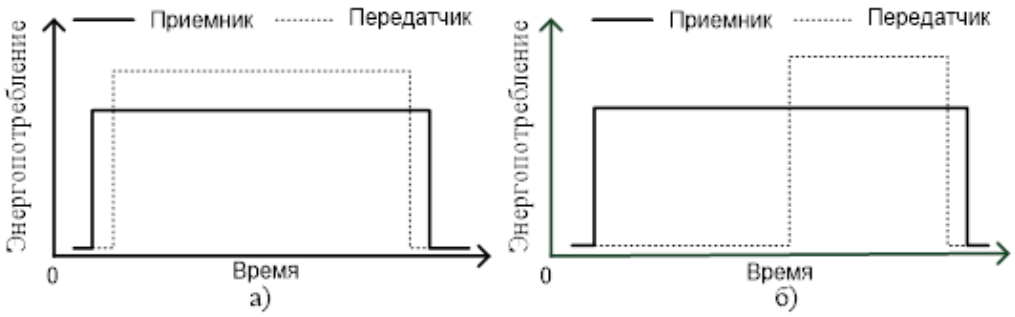


Рисунок 2. а), б)

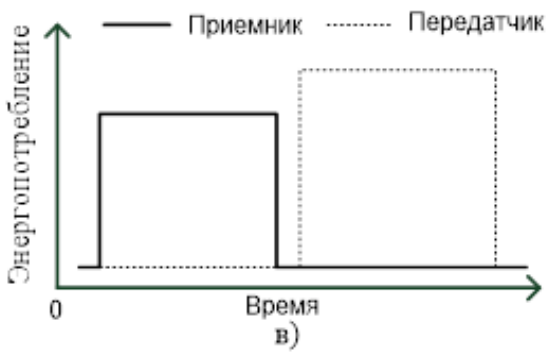


Рисунок 2. в)

Приёмопередатчик – основной источник расхода энергии в сенсорном узле. Минимизируя время его работы, можно получить ощутимый выигрыш по экономии энергии [3].

Таким образом, чем лучше синхронизированы между собой часы передающего и принимающего узлов, тем меньший запас в интервале прослушивания может допускать принимающий узел, и тем меньше энергии он потратит на пустое прослушивание эфира. Плохая синхронизация приводит к непроизводительному расходу энергии на принимающем узле.

Литература:

1. Шостко И.С., Соседка Ю.Э. Методы снижения энергопотребления в сенсорных сетях // 23-я Международная Крымская конференция СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии, 8-13 сентября 2013г, Севастополь, Т.1, С.476-477.

2. Первунинских В.А. Архитектура сенсорных полей в комплексах технических средств охраны на основе беспроводной радиосвязи. [Интернет ресурс]. – Режим доступа: http://conf-ulstu.ru/p5_36.php. Дата доступа: 15.01.2014.

3. Недев М. Д. Синхронизация времени в сенсорных сетях // Программные системы: теория и приложения. –.4(8), 2011 . – С. 71–84.

А.Г. Сукиязов, П.А. Чурилов

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ЭЛЕМЕНТОВ БЛОКОВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: функциональная диагностика, тококинетический метод, мнемоническая диаграмма, бесконтактное измерение тока, выпрямительный блок.

Рассматривается новый бесконтактный метод функциональной диагностики электрических машин в составе инфокоммуникационных систем. Основная идея состоит в том, что зависимость от времени (кинетика) потребляемого тока отражает выполнение функционала контролируемого объекта. Отклонение от нормы выполнения функционала (появление дефекта) приводит к изменению кинетики. Предлагается способ обнаружения малых изменений кинетики с помощью мнемонических диаграмм. Тококинетический метод позволяет реализовать непрерывный автоматический контроль состояния объекта.

A.G. Sukiasov, P.A. Churilov

FUNCTIONAL DIAGNOSTICS ELEMENTS OF UNITS OF POWER SUPPLY OF TELECOMMUNICATIONS SYSTEMS

Don state technical University, Rostov-on-don, Russia

Key words: functional diagnostics, tokokini method, mnemo clinical chart, non-contact measuring current rectifier unit.

The new non-contact method of functional diagnostics of trionski machines consisting of infocommunication systems. The basic idea is that the dependence on time (kinetics) consumed current reflects the implementation of the functionality of the controlled object. Deviation from the norm the execution of the functional (the appearance of the defect) leads to a change in kinetics. We propose a method of detecting small changes kinetics using mnemonic diagrams. Tokokini method allows you to perform continuous automatic control of the state of the object.

Электроснабжение является важнейшей составной частью инфокоммуникационных систем, обеспечивающей их надежное функционирование. Сама система электроснабжения включает следующие системы [1]:

- общего электроснабжения (СОЭ);
- гарантированного электроснабжения (СГЭ);

– бесперебойного электроснабжения (СБЭ);
– систему освещения.

Кроме того, от нее непосредственно зависят система кондиционирования и вентиляции воздуха, насосная часть системы водоснабжения и канализации и другие объекты и системы потребители электрической энергии.

Система электроснабжения является основой функционирования всех систем. Ее отказ означает остановку работы всех потребителей и главное остановку основных технологических процессов обработки и передачи информации. Для обеспечения функционирования и управления оборудованием инженерных систем обычно применяют специализированные системы локальной автоматики либо системы на базе универсальных промышленных контроллеров. Кроме того существуют различные способы резервирования электроснабжения на разных уровнях.

Не смотря на то, что в настоящее время имеется достаточно большое количество средств, обеспечивающих надежную работу инфокоммуникационных систем, исследование новых способов неразрушающей функциональной диагностики потребителей электроэнергии, входящих систему и могущих дать положительный эффект представляет определенный практический интерес. Предлагаемый доклад посвящен новому тококинетическому методу бесконтактной функциональной диагностики электрических объектов [2, 3].

Суть тококинетического метода состоит в том, что зависимость тока объекта от времени (кинетика), отражает все этапы его работы. Наиболее четко это проявляется для машин переменного тока: если питающее напряжение является синусоидальным, то потребляемый ток практически всегда будет несинусоидальным (реактивная составляющая здесь не рассматривается). Это связано как с нелинейностью нагрузки, так и с наличием внутренних переходных процессов в объекте связанных с его функционалом. Если в объекте вследствие деструктивных процессов происходят изменения в функционале, то это однозначно проявится в кинетике тока. Регистрируя изменение кинетики можно осуществлять диагностику объекта в процессе его работы в штатном режиме.

Лучше всего определять появление изменений в кинетике используя визуализацию [2]. В основе идеи визуализации лежит аналог оптического метода регистрации малых изменений поверхности с помощью муара [4]. Для того, чтобы особым образом визуализировать кинетику тока сравниваются два сигнала: сам исследуемый сигнал тока и его образ (реплика), который получается за счет искажения сигнала заранее известным способом. Сравнение сигнала и его реплики для обеспечения визуализации осуществляют с помощью X-Y диаграммы. Ось X – сам исследуемый сигнал, а ось Y – его реплика. Возникающая при этом картинка оказывается стабильной во времени, может быть легко узнаваема и получила название «мнемонической диаграммы». Блок схема получения мнемонической диаграммы представлена на рисунке 1а).

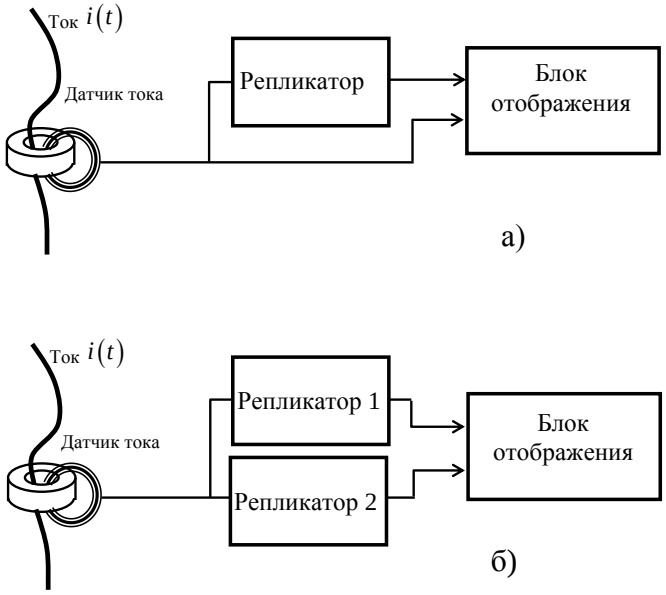


Рисунок 1. Блок-схема получения мнемонических диаграмм

Зависящий от времени ток $i(t)$, питающий объект контроля и содержащий информацию о его техническом состоянии, поступает на репликатор, который преобразует его в другой по форме ток $I(t)$, называемый репликой. Связь между $i(t)$ и $I(t)$ заранее определена. Исследуемый ток и его реплика подается в блок отображения, где формируется мнемоническая диаграмма.

Для расширения технологических возможностей, мнемоническую диаграмму можно получать также с помощью двух независимых регистраторов (рисунок 1 б).

Ограничений на функцию репликатора нет. Реплика должна быть такой, чтобы мнемоническая диаграмма была удобной для решения задач диагностики. Для того, чтобы осуществлять идентификацию дефекта в объекте контроля, необходимо предварительно на лабораторном стенде создать базу данных для связи формы мнемонической диаграммы и конкретного дефекта.

Наиболее простыми устройствами репликаторов могут быть блоки дифференцирования и интегрирования сигнала. Если рассмотреть, для примера, схему на рисунке 1а), а в качестве основной функции репликатора выбрать операцию дифференцирования, то уравнение мнемонической диаграммы в параметрической форме будет иметь вид:

$$\begin{cases} X(t) = a \cdot i(t) \\ Y(t) = b \cdot \dfrac{d\left[i(t)\right]}{dt} \end{cases},$$

где a и b масштабные коэффициенты, обеспечивающие необходимое соотношение ширины и высоты мнемонической диаграммы. В качестве примера приведем мнемонические диаграммы тока первичной обмотки трансформаторно-выпрямительного блока с мостовым двухполупериодным выпрямителем (рисунок 2) с выходным напряжением 12 В.

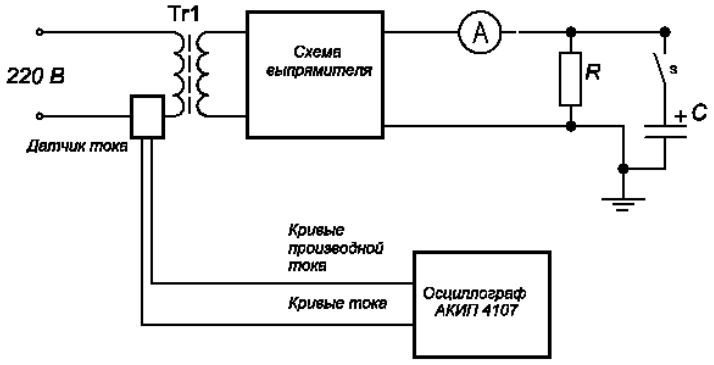


Рисунок 2. Схема наблюдения мнемонических диаграмм трансформаторно-выпрямительного блока

Выпрямитель нагружен на линейное сопротивление. Параллельно резистору ключем s можно подключать конденсатор С. При емкости конденсатора С=1000 мкФ, ток в резисторе равнялся 178 мА. Если смоделировать высыхание конденсатора, заменив его емкостью 50 мкФ, то ток в нагрузке уменьшился до 128 мА. Естественно увеличились пульсации.

Для того, чтобы обычными средствами определить факт высыхания конденсатора необходимо провести ряд предварительных действий по разборке корпуса и подключению приборов. После установления диагноза потребуется выпаять конденсатор и измерить емкость.

Тококинетический метод с наблюдением мнемонических диаграмм оказывается гораздо проще. На рисунке 3 представлены мнемонические диаграммы для отмеченных выше условий. Датчик тока представлял собой токовые клещи. Данные получены после обхвата датчиком одного из проводов питания первичной обмотки. Из рисунка 3 четко видно различие мнемонических диаграмм. Горизонтальная ось диаграмм соответствует току первичной обмотки. Чем больше емкость конденсатора, тем шире мнемоническая диаграмма, что означает увеличение тока.

Кроме этого, хотя форма мнемонических диаграмм достаточно сложная и содержит много особых участков (например, колечки, петли и т.д.), особые участки вделить не трудно. Для того, чтобы осуществлять более расширенный диагностический вывод потребуется предварительное исследование влияния деталей схемы на особые участки мнемонической диаграммы. Здесь необходимо подчеркнуть, что для тококинетического метода используется провод первичной обмотки трансформатора корпус прибора не вскрывается.

Тококинетический метод функциональной диагностики позволяет осуществлять непрерывную диагностику в реальном масштабе времени. После отработки методики автоматического анализа мнемонических диаграмм, окажется возможным разработать автоматическую систему диагностики всех электрических объектов инфокоммуникационных систем. Это существенно повысит ее надежность. Все это делает тококинетический метод функциональной диагностики перспективным для внедрения.

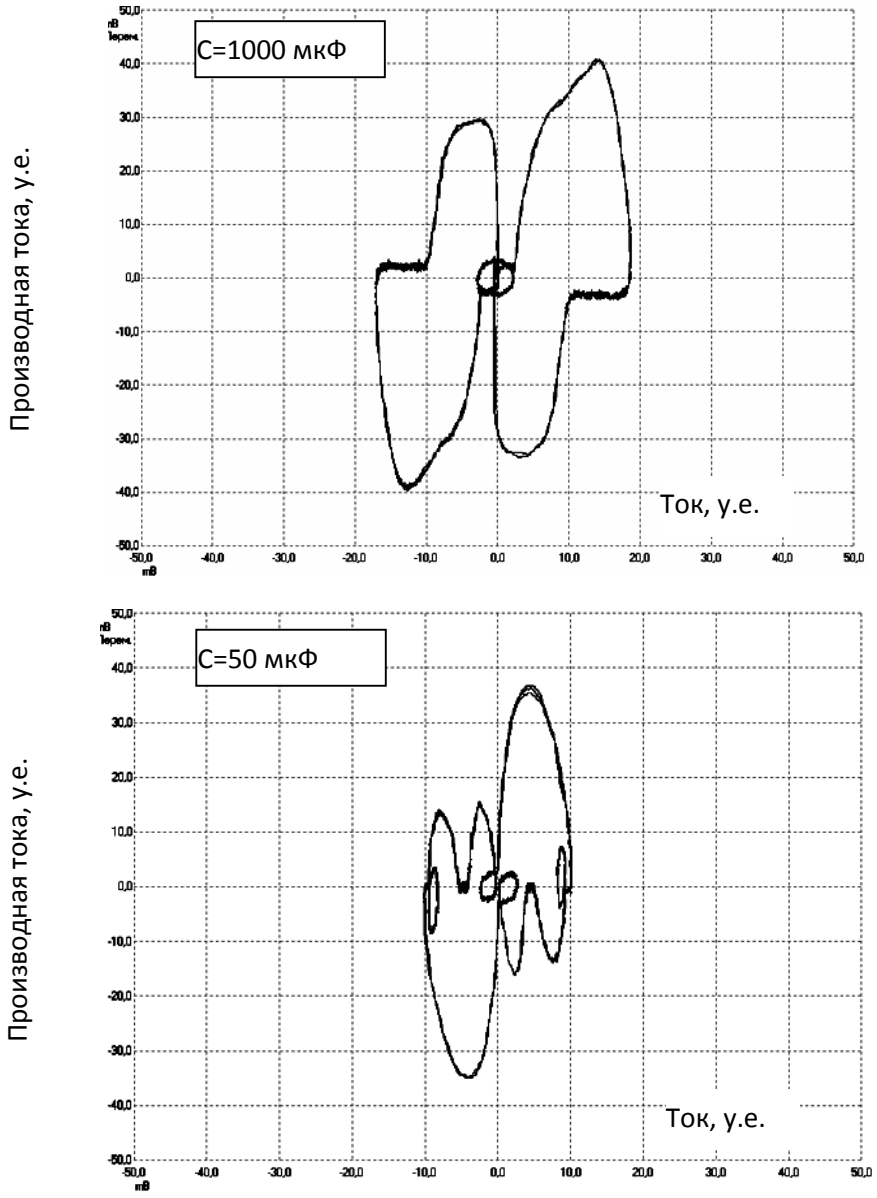


Рисунок 3. Мнемонические диаграммы для двух значений емкости конденсатора С

Литература:

1. Воробьев А.Ю. Электроснабжение компьютерных и телекоммуникационных систем. М.: ЭкоТрендз. 2002. 280 с.

2 Сукиязов А.Г., Просянников Б.Н. Способ визуального контроля параметров энергопотребления и диагностики технического состояния электрооборудования переменного тока. Патент на изобретение №2378656. Приоритет 12 февраль 2008.

3 Сукиязов А.Г., Нестеров В.В., Просянников Г.Б. О возможности реализации непрерывной диагностики технического состояния электрических машин переменного тока.// Вестник ростовского государственного университета путей сообщения. №1 . 2009. С.125 -129.

4. Дюрелли А., Паркс В. Анализ деформаций с использованием муара. М.: Мир, 1974. 359 с.

О.И. Табелек, В.Н. Трофименко, Е.Н. Трофименко, Н.В. Руденко

РАСЧЕТ ОДНОПОЛУПЕРИОДНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ СПЛАЙН-ИНТЕРПОЛЯЦИИ ВОЛЬТ-АМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИОДА

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: вольт-амперная характеристика, сплайн-интерполяция, полупроводниковый диод, расчет цепи.

Графо-аналитические методы расчета не позволяют полностью автоматизировать решение задач анализа и синтеза электронных схем, содержащих нелинейные элементы. Рассмотрено применение сплайн-интерполяции характеристик нелинейных элементов для численного расчета цепей. В качестве примера приведено использование сплайн-интерполяции экспериментальной вольт-амперной характеристики полупроводникового диода для расчета однополупериодного выпрямителя. Результаты работы предназначены для использовать в учебном процессе при проведении лабораторных занятий и практических расчетах электронных схем и электрических цепей.

O.I. Tabelek, V.N. Trofimenko, E.N. Trofimenko, N.V. Rudenko

CALCULATION OF THE ONE-HALF-PERIOD RECTIFIER ON THE BASIS OF SPLAYN-INTERPOLYATSII OF THE VOLT-AMPERE CHARACTERISTIC OF THE DIODE

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia

Keywords: volt-ampere characteristic, spline interpolation, semiconductor diode, chain calculation.

Graphic-analytical methods of calculation don't allow to automate completely the solution of tasks of the analysis and synthesis of the electronic schemes containing nonlinear elements. Application a spline interpolation of characteristics of nonlinear elements for numerical calculation of chains is considered. Use is given as an example a spline interpolation of the experimental volt-ampere characteristic of the semiconductor diode for calculation of the one-half-period rectifier. Results of work are intended for to use in educational process when carrying out laboratory researches and practical calculations of electronic schemes and electric chains.

В настоящее время графо-аналитические методы расчета электронных схем, содержащих нелинейные элементы, широко используются в учебном процессе при выполнении лабораторных исследований, проведении практических занятий, в процессе курсового и дипломного проектирования. Например, в [1] предлагается с помощью полученных экспериментальным путём значений графическим методом определять параметры вольт-амперной характеристики (ВАХ) диодов и транзисторов, в [2] рассматривается графо-аналитический метод расчета усилительных каскадов. Графо-аналитические методы расчета не позволяют полностью автоматизировать решение задач анализа и синтеза электронных схем, содержащих нелинейные элементы.

В ходе лабораторных занятий выполняются эксперименты, по которым определяются характеристики нелинейных элементов, например, ВАХ диодов, ВАХ транзисторов. Данные экспериментов представляются в табличном виде. Для использования в расчетах экспериментальных данных необходимо перейти от их табличного представления к

аналитическому, что удобно выполнять с помощью сплайн-интерполяции [3]. Однако, во многих учебниках по аналоговой электронике и схемотехнике сплайны применяются только для интерполяции экспериментальных данных, а для расчетов, применяются графические методы анализа [2, 3].

В данной работе демонстрируется применение интерполированной ВАХ на примере моделирования цепи, содержащей последовательно соединенные источник переменного напряжения, полупроводниковый диод KD 509A и нагрузочный резистор R.

Для получения табличных значений вольт-амперной характеристики диода KD509A использована модель диода программы Electronics Workbench [1]. На рисунке 1 представлены: кружками – экспериментальные данные ВАХ диода, сплошной линией – интерполированная ВАХ. Интерполяция выполнена кубическими сплайнами при помощи функций *cspline()* и *interp()* программы Mathcad [4].

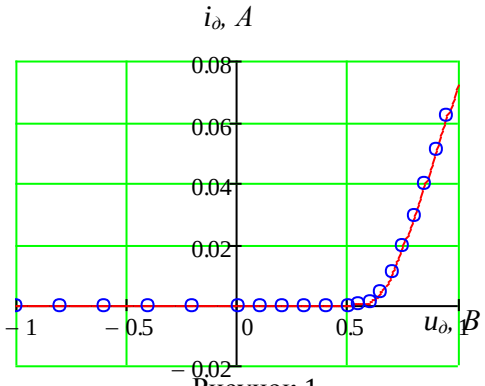


Рисунок 1.

Уравнение рассматриваемой цепи имеет вид

$$e(t) = i_\partial(u_\partial(t))R + u_\partial(t),$$

где R – сопротивление нагрузки; $u_\partial(t)$ – падение напряжения на диоде; $i_\partial(u_\partial(t))$ – ток через диод; $e(t)$ – входное гармоническое воздействие

$$e(t) = U_m \cos(\frac{2\pi}{T}t).$$

Для решения этого уравнения использовался вычислительный блок *Given/Find* программы Mathcad [4].

Результаты расчета цепи представлены на рисунках 2 и 3 (U_m = 0.9 В, T = 5 мс, R = 100 Ом). На рисунке 2 представлены результаты расчета тока в цепи $i_\partial(u_\partial(t))$. На рисунке 3 – входное напряжение $e(t)$ (отображено точками) и напряжение $u_R(t)$ на сопротивлении R (отображено сплошной линией).

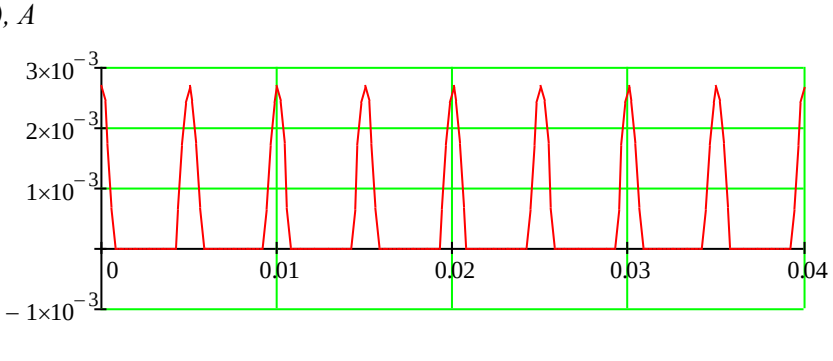


Рисунок 2.

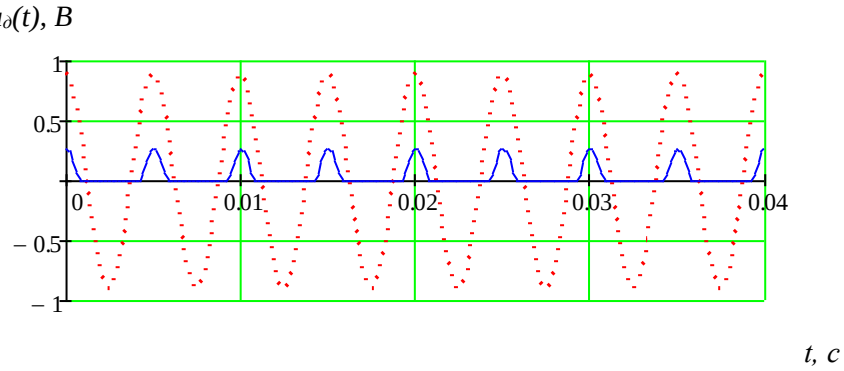


Рисунок 3.

Таким образом, сплайн-интерполяция экспериментальных данных, позволяет использовать характеристики нелинейных элементов в численных расчетах электронных схем и электрических цепей.

Представленные результаты можно использовать в учебном процессе при проведении лабораторных занятий и практических расчетах электронных схем и электрических цепей.

Литература:

1. Панфилов Д.И., Чепурин И.Н., МироновВ.Н. и др. Электротехника и электроника в экспериментах и упражнениях: Практикум на Electronics Workbench: в 2 т. / Под общ. ред. Д.И. Панфилова – Т. 2: Электроника. – М.: ДОДЕКА, 2000.

2. Травин Г.А. Основы схемотехники устройств радиосвязи, радиовещания и телевидения: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд.. – М.: Горячая линия – Телеком,2009.

3. Васильченко Е.В., Наседкин К.С. Проектирование схем на компьютере. Серия "Библиотека инженера" – М.: СОЛОН-Пресс, 2003 г.

4. Дьяконов В. П. Mathcad 8-12 для студентов. М.: СОЛОН-Пресс.- 2005.

В.Ю. Титов, Е.М. Хорольский

ВХОДНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ИЗЛУЧАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

Научно-технический отдел Федерального казенного учреждения «Научно-производственное объединение «Специальная техника и связь» Министерства внутренних дел Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: фазированная антенная решетка; излучающий элемент; нерегулярная структура; комплексная величина; вибратор; электродвижущая сила; взаимное сопротивление.

В статье описано сложное явление взаимодействия излучающих элементов, проявляющееся в изменении входного сопротивления излучателя при его включении в состав фазированной антенной решетки эквидистантного и неэквидистантного типов. На основе методики расчета взаимных сопротивлений, возникающих в излучающих элементах фазированной антенной решетки эквидистантного типа, рассматривается вариант расчет взаимных сопротивлений излучающих элементов неэквидистантной фазированной антенной решетки. Приводятся пример расчета собственных сопротивлений излучающих элементов неэквидистантной фазированной антенной решетки.

V.Yu. Titov, E.M. Horolsky

INPUT IMPEDANCE RADIATING ELEMENT PHASED ARRAY ANTENNA

Scientific and technical department of Federal state institution ""Special Equipment and Communication" scientific and production association of the Ministry of Internal Affairs Russian Federation, Rostov-on-Don, Russia

Keywords: phased array, the radiating element; irregular structure, a complex quantity; vibrator; electromotive force; mutual impedance.

The article describes the interaction of the complex phenomenon of radiating elements is manifested in the change of the input resistance of the radiator when it is turned in the phased array equidistant and non-equidistant types. Based on the method of calculating the mutual impedance , resulting in a radiating element phased array equidistant type , consider the option of calculating the mutual impedances of radiating elements nonequidi phased array antenna . An example of calculating own resistances nonequidi radiating elements phased array antenna.

Развитие и усложнение фазированных антенных решеток (ФАР) потребовало разработки новых и совершенствованию известных методов расчета их основных электрических характеристик. Конструирование такого типа антенных систем значительно усложнились из-за увеличения числа параметров, определяющих характеристики антенн, а также из-за стремления оптимизировать характеристики или более точно их рассчитать. Многочисленные исследования показывают, что в ФАР имеет место сложное явление взаимодействия излучающих элементов (ИЭ), проявляющееся в изменении входного сопротивления излучателя при его включении в состав ФАР. Взаимная связь вызывает изменение входного сопротивления каждого элемента, что приводит к рассогласованию и отражению энергии в фидерной линии обратно к источнику. Учет такого рода отклонения при разработке ФАР является сложной задачей, особенно если антенная система имеет неэквидистантное, т.е. нерегулярное расположение ИЭ.

В настоящее время при анализе взаимного влияния ИЭ ФАР широкое применение получил поэлементный подход, рассматривающий поведение наводимых электродвижущих сил (ЭДС).

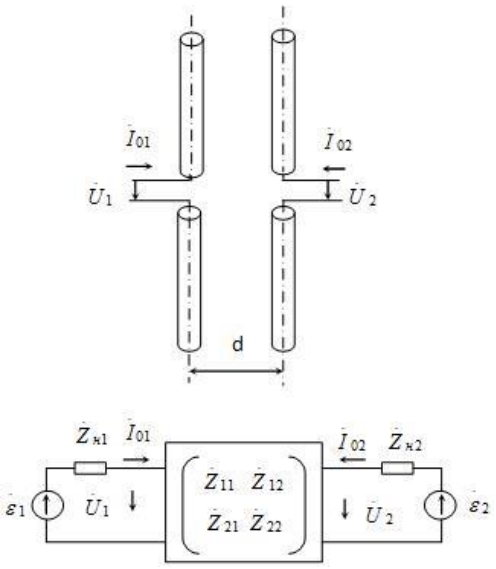


Рисунок 1. Распределение токов в ИЭ ФАР

В случае эквидистантной, т. е. с регулярным расположением ИЭ, ФАР, которая состоит из двух одинаковых линейных симметричных электрических вибраторов (рис.1), для комплексных амплитуд токов и напряжений на входах каждого вибратора ($\dot{I}_{вх1}, \dot{I}_{вх2}$ и $\dot{U}_{вх1}, \dot{U}_{вх2}$ соответственно) можно записать систему линейных уравнений типа уравнений Кирхгофа [1, 2, 3]:

$$\dot{U}_{вх1} = Z_{11}\dot{I}_{вх1} + Z_{12}\dot{I}_{вх2},\ \dot{U}_{вх2} = Z_{21}\dot{I}_{вх1} + Z_{22}\dot{I}_{вх2}. \quad (1)$$

Коэффициенты Z_{11} и Z_{22} носят названия собственных сопротивлений, а Z_{12} и Z_{21} – взаимных сопротивлений и имеют следующий смысл. Пусть второй вибратор разомкнут в точках входа, т.е. $\dot{I}_{вх2} = 0$. Тогда из уравнения (1) имеем $Z_{11} = \dot{U}_{вх1} / \dot{I}_{вх1}$. При разомкнутом первом вибраторе $Z_{22} = \dot{U}_{вх2} / \dot{I}_{вх2}$. Таким образом, каждое из собственных сопротивлений равно входному сопротивлению соответствующего вибратора в режиме, когда другой вибратор разомкнут. В первом приближении обычно считают, что влияние разомкнутых вибраторов невелико, и отождествляют собственное сопротивление с входным сопротивлением каждого вибратора в свободном пространстве. В рабочем режиме, когда оба вибратора возбуждаются соответствующим напряжением, из (1), поделив первое уравнение на $\dot{I}_{вх1}$, а второе на $\dot{I}_{вх2}$, можно получить значения входных сопротивлений вибраторов в составе системы:

$$Z_{вх1} = \dot{U}_{вх1} / \dot{I}_{вх1} = Z_{11} + Z_{12}\dot{I}_{вх2} / \dot{I}_{вх1} = Z_{11} + Z_{12нав}, \quad (2)$$

$$Z_{вх2} = \dot{U}_{вх2} / \dot{I}_{вх2} = Z_{22} + Z_{21}\dot{I}_{вх1} / \dot{I}_{вх2} = Z_{22} + Z_{21нав}, \quad (3)$$

где добавочные сопротивления, дополняющие собственные сопротивления, носят название наведенных сопротивлений, причем:

$$Z_{12нав} = Z_{12}\dot{I}_{вх2} / \dot{I}_{вх1},\ Z_{21нав} = Z_{21}\dot{I}_{вх1} / \dot{I}_{вх2}. \quad (4)$$

Как видно из (4), при равных токах, т.е. $\dot{I}_{вх1} = \dot{I}_{вх2}$, наведенные сопротивления равны взаимным. Необходимо отметить, что с помощью принципа взаимности можно показать, что $Z_{12} = Z_{21}$, и это равенство сохраняется при разных длинах вибраторов, образующих связанную систему, а также произвольном расположении их в пространстве. Для наведенных сопротивлений подобное равенство, как следует из (4), несправедливо, однако наведенные сопротивления могут быть найдены через взаимные, если известны токи на входах излучателей. В качестве примера можно рассмотреть простейшую ФАР состоящую из двух идентичных параллельных вибраторов (рис. 2, *а*) и питаемых одинаковыми токами $\dot{I}_{вх1} = \dot{I}_{вх2}$ (синфазный режим) На основании выражений (2) и (3):

$$Z_{вх1} = Z_{11} + Z_{12},\ Z_{вх2} = Z_{22} + Z_{21}. \quad (5)$$

Так как $Z_{12} = Z_{21}$, то справедливо:

$$Z_{вх1} = Z_{вх2} = Z_{11} + Z_{12}, \quad (6)$$

Из теории длинных линий следует, что входное сопротивление линии с потерями, эквивалентной вибратору, равно:

$$Z_{вх} = \tilde{Z}_B cthyl, \quad (7)$$

где $\tilde{Z}_B$ – комплексное волновое сопротивление линии; $\gamma = \alpha + j\beta$ – комплексная постоянная распространения, α – коэффициент затухания в линии, β – коэффициент фазы; l – длина эквивалентной линии, равная длине плеча вибратора

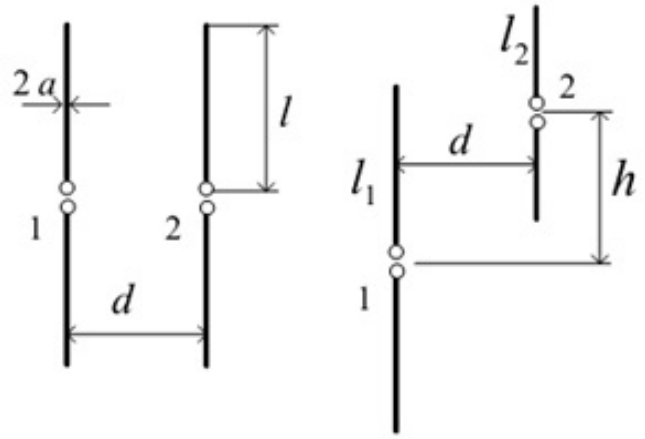


Рисунок 2. Модель ФАР:
а) эквидистантного типа;
б) неэквидистантного типа

В случае с неэквидистантной ФАР значение Z_{12} определяется путем численного интегрирования (рис. 2, *б*) [4]:

$$Z_{12} = R_{12} + jX_{12} = 30j \times$$
$$\left[\int_{h-l_1}^{h}\left(e^{-jkr_1}/r_1 - 2\cos kl_2 e^{-jkr_0}/r_0 + e^{-jkr_2}/r_2\right)\right]\sin\left[k\left(l_1+h+\xi\right)\right]d\xi +$$
$$+\left[\int_{h}^{h+l_1}\left(e^{-jkr_1}/r_1 - 2\cos kl_2 e^{-jkr_0}/r_0 + e^{-jkr_2}/r_2\right)\right]\sin\left[k\left(l_1+h-\xi\right)\right]d\xi, \quad (8)$$

где $r_1 = \sqrt{\left(l_2-\xi\right)^2 + d^2}$, $r_0 = \sqrt{\xi^2 + d^2}$, $r_2 = \sqrt{\left(l_2+\xi\right)^2 + d^2}$.

В неэквидистантной ФАР размером $N = m \times n$ систему входов описывает следующая матрица сопротивлений:

$$Z = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} & \ldots & Z_{1n} \\ Z_{21} & Z_{22} & \ldots & Z_{2n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ Z_{m1} & Z_{m2} & \ldots & Z_{mn} \end{bmatrix}, \quad (9)$$

где Z_{ii} – собственные сопротивления излучателей; Z_{ij} $(i \neq j)$ – взаимное сопротивление между i и j излучателями. На основании закона Ома матрица токов [I] на элементах с учетом взаимных связей будет иметь вид:

$$[I] = [Z]^{-1}[U], \quad (10)$$

где матрица $[Z]^{-1}$ имеет смысл матрицы проводимости. В таком случае, входное сопротивление для каждого ИЭ ФАР с учетом взаимных связей можно записать в виде:

$$Z_{вхn} = \sum_{m=1}^{N} Z_{nm} \frac{I_m}{I_n}, \tag{11}$$

где $n=1...N$; N – общее число излучателей в ФАР.

Таким образом, например, для ФАР состоящей из четырех ИЭ выражение для расчета входного сопротивления первого элемента будет иметь вид

$$Z_{вх1} = Z_{11} + Z_{12}\frac{I_2}{I_1} + Z_{13}\frac{I_3}{I_1} + Z_{14}\frac{I_4}{I_1}. \tag{12}$$

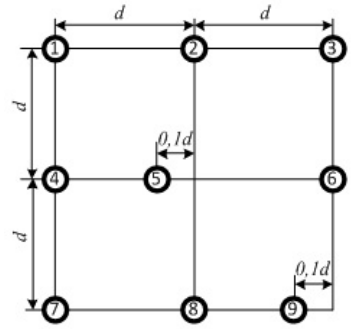


Рисунок 3. Модель 9-ти элементной неэквидистантной ФАР

На рис. 3 представлена модель 9-ти элементной неэквидистантной ФАР, состоящей из вертикальных вибраторов, возбуждаемых равноамплитудной ЭДС. На основании выражения (8) взаимные сопротивления 1-ого ИЭ с другими ИЭ будут определяться следующими соотношениями:

$$Z_{12} = 30j\times$$
$$\left[\int_{h-l_1}^{h}\left(e^{-jkr_1}/r_1 - 2\cos kl_2 e^{-jkr_0}/r_0 + e^{-jkr_2}/r_2\right)\right]\sin\left[k\left(l_1+h+\xi\right)\right]d\xi +$$
$$+\left[\int_{h}^{h+l_1}\left(e^{-jkr_1}/r_1 - 2\cos kl_2 e^{-jkr_0}/r_0 + e^{-jkr_2}/r_2\right)\right]\sin\left[k\left(l_1+h-\xi\right)\right]d\xi \tag{13}$$

где $r_1 = \sqrt{\left(l_2-\xi\right)^2 + d_1^2}$, $r_0 = \sqrt{\xi^2 + d_1^2}$, $r_2 = \sqrt{\left(l_2+\xi\right)^2 + d_1^2}$, $d_1 = d$;

$$Z_{13} = 30j\times$$
$$\left[\int_{h-l_1}^{h}\left(e^{-jkr_1}/r_1 - 2\cos kl_2 e^{-jkr_0}/r_0 + e^{-jkr_2}/r_2\right)\right]\sin\left[k\left(l_1+h+\xi\right)\right]d\xi +$$
$$+\left[\int_{h}^{h+l_1}\left(e^{-jkr_1}/r_1 - 2\cos kl_2 e^{-jkr_0}/r_0 + e^{-jkr_2}/r_2\right)\right]\sin\left[k\left(l_1+h-\xi\right)\right]d\xi \tag{14}$$

где $r_1 = \sqrt{\left(l_2 - \xi\right)^2 + \frac{d_1^2}{2}}$, $r_0 = \sqrt{\xi^2 + \frac{d_1^2}{2}}$, $r_2 = \sqrt{\left(l_2 + \xi\right)^2 + \frac{d_1^2}{2}}$, $d_1 = 2d$;

Аналогично, на основании рассмотренной методики производится расчет взаимных сопротивлений для других ИЭ ФАР. В таблице 1 приведены результаты расчета внутренних сопротивлений ИЭ 9-ти элементной неэквидистантной ФАР.

Таблица 1. Результаты расчета собственных сопротивлений ИЭ 9-ти элементной неэквидистантной ФАР

№ИЭ	Собственное сопротивление ИЭ ФАР
1	71,225 + *j*12,671
2	71,896 + *j*13,998
3	72,525 + *j*13,909
4	75,935 + *j*14,941
5	76,915 + *j*14,356
6	71,325 + *j*13,008
7	71,620 + *j*11,564
8	73,595 + *j*13,568
9	72,295 + *j*13,867

Литература:

1. Вендик О.Г. Антенны с немеханическим движением луча (введение в теорию). – М.: Советское радио, 1965. – 244 с.

2. Чаплин А.Ф. Анализ и синтез антенных решеток – Львов: Изд-во при Львов. 1987. – 180 с.

3. Марков Г.Т., Чаплин А.Ф. Сканирующие антенные системы СВЧ. т. II, перевод с англ. – М.: Советское радио. – 496 с

4. Айзенберг Г.З., Белоусов С.П., Журбенко Э.М. и др. Коротковолновые антенны. – М.: Радио и связь. 1985. – 536 с.

В.Л. Банкет, Ю.Н. Тотмина

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, г. Одесса, Украина

Ключевые слова: пилот-сигнал, дифференциальный метод передачи, пакета стандарта IS-136, теория разностных уравнений, дифференциальная модуляция разностей, дифференциальная демодуляция фазоразностных сигналов.

Приведены сведения о методах передачи информации по каналам с замираниями, в современных телекоммуникационных системах. Обосновано применение дифференциальных методов для передачи в условиях медленных замираний.

V.L. Banket, Ju.N. Totmina

THE COMPARISON OF INFORMATION TRANSMISSION METHODS

Odessa National Academy of Telecommunications named after O.S. Popov, Odessa, Ukraine

Keywords: pilot, a differential transmission method, packet of IS-136, the theory of difference equations, differential modulation differences, differential demodulation phase difference signal.

Provides information on the methods of information transmission channels with fading in modern telecommunications systems. The application of differential methods for transmission in slow fading.

Современный этап развития телекоммуникационных систем характеризуется широким использованием технологий беспроводной радиосвязи. Особенностью каналов таких систем является наличие замираний, обусловленных многопутевым распространением радиосигнала. Развитие методов передачи информации по каналам с замираниями прошло ряд этапов [1]. Необходимость эффективной передачи информации в условиях сильных замираний была стимулом разработки и внедрения т.н. «пилотных» методов передачи (по западной терминологии PAT–Pilot Assisted Wireless Transmissions– поддерживаемая пилотом беспроводная передача [2]), при которых цифровой поток передаваемых данных разбивается на пакеты. В состав каждого пакета включается пилот-сигнал известной формы. Пилот-сигнал предназначен для обеспечения синхронизации, оценки текущих параметров канала и оптимизации процедур демодуляции/декодирования принимаемых данных. Недостатки пилотных методов заключаются в следующем:

1) На передачу служебного пилот-сигнала затрачивается определенная доля пропускной способности канала и для копенсации этих потерь идут на повышение скорости передачи информационного сигнала.

2) Ошибки в обнаружении служебных пилот-сигналов приводят к ошибкам демодуляции последующих сигналов пакета.

Вместе с тем, возможно радикальное устранение перечисленных выше недостатков, основанное на использовании предложенного Н. Петровичем метода «относительной фазовой модуляции» для каналов с замираниями [3,4]. Идея Н.Петровича была развита школой А. Заездного в форме «дифференциальной фазовой модуляции» [5]. В современной западной литературе дифференциальные методы занимают значительное место [7]. Анализ показал, что в цитируемых работах Ю.Окунева и Н.Петровича [3…5] основное внимание уделено исследованию дифференциальных методов передачи сигналов фазовой модуляции. В то же время, как показано в публикации авторов [8], «идеология» дифференциальных методов имеет достаточно общий характер и вполне применима как для других методов модуляции (многочастотных сигналов OFDM[7], например), так и иных моделей каналов с медленными замираниями (в частности, для каналов многоантенной радиосвязи MIMO[8], каналов с пространственно-временным кодированием [9]). Цель статьи – всестороннее сравнение методов передачи информации по каналам с медленными замираниями, обобщение идей и путей реализации дифференциальных методов передачи информации по каналам с замираниями и обоснование на этой основе применения дифференциальных методов.

1 Дифференциальная модуляция разностей. Далее полагаем, что передаваемые сигналы(4) выбираются из некоторого ансамбля канальных сигналов. Будем рассматривать *дифференциальный метод передачи*, в котором информация в процессе модуляции закладывается в изменения параметров конечной разности первого порядка (K=1). В таком случае, в процессе модуляции принимают участие *два соседних по времени канальных сигнала*

$$\{s(t_{n-1}),s(t_n)\}. \quad (1)$$

Каждый из этих сигналов характеризуются определенными параметрами. *При дифференциальной модуляции разностей (ДМР) передаваемая информация закладывается в изменения разностей параметров двух соседних по времени канальных сигналов* (1). Выбор используемых для передачи ансамблей канальных сигналов зависит от требований к информативности сигналов ансамбля (числа бит, передаваемых одним сигналом). Здесь предпочтения обычно отдают многопозиционным (многоуровневым) сигналам. Кроме того, важную роль играет *устойчивость разностей параметров сигналов ансамбля к искажениям, вносимым каналом.* Естественно, выбор канального ансамбля определяет также метод определения изменений разностей параметров канальных сигналов (т.е. *метод демодуляции*). В общем случае, если объем ансамбля в канале равен M_0, то можно образовать

$$M_0M_0=M_0^2 \quad (2)$$

всех возможных пар множества разностей $\Delta_n^1 s = f\{s(t_{n-1}, s(t_n)\}$. Может оказаться, что M_0^2 больше количества сообщений в алфавите источника информации. В этом случае из общего числа пар M_0^2 следует использовать для модуляции ДМР такие пары (всего $M_д$ пар), которые обеспечивали бы *однозначное отождествление* (декодирование) символов на приеме (т.е. *количество используемых пар* $M_д$ (*объем ансамбля разностей*)) должно соответствовать объему алфавита передаваемого сообщения *M:*

$$M_o = M. \tag{3}$$

По существу, при переходе к расстояниям в некоторой метрике происходит отображение множества расстояний между канальными сигналами-переносчиками на множество одномерных чисел (расстояний в парах). Таким образом, в случае ДМР возникают *типичные задачи теории модуляции:*

1.Выбор ансамбля канальных сигналов и метрики расстояний, обеспечивающих устойчивость разностей к действию искажений, вносимых каналом с медленными замираниями *(инвариантность* к искажениям канала).

2.Выбор ансамбля канальных сигналов, обеспечивающих устойчивость разностей к действию случайных помех в канале (*задача помехоустойчивости*).

3.Разработка *оптимального модуляционного кода* для перехода от двоичных информационных символов к разностям из ансамбля разностей.

4.Разработка *алгоритма оптимальной демодуляции сигналов* ДМР.

2 Алгоритмы дифференциальной модуляции/демодуляции гармонического переносчика. Наиболее часто используемая форма гармонического переносчика имеет вид

$$s(t, a_n, \varphi_n) = S_0 a_n \cos(\omega_0 t + \varphi_n + \varphi_0), \qquad 0 < t < T. \tag{4}$$

Здесь S_0, ω_0, φ_0 – амплитуда, частота и начальная фаза сигнала, a_n, φ_n – параметры, модулирующие амплитуду и фазу сигнала в пределах указанного выше интервала. При дифференциальной модуляции значения информационного символа u_n определяют приращения модулирующих символов a_n, φ_n, образуя *алгоритмы дифференциальной модуляции:*

– дифференциальной фазовой модуляции(Д-ФМ)

$$\varphi_n = \varphi_{n-1} + m_{ФМ} u_n, \tag{5а}$$

– дифференциальной амплитудной модуляции(Д-АМ)

$$a_n = a_{n-1}(1 + m_{АМ} u_n). \tag{5б}$$

Здесь $m_{ФМ}$, $m_{АМ}$ –коэффициенты фазовой и амплитудной модуляции.

Из алгоритмов (5 а,б) следуют *алгоритмы дифференциальной демодуляции:*

– дифференциальной демодуляции Д-ФМ сигналов

$$u_n = \frac{1}{m_{ФМ}}(\varphi_n - \varphi_{n-1}), \tag{6а}$$

– дифференциальной демодуляции Д-АМ сигналов

$$u_n = \frac{1}{m_{AM}}\left(\frac{a_n}{a_{n-1}} - 1\right) \quad . \qquad (6б)$$

Таким образом, дифференциальная демодуляция сводится к вычислению разности оценок модулирующих параметров (форм.(6а,б)). Хотя алгоритмы (6а) и (6б) по структуре подобны, заслуживает внимания анализ инвариантности алгоритма (6б). Анализ показывает, что отношение параметров $\left(\frac{a_n}{a_{n-1}}\right)$, модулирующих амплитуду сигнала оказывается инвариантным к изменениям амплитуды принимаемого сигнала при замираниях.

3 Сравнение рассмотренных методов. Сравним рассмотренные методы передачи (метод пилот-сигнала (ПС), метод дифференциальной модуляции (ДМ)) с учетом следующего:

1. Оба метода (метод ПС и метод ДМ) разработаны для каналов с медленными замираниями, работоспособны в пределах интервала стационарности замираний.
2. Затраты пропускной способности канала на реализацию метода ПС достаточно велики.
3. Введение дифференциальной модуляции не требует затрат пропускной способности канала, поскольку при ДМ информация закладывается в разность модулируемых параметров соседних по времени сигналов.
4. Помехоустойчивость демодуляции в методе ДМ снижается на 3дБ за счет проникновения помех на вход автокоррелятора в сумме с сигналами, поступающими в данный и предыдущий моменты времени.
5. Ошибочное обнаружение пилот-сигнала приводит к ошибкам демодуляции символов последующего информационного пакета.
6. Дифференциальный метод имеет существенное преимущество в каналах с малым интервалом стационарности, поскольку для его реализации достаточна неизменность параметров канала на протяжении двух длин сигнала ($\tau_{ког} \approx 2T$), тогда как при использовании пилотной передачи, как следует из рис.1, интервал стационарности должен охватывать пилот-сигнал и пакет обслуживаемых им данных. Это обстоятельство делает предпочтительным применение дифференциальных методов в каналах с быстрыми замираниями.
7. Дифференциальный метод передачи обеспечивает выделение оценки переданного информационного символа u_n с минимальной задержкой. Как следует из алгоритмов (6) эта оценка формируется одновременно с результатом демодуляции сигнала $s_n(t)$, тогда как в пилотном методе задержка решения относительно u_n соизмерима с затратами времени на обработку пилот-сигнала.
8. Дифференциальный метод передачи реализуется простыми алгоритмами модуляции (5) и демодуляции (6).

В заключение можно сказать следующее**:** на основании результатов сравнения при выборе метода для практической реализации предпочтение следует отдавать дифференциальному методу передачи.

Литература.

1. *Банкет В.Л.* Сигнально-кодовые конструкции в телекоммуникационных системах / Банкет В.Л. – Одесса.: Феникс,– 2009. –180 с.

2. . Pilot Assisted Wireless Transmissions/ L.Tong, B.M.Sadler,M.Dong // IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol.24,No.9,2004. p.1668-1698.

3. .*Петрович Н. Т.* Новые способы осуществления фазовой телеграфии / Н. Т. Петрович // Радиотехника, − 1957, − № 10. – С. 7−9.

4. А. с. 105692, приоритет от 22.02.1954. Способ проводной и радиосвязи фазо-манипулированными колебаниями / Петрович Н. Т.

5. *Окунев Ю.Б.*Теория фазоразностной модуляции / *Окунев Ю.Б.* −М.: Связь.1979.– 216с.

6. Differential Modulation Diversity for OFDM / Lutz H. –J. Lampe // 6th International OFDM-Workshop (InOWo), Hamburg, 2001.p.67-69.

7. Банкет В.Л. Развитие теории дифференциальных методов модуляции для современных цифровых телекоммуникационных систем / В.Л. Банкет, Ю.Н. Тотмина // Цифрові технології. – 2011. – № 10.– С. 43-54.

9. *Банкет В.Л.* Методы пространственно-временного кодирования для систем радиосвязи / В.Л. Банкет, Н. В. Незгазинская, М. С. Токарь // Цифрові технології. – 2009. – № 6. – С. 5−16.

10. *Гельфонд А.О.* Исчисление конечных разностей / Гельфонд А.О. − М: Гостехиздат,1952. −156 с.

11.*Банкет В.Л.* Структуры и характеристики активных фильтров для оптимальной некогерентной демодуляции сигналов дифференциальной ФМ/ Банкет В.Л.,Персин А.Д // Цифрові технології. – 2013. – № 13. – С. 47-60.

Н.Б. Усманова

МНОГОМЕРНЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ В РАСПРЕДЕЛЕННОМ ПРОСТРАНСТВЕ: АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ташкентский университет информационных технологий, г. Ташкент, Узбекистан

Ключевые слова: распределенная система, многомерная структура сети, распределенное пространство, ассоциативные связи.

Аннотация. Описана методология моделирования поведения объектов в распределенном пространстве, когда распределенный объект представляется как тензор в многомерном пространстве, с возможностью воздействия на это поведение через особые функции, которые при изменении системы координат преобразуются по линейному закону; распределенное информационное пространство состояний представляет набор объектов - многоагентную систему, связанную с процессами или относящимся к таковым, а декомпозиция производится по отношению к компонентам и представлению пространства состояний для различных компонентов и информации таким образом, что в модели можно отразить и исследовать нужные свойства.

N.B. Usmanova

MULTIDIMENSIONAL DYNAMIC OBJECTS IN DISTRIBUTED SPACE: MODELING ASPECTS

Tashkent University of Information Technologies, Tashkent, Uzbekistan

Keywords: distributed system, a multi-dimensional network structure, distributed space, associative links.

Abstract. The methodology for modeling the behavior of objects in a distributed space is described, while distributed object is represented as a tensor in a multidimensional space, with the possibility of attracting to this behavior through special functions that are converted on linear law when the coordinate system is changed; distributed information space of states is a set of objects - multi-agent system, associated with or related to processes, and decomposition is performed with respect to the components and the representation of the state space for the various components and information so that such model can be reflect and explore the desired properties.

С точки зрения функциональности, распределенная система, как формообразующая часть распределенного пространства, определяется как система, состоящая из множества автономных процессов, вовлеченных в выполнение общей задачи обработки информации и подразумевает координацию процессов посредством сообщений, передаваемых по сети связи. В связи с этим распределенная система имеет характеристики, относящиеся к связи путем обмена сообщениями, ресурсы, относящиеся и контролируемые различными сторонами обмена (локально или дистанционно) и др. Важным является то, что существует множество процессов, в то время как

общая задача выполняется скоординированно процессами, которые реализуются на различных узлах и, следовательно, географически распределенных [1]. На практике реализации распределенных систем часто организованы как наборы многопоточных процессов, взаимосогласованных так, что процессы могут быть распределены между узлами компьютерной сети, в то время как каждый процесс реализует некоторое количество потоков, отвечающих за различные виды активности [2].

Понятие распределенного пространства, в отличие от однородного непрерывного пространства (геометрии) представляет собой так называемое пространство-структуру, которое состоит из элементов, образующих структуру системы, и поэтому дискретно. В пространстве распределенных инфокоммуникационных сетей и систем с множеством сетевых и системных компонентов [3], образуется структура, а наборы проходящих по ветвям независимых замкнутых и разомкнутых путей используются как системы координат. Изменение структуры или выбор путей рассматривается как преобразование координат (при этом учитываются информационные связи как при передаче, так и при обработке информации). Такая сложная система состоит из многих элементов, соединенных друг с другом; соединения, связи могут быть различны по типу, сложности, количеству; процессы образуют структуру, где с геометрической точки зрения элементы могут быть точками, одномерными линиями, двумерными поверхностями, трехмерными объемами, а при более абстрактном рассмотрении также и многомерными элементами [4].

Пространство является дискретным, а структура отношений между точками выступает более наглядно и представляется соединенным тем или иным образом линиями, плоскостями, в общем случае многомерными сущностями, которые в совокупности составляют такое пространство. Многочисленные элементы и связи между ними, составляющие структуру систем, трудно представить в виде однородного пространства, в то время, как дискретное пространство, для которого структура связей его элементов является существенной характеристикой, больше подходит для моделирования, для выбора такой структуры пространства, которая соответствует структуре исследуемой системы.

Для описания и отображения поведения распределенных объектов при моделировании и для учета сложных взаимоотношений в рамках организационной структуры, распределенная сеть рассматривается как ассоциативная (управляемая поведением) среда, в которой многомерная функциональность представляется на основе и с помощью тензоров, а сложные структурные связи – на основе математического аппарата нейронных сетей, узлы которой дают обоснование использования свойств элементов обработки. Таким образом, предлагаемый подход для описания поведения позволяет исследование различных аспектов распределенной функциональности сети, позволяя исследовать особенности поведения (активности) объектов в распределенной сети посредством отражения свойств элементов моделирования в многомерном представлении структуры и функциональности.

Поведение элементов и компонентов распределенной среды (пространства) описывается через линейные динамические объекты с переменными параметрами и дискретным временем, на основе которых можно исследовать те или иные свойства объектов. Кроме того, такие объекты с точки зрения математического описания вводятся в пространство нейронной сети как ее узлы, взаимодействующие по определенным правилам и алгоритмам в зависимости от функционального назначения объекта в пространстве состояний. Такое представление структуры ассоциативной среды приближено к модели, организованной по объектному принципу. Обоснованием для перехода к подобной организации должна быть конкретизация понятия элемента среды, т.е. его состояний, входных и выходных сигналов (в зависимости от функций). Тогда ассоциативным элементом среды будет минимальный по параметрам структурный элемент, относительно которого ассоциативная среда представляется однородной. На уровне объектов, в структурно однородной ассоциативной среде могут быть образованы функциональные узлы и блоки. Для распределенной ассоциативной среды связи между ассоциативными элементами организуют структуры другого уровня. Это могут быть, например, структуры управления, хранения и обработки данных; число внутренних состояний ассоциативного элемента должно быть достаточным для реализации функций памяти, взаимодействия, сравнения и т.п. Ассоциативные элементы позволяют реализовывать в ассоциативной среде все основные функции, которыми обладает базовая ассоциативная ячейка, и если базовая ассоциативная ячейка реализует свои возможности за счет наличия функциональных узлов, то ассоциативные элементы реализуют эти возможности в составе объектов ассоциативной среды.

Объединение различных подходов к организации связей ресурсов сети возможно с помощью технологий создания программного обеспечения – агентов. Агент может перемещаться по сети и автономно принимать решения, представляя интересы его пользователя [5]. К примеру, агент может содержать взвешенную комбинацию ключевых слов, своеобразный «профиль интереса» пользователя. Это позволяет оценить просматриваемые ресурсы с позиции их соответствия интересам пользователя и пересылать ему только нужные. Критерии выбора информации для агента могут вводиться пользователем, а также формироваться самим агентом. Деятельность агентов дает возможность повысить общий уровень интеллекта сети: формирование лучших ассоциаций облегчает поиск агентам, управляя распространением активизации или предлагая связанные ключевые слова, либо так называемые метки. Таким образом очевидно, что формирование ответов на запросы пользователей может и далее упрощаться, если сеть станет не только ассоциативной, но и семантически структурированной, формируя семантическую распределенную интеллектуальную систему, способную формировать интеллектуальные выводы для ответа на сложные запросы.

В линейном n-мерном пространстве определяется понятие тензоров как элементов n-мерного пространства. Поведение объекта, представленного как тензор в многомерном пространстве и возможность воздействия на это поведение определяются через особые функции, описываемые через понятия тензоров. Важным понятием тензорной методологии является инвариант - объект, который не изменяется относительно преобразований пространства, систем координат в нем. Его проекции могут быть различны, но сам он не меняется. Зная проекции, можно отвлечься от самого объекта и наблюдать его изменения только по изменениям проекций. Если при преобразованиях координат проекции инвариантного геометрического объекта меняются по линейному закону, то это и есть тензор. Линейность - очень важное свойство тензоров. Оно означает, что если известны проекции тензора в одной системе координат, то можно получить его проекции в любой системе координат, если известна формула преобразования от одной системы координат к другой. На этом свойстве тензоров основано их применение в теории сложных систем. При этом тензоры, сохраняя свои математические свойства, приобретают здесь другое содержание, связанное с переходом от обычного пространства к пространству-структуре, с учетом законов преобразования объектов при изменении координат (ковариантность и контравариантность).

Введением понятия пространства значений векторного случайного процесса с дискретным временем, а также пространства значений случайного вектора описывается динамический объект. Вектор описывается как тензор, а его поведение - как подчиненное правилам многоагентных систем, и с учетом случайного характера процессов - по правилам нечетких множеств [6]. Для установления соответствия с понятиями теории тензорного анализа, к примеру, целесообразно рассмотреть линейные преобразования векторных случайных процессов (процессы второго порядка), представленных в гильбертовом пространстве случайных величин второго порядка. Приближение случайной величины для случайного процесса через множество случайных векторов того или иного определяемого подпространства определяет степень близости поведения объекта к тому или иному свойству и позволяет, соответственно, оценивать тяготение объекта к осям или плоскостям многомерной модели. В таком представлении удобно рассматривать реакции объекта по выходным координатам на воздействия (управляющие воздействия), реакции на которые дают матрицу весовых функций; значения этих весовых функций однозначно определяются через представление исследуемых объектов в узлах обработки нейронной сети. Кроме того, определение тяготения объекта в распределенном пространстве может производиться на основе проекции случайной величины и случайного вектора оператором ортогонального проецирования на то или иное подпространство (функций), когда проекции вектора будут определяться на функциональных плоскостях, как это показано на рис. 1. Представляя понятие теории линейной фильтрации, такое проецирование обосновывает возможность отображения или получения в распределенном пространстве более одного свойства (например, для координации сервисов, самоорганизации, адаптации и т.п.).

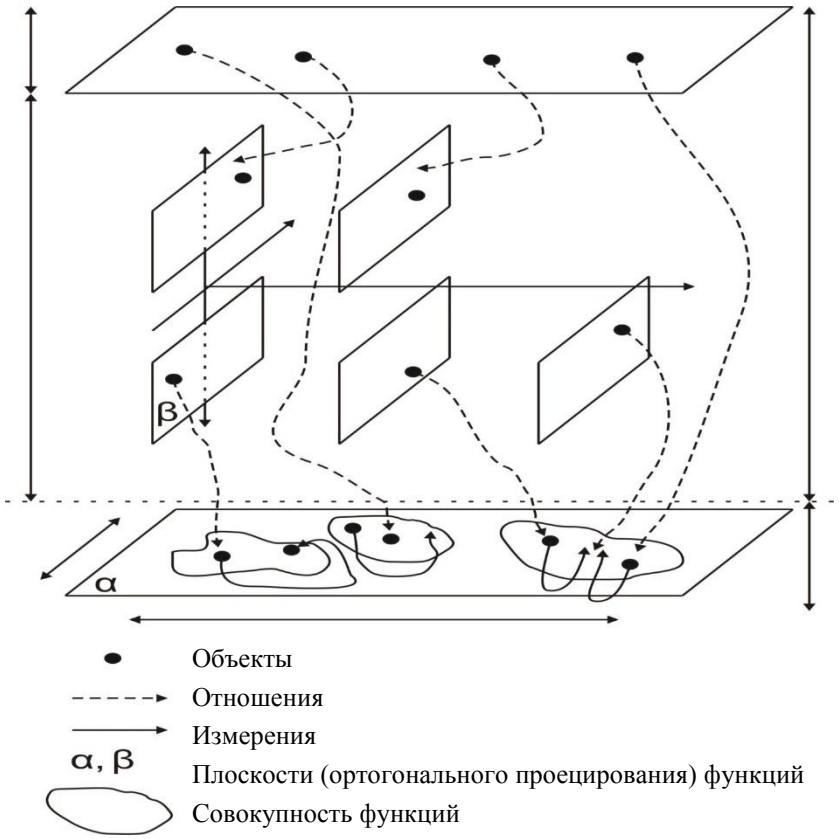


Рисунок 1. Отношения для распределенных объектов в многомерном пространстве

Такое представление позволит исследовать процедуры и механизмы (к примеру, для системной модели программной компоненты), и представить формализованное описание процессов информационного обмена в распределенной сетевой среде, а также даст возможность исследования и разработки конкретных решений для распределенных систем и сетей различной сложности.

Литература:

1. Распределенные системы. Принципы и парадигмы. Э. Таненбаум, М.ванСтеен.- СПб.: Питер, 2003.

2. Топорков В. В. Модели распределенных вычислений. –М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.

3. Касымов С.С., Усманова Н.Б. Архитектурные и системные компоненты распределенной инфокоммуникационной сети: свойства механизмов обмена информацией. Наукові записки УДНІЗ, №2(14), Украина, 2010.

4. Коновалов Г.В. Многомерные сети — будущее инфокоммуникационных сетей. Электросвязь, № 4, 2008.

5. Городецкий В.И. Самоорганизация и многоагентные системы. Модели многоагентной самоорганизации. Известия РАН.

6. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта /Под ред. Д. А. Поспелова.— М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986.

А.Н. Фадеев

АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОТОКОЛОВ МАРШРУТИЗАЦИИ БЕСПРОВОДНЫХ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ СЕТЕЙ, ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ГОЛОСОВОГО ТРАФИКА ПРИ ПОМОЩИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.

Московский технический университет связи и информатики, г. Москва, Россия

Ключевые слова: *MANET*, маршрутизация, результаты моделирования, передача речи, *OMNET++*

Представлены результаты моделирования для беспроводных самоорганизующихся сетей при использовании различных протоколов маршрутизации для нескольких кодеков. В качестве среды имитационного моделирования использован фреймворк *OMNET++*. Были рассмотрены кодеки G.711, G.723.1, G.729a, GSM-FR и протоколы маршрутизации *AODV* и *OLSR.*

A.N. Fadeev

ANALYSIS OF APPLICABILITY OF EXISTING ROUTING PROTOCOLS IN WIRELESS SELF-ORGANIZING NETWORKS TRANSMITING VOICE TRAFFIC WITH SIMULATIONS

Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow, Russia

Keywords: *MANET*, routing, simulation results, voice transmission , *OMNET++*

This article presents the results of modeling of self-organizing wireless networks using different routing protocols for multiple codecs. The simulation framework used were OMNET++. Were considered G.711, G.723.1, G.729a, GSM-FR audiocodecs and AODV and OLSR routing protocols.

MANET – mobile adhoc networks – мобильные самоорганизующиеся сети с переменной топологией и отсутствием четкой инфраструктуры, предназначенные для связи между подвижными объектами. Преимущества таких сетей в возможности быстрой реконфигурации в условиях неблагоприятной помеховой обстановки и простоте и высокой скорость развертывания. Самоорганизующиеся сети являются перспективными, так как перед вводом и в процессе эксплуатации не требуется настройка и администрирование сети. Наиболее перспективным стандартом для развертывания самоорганизующихся сетей является стандарт IEEE 802.11, так как он является наиболее поддерживаемым современными мобильными устройствами и имеет достаточную зону покрытия.

Для анализа применимости существующих протоколов маршрутизации беспроводных самоорганизующихся сетей, для передачи голосового трафика при помощи имитационного моделирования решались следующие задачи:

- Определение требований к беспроводной самоорганизующейся сети для передачи голосового трафика
- Классификация и анализ работы протоколов маршрутизации
- Обзор средств имитационного моделирования и выбор среды моделирования
- Моделирования беспроводной самоорганизующейся сети

Таблица 1. Классы качества.

Показатели качества передачи речи		Классы качества услуги			
		Лучшее	Высокое	Среднее	Низкое
Сквозные задержки	По стандарту ETSI TS101329	150 мс	250 мс	350 мс	<450 мс
	По рекомендации ITU-T G.114	150 мс	260 мс	400 мс	>400 мс
Качество воспринимаемой речи	ETSI	Не хуже G.711	Не хуже G.726	Не хуже GSM – FR	--
	Баллы MOS	>4.5	4.0 – 4.5	3.5 – 4.0	3.5 – 3.0

В роли критериев качества речи были использованы используемый кодек и значение задержек в сети. В работе были использованы четыре кодека: G.711, G.723.1, G.729a, GSM-FR.

Были рассмотрены два протокола маршрутизации. Первый – AODV (Ad hoc On-demand Distance Vector), это реактивный протокол маршрутизации, который строит маршрут до адресата по требованию, а для вычисления маршрута использует дистанционно векторный алгоритм. Второй – OLSR (Optimized Link-State Routing) это проактивный протокол маршрутизации, использующий обмен сообщениями приветствия и контроля для получения информации о топологии сети.

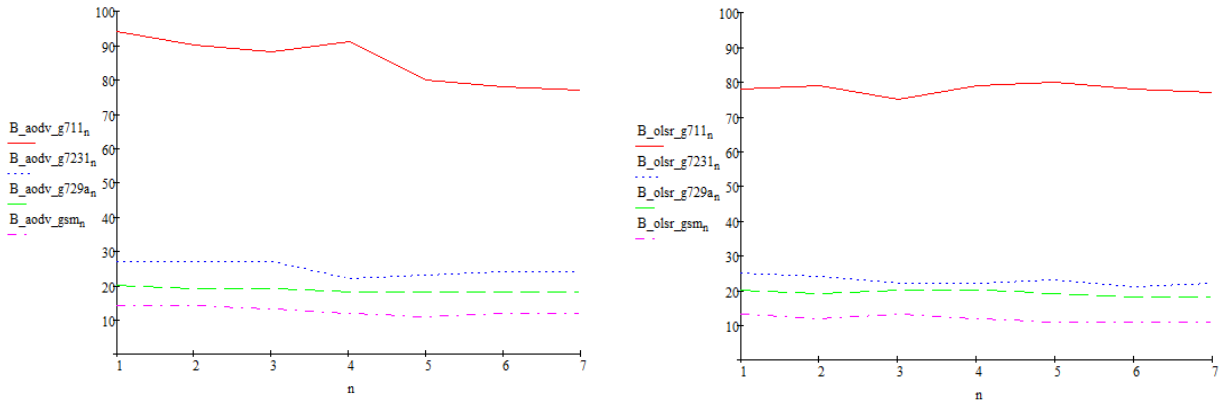
Для анализа параметров существующих протоколов маршрутизации в самоорганизующихся сетях были рассмотрены наиболее известные и широко употребляемые средства имитационного моделирования сетей связи. В качестве средства моделирования была выбрана OMNET++ версии 4.2 и Inetmanet 2.0. так как она бесплатна, и содержит огромное количество библиотек в открытом доступе, что упрощает процесс моделирования.

Таблица 2. Сравнение сред имитационного моделирования.

	NS-2	**OPNET Modeler**	**OMNET++&Inetmanet**
Открытый код	+	-	+
Мобильность узлов	+	-	+
Соответствие спецификации 802.11	+	+	+
Наличие протоколов маршрутизации	-	+	+
Бесплатность	+	-	+

Результаты моделирования:

В ходе моделирования рассматривалось влияние количества ретрансляций на пропускную способность, время задержки и процент потери пакетов.

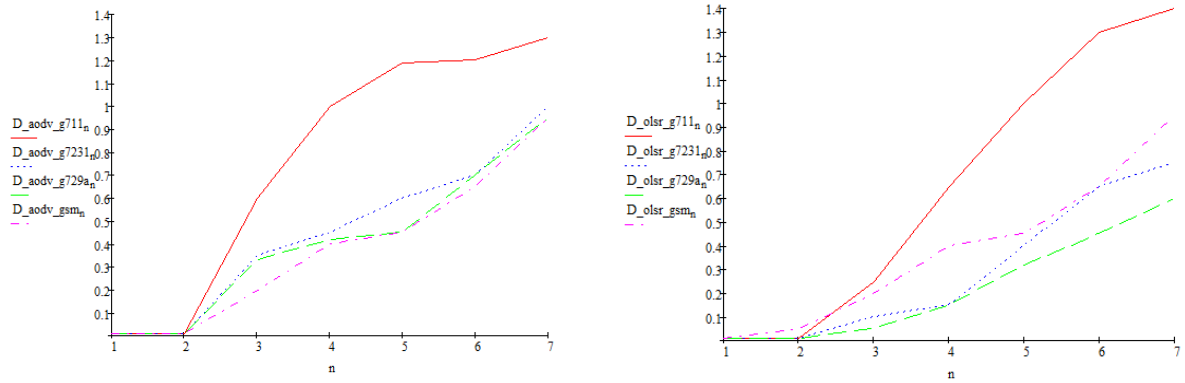


а) б)

Рисунок 1. Зависимость занимаемой полосы пропускания от количества ретрансляций и используемого кодека для протокола а) *AODV* и б) *OLSR.*

На рисунке 1 показана зависимость полосы пропускания от количества ретрансляций для протоколов AODV и OLSR. Наибольшее значение полосы пропускания получается для кодека

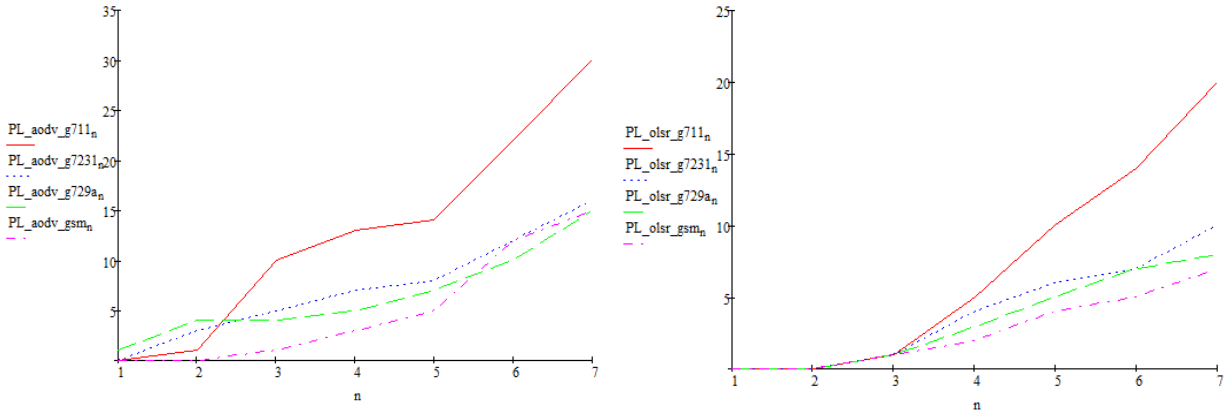
G.711 это связано с тем, что он имеет наибольшие размер пакета и частоту отправки пакета. В целом полоса пропускания не зависит от количества ретрансляций и для обоих протоколов маршрутизации графики схожи.



а) б)

Рисунок 2. Зависимость значения задержки от количества ретрансляций используемого кодека для протокола а) *AODV* и б) *OLSR*.

На рисунке 2 показаны значения зависимости задержки от количества ретрансляций. Задержка растет с увеличением количества ретрансляций. При этом в среднем задержка для проактивного протокола маршрутизации меньше, так как маршруты строятся заранее в отличие от реактивного протокола, где маршруты строятся по требованию.



а) б)

Рисунок 3. Зависимость потери пакетов от количества ретрансляций и используемого кодека для протокола а) *AODV* и б) *OLSR*.

На рисунке 3 отображены зависимость процентов потери пакетов от количества ретрансляций. Потери растут с увеличением числа ретрансляций и при использовании реактивного протокола маршрутизации больше. В среднем потери меньше при использовании проактивного протокола маршрутизации и для кодеков, кроме G.711 не превышают 10 процентов.

Моделирование показало, что при использовании протокола маршрутизации OLSR и кодека GSM теоретически возможна организация голосовой связи. Так как задержка не превысила 400 мс, а процент потерь равен 7 %, что удовлетворяет среднему качеству услуги.

Литература:

1. *Б.С. Гольдштейн, А.В. Пинчук, А.Л. Суховицкий* "IP-Телефония", М.:Радио и Связь, 2001.

2. ITU-T Recommendation G.114 [интернет ресурс], - http://www.itu.int/rec/T-REC-G.114/en

3. *Azzedine Boukerche*. Algorithms and protocols for wireless, mobile ad hoc networks. – New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2009. – 495 p.

4. *Perkins C.E.* Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing / C.E. Perkins, C.E. Belding-Royer // RFC 3561. – 2003. – July.
5. *T. Clausen* and *P. Jacquet* “Optimized Link State Routing Protocol (OLSR).” RFC 3626, IETF Network Working Group, October 2003.

А.Е. Федоров, К.Е. Легков

МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРЕЖДАЮЩЕГО И РЕАГИРУЮЩЕГО ПРОТОКОЛОВ МАРШРУТИЗАЦИИ В БЕСПРОВОДНОЙ МОБИЛЬНОЙ АДАПТИВНОЙ СЕТИ

ОАО НИИ «Рубин», г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: обмен информацией, адаптивные сети, приемник, программирование, маршрут, моделирование.

В настоящий период бурного развития инфокоммуникационных технологий к возможностям обмена информацией для мобильных пользователей предъявляются все более высокие требования. Наиболее особый интерес представляют собой мобильные адаптивные сети, представляющие собой мобильные, неполносвязные, самоорганизующиеся, самонастраивающиеся и самовосстанавливающиеся сети с возможностью ретрансляции, состоящие из идентичных узлов, каждый из которых сочетает в себе функции маршрутизатора и оконечного устройства. Такие адаптивные сети отличаются гибкостью топологии и не требуют дополнительного оборудования и внешнего конфигурирования. В статье подробно рассмотрены вопросы моделирования упреждающего и реагирующего протоколов маршрутизации в таких беспроводных мобильных адаптивных сетях.

A.E. Fedorov, K.E. Legkov

MODELING PROACTIVE AND REACTIVE ROUTING PROTOCOLS IN A WIRELESS MOBILE ADAPTIVE NETWORK

Public corporation research Institute of "Ruby", St. Petersburg

Keywords: information sharing, adaptive networks, receiver programming, route simulation.

In the present period of rapid development of information and communication technologies to the possibilities of exchanging information to mobile users of increasingly high requirements. Most special interest are mobile adaptive network is a mobile , a loose , self-organizing , self-tuning and self-healing network with the ability to relay , consisting of identical nodes, each of which combines the functions of a router and terminal . Such adaptive network topology are flexible and do not require additional equipment and external configuration. The article describes how to proactive and reactive modeling of routing protocols in such adaptive wireless mobile networks.

Активное развитие информационных технологий предъявляет все более высокие требования к возможностям обмена информацией для мобильных пользователей. Особый интерес представляют мобильные адаптивные сети (в зарубежной литературе – ad hoc network), представляющие собой мобильные, ячеистые (неполносвязные) самоорганизующиеся, самонастраивающиеся и самовосстанавливающиеся сети с возможностью ретрансляции, состоящие из идентичных узлов, каждый из которых сочетает в себе функции маршрутизатора и оконечного устройства. Мобильные адаптивные сети отличаются гибкостью топологии, не требуют дополнительного оборудования и внешнего конфигурирования.

Одной из основных задач в разработке мобильных адаптивных сетей является создание эффективного протокола маршрутизации, учитывающего постоянно меняющееся качество радиоканалов между узлами, следящего за динамической топологией сети и не создающего излишней нагрузки на сеть за счет объема собственной служебной информации. В настоящее время наиболее разработаны протоколы маршрутизации с привязкой к сетевой топологии. Их разделяют на упреждающие (проактивные), реагирующие (реактивные) и гибридные. Первая группа

протоколов осуществляет маршрутизацию по заранее составленным и периодически обновляющимся таблицам состояния сети. Протоколы реагирующего типа напротив, осуществляют «маршрутизации по требованию», создавая маршрут после запроса на передачу. В гибридных протоколах применяется сочетание упреждающих и реагирующих методов маршрутизации.

Сопоставлялись упреждающий протокол DSDV и реагирующий AODV, реализованные на модели мобильной неполносвязной распределенной беспроводной сети, состоящей из 50 узлов. Использовался трафик с постоянной интенсивностью, размер пакета задавался равным 512 или 1024 байт.

Упреждающий протокол (например, AODV, Ad hoc On-demand Distance Vector - маршрутизация по требованию в Ad Hoc сетях на основе вектора расстояний) вычисляет маршрут только в тот момент, когда появляется желающий отправить пакет тому или иному адресату.

После получения пакета запроса маршрута одним из узлов, выполняется следующая последовательность действий:

1. Пара значений полей «адрес источника» и «идентификатор запроса» ищется в таблице локальной истории. С их помощью можно выяснить, приходил ли этот запрос и обрабатывался ли он. Если обнаруживается, что пакет является дубликатом, он отвергается и его обработка прекращается. В противном случае указанная пара значений заносится в таблицу истории, чтобы в будущем можно было обнаружить дубликаты.
2. Приемник ищет адрес назначения в таблице маршрутов. Если известен достаточно «свежий маршрут», отправителю посылается пакет наличия маршрута ROUTE REPLY, сообщающий ему о том, что маршрут до конечного получателя известен и он проходит через данную станцию. Маршрут является «свежим» если поле «порядковый номер получателя» в таблице маршрутизации имеет значение большее или равное «порядковому номеру получателя» из пакета запроса маршрута. Если оно меньше, хранящийся в таблице маршрут является более старым, нежели предыдущий, имевшийся у отправителя для того же пункта назначения.
3. Если у приемника отсутствует свежий маршрут к адресату, он инкрементирует поле «счетчик переходов» и вновь широковещательным образом распространяет пакет запроса маршрута. Из пакета извлекаются данные и сохраняются в виде новой записи в таблице обратных маршрутов. Эти данные будут использоваться для построения обратного пути, по которому впоследствии необходимо будет послать ответный пакет отправителю. Для записи о только что созданном обратном пути запускается таймер. При наступлении таймаута запись удаляется.

Реагирующие (например, DSDV - Destination-Sequenced Distance-Vector, маршрутизация по последовательности направлений на основе вектора расстояний) используют обновляемые таблицы маршрутизации. В протоколе DSDV обмен служебными сообщениями происходит между соседними узлами, причем обновление маршрута происходит периодически, через некоторый фиксированный временной интервал, либо в случае разрыва действующего маршрута. Условие модернизации маршрута – замена одного из соседних узлов в таблице маршрутизации. Пакет, маршрут которого к узлу назначения не известен, хранится в буфере. Буфер имеет фиксированный размер, в случае, если буфер переполнен, пакеты – теряются.

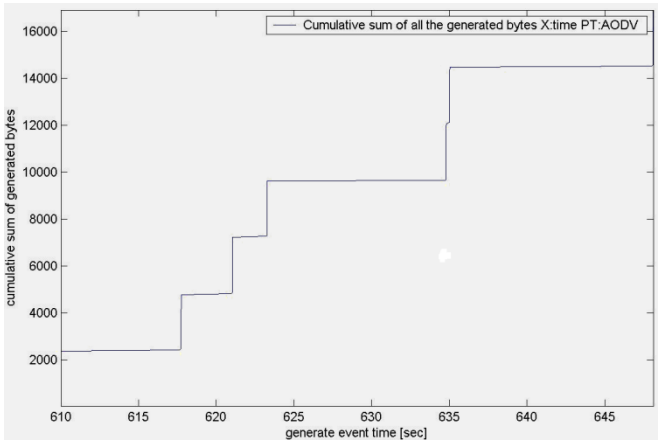
Для моделирования использовался сетевой симулятор ns2, представляющий собой программный продукт с открытым кодом, который сочетает в себе сетевой симулятор, средства визуализации и реализации различных протоколов, моделей трафика и т. д.

Ns2 является объектно-ориентированным ПО, ядро которого реализовано на языке C++. В качестве языка сценариев используется OTcl (Object oriented Tool Command Language). Ns2 полностью поддерживает иерархию классов C++ и подобную иерархию классов OTcl.

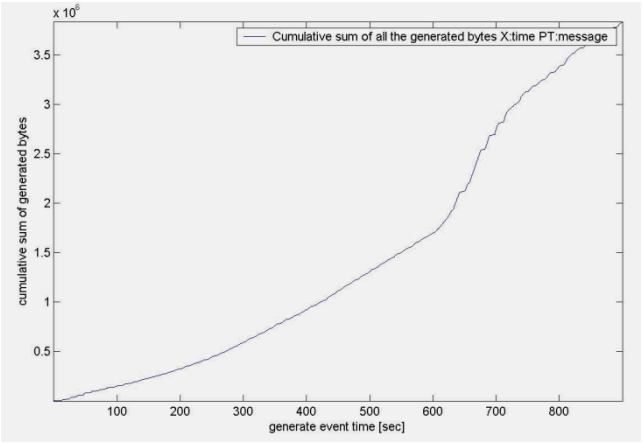
Использование двух языков программирования в ns2 объясняется необходимостью использовать системный язык для детального моделирования протоколов и удобством языка программирования более высокого уровня абстракции для реализации и модификации различных сценариев моделирования. Такой подход является компромиссом между удобством использования и скоростью.

Приведенная оценка показывает, что применение AODV приводит к задержкам на построение маршрута, однако позволяет сократить общий объем служебной информации, т. к. при

использовании DSDV служебная информация передается постоянно, а в AODV только в момент построения маршрута (рис.1, 2).



а)



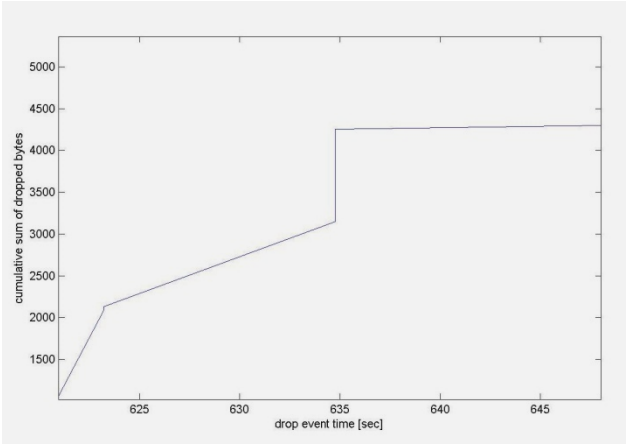
б)

Рисунок 1. Зависимость от времени общего объема служебной информации: *а*) – протокол AODV, *б*) – протокол DSDV.

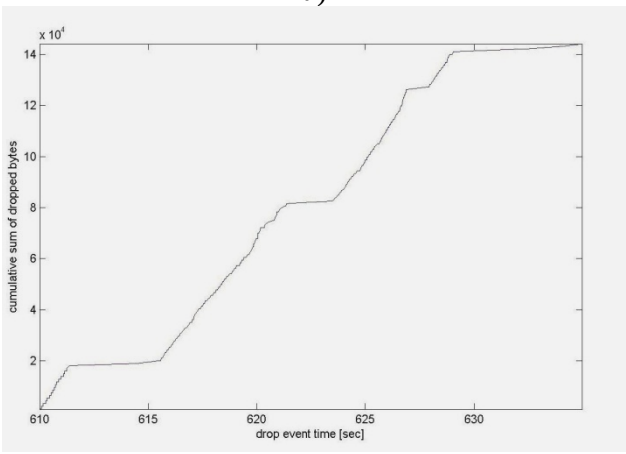
Таблица 1

Протокол маршрутизации	Размер пакета	
	512 байт	1024 байт
AODV	40.563 с	40.036 с
DSDV	40.615 с	40.681 с

Результаты моделирования (таблица 1) показали, что использование протокола AODV позволяет незначительно уменьшить время передачи данных относительно протокола DSDV. При увеличении размера пакета время передачи данных уменьшается для AODV и возрастает для DSDV. При использовании в мобильной ячеистой сети протокола маршрутизации DSDV теряется часть передаваемой информации, использование AODV в мобильной сети позволяет уменьшить потери.



а)



б)

Рисунок 2. Зависимость от времени общего объема потерянной информации: *а*) – протокол AODV, *б*) – протокол DSDV.

Литература:

1. Легков К.Е. Основные теоретические и прикладные проблемы технической основы системы управления специального назначения и основные направления создания инфокоммуникационной системы специального назначения.// Телекоммуникации и транспорт. Вып. № 6. Москва, 2013. С. 43-47.

2. Легков К.Е. Методы оценки качества информационного обмена // Сборник трудов СКФ МТУСИ - 2009. Ростов-на-Дону: СКФ МТУСИ, 2009. С. 64-68.

3. Донченко А.А., Легков К.Е. Анализ эффективности применения алгоритмов динамического управления пропускной способностью канала //Сборник трудов СКФ МТУСИ - 2009. Ростов-на-Дону: СКФ МТУСИ, 2009. С. 69-72.

М.З. Халбаева, Б.О. Туйчиев

ВОЗМОЖНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ОТКРЫТЫХ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ В КАШКАДАРЬИНСКОМ РЕГИОНЕ

Ташкентский университет информационных технологий, г. Ташкент, Узбекистан

Ключевые слова: открытые оптические системы передачи, приемники, передатчики, интегральная функция распределения, метеорологическая дальность видимости, километрическое затухание.

По метеорологическим данным, полученных с метеостанций аэропорта г. Карши, составлена статистика по минимальной дальности видимости. На основании этих данных вычислена

интегральные функции распределения минимальной дальности видимости и километрического затухания, необходимая для учета климатических особенностей данного географического района, при проектировании открытых оптических систем передачи. Рассматриваются основные факторы, влияющие на работу оптического канала связи, особенности канала связи и даются рекомендации по выбору оконечного оборудования.

M.Z. Halbaeva, B.O. Tuychiev

POSSIBILITY OF IMPLEMENTATION OF OPEN OPTICAL TRANSMISSION SYSTEMS IN KASHKADARYA REGION

Tashkent University of information technologies, Tashkent, Uzbekistan

Keywords: open optical transmission systems, receivers, transmitters, cumulative distribution function, meteorological range of visibility, kilometric attenuation.

According to meteorological data received from meteorological station of Karshi airport, statistics on meteorological range of visibility is made. Based on this data the cumulative distribution function of minimal visual range of kilometric attenuation is calculated, required for consideration of climatic characteristics of the geographic region in planning of open optical transmission systems. The main factors influencing the functioning of the optical telecommunication channel, as well as the characteristics of the telecommunication channel are considered, and recommendations on choosing of the final equipment are made.

В настоящее время во всем мире открытые оптические системы передачи (ООСП) находятся на этапе массового внедрения в коммерческую эксплуатацию. ООСП в отличие от систем радиосвязи имеют некоторые особенности построения линейного тракта, включающие в себя среду распространения и технические средства, обеспечивающие формирование, передачу, преобразование и обработку оптических сигналов. Главными элементами оконечной аппаратуры оптического линейного тракта, являются передающие и приемные модули. В качестве передатчика в ООСП, чаще всего используются полупроводниковые, твердотельные (в основном с использованием лазера на алюмоиттриевом гранате активированном ионами неодима (АИГ–Nd), газовые (например, на CO_2). Приемниками обычно служат фотоэлектрические полупроводниковые приемники излучения. Для приема сигналов в диапазоне длин волн ($1 < \lambda < 2$) мкм, используются p-i-n- или лавинные фотодиоды. При длинах волн $\lambda < 1$ мкм, целесообразно использовать фотоэлектронный умножитель, а на более длинных волнах можно использовать гетеродинное детектирование.[1]

Существенной особенностью ООСП является их существенная зависимость прохождения волн оптического диапазона от состояния атмосферы. К факторам, оказывающих негативное воздействие на работу этих систем, относятся флуктуации из-за неоднородностей плотности воздуха и ослабление мощности излучения при рассеивании на аэрозольных частицах.[2]

Из-за сложной структуры аэрозолей в атмосфере, расчет потерь излучения оптического диапазона, с максимальной точностью, очень затруднен. На практике для этих целей используют – метеорологическую дальность видимости (МДВ, S_m). Зная интегральную функцию распределения метеорологической дальности видимости (ИФР-МДВ), за 3-5 летний период, можно оценить среднюю доступность канала связи, для конкретного географического региона. [2-5].

Для обеспечения надежного функционирования ООСП необходимо, составить статистику ослабления ИК – излучения в атмосфере, которую можно получить путем обработки данных метеонаблюдений в аэропортах. Конечной целью такой обработки является интегральная функции распределения метеорологической дальности видимости (ИФР-МДВ). В последующем, на ее основе может быть определена интегральная функция распределения километрического затухания (ИФР-КЗ) для данного региона, оказывающая существенное влияние на готовность атмосферного канала ($К_{Г\text{-}АК}$). [3].

При проектировании ООСП, для получения требуемого $К_{Г\text{-}АК}$, необходимо согласовать ИФР-КЗ данного региона с паспортными характеристики (энергетическим ресурсом) аппаратуры.

В соответствии с изложенным, были собраны и обработаны данные по метеорологическим измерениям МДВ с аэропорта г. Карши (приведены в таблице 1).

Таблица 1. ИФР – МДВ по г. Карши

S (km)/ F(Sm)		10	7	4,1	3,5	3	2,2	1,5	1,3	1,1	0,7	0,45
Месяцы	I	1,00	0,41	0,33	0,21	0,15	0,10	0,06	0,03	0,03	0,03	-
	II	1,00	0,17	0,10	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	-	-
	III	1,00	0,18	0,06	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	-
	IV	1,00	0,08	0,05	0,02	-	-	-	-	-	-	-
	V	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	VI	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	VII	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	VIII	1,00	0,02	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
	IX	1,00	0,07	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
	X	1,00	0,05	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
	XI	1,00	0,20	0,16	0,14	0,05	0,04	0,02	0,01	0,01	-	-
	XII	1,00	0,39	0,25	0,18	0,06	0,05	0,03	0,01	0,01	0,01	-
Среднегодовая		1,00	0,13	0,08	0,05	0,02	0,01	-	-	-	-	-

Результаты исследования [2, 6] по изучению затухания ИК - излучения в атмосферном канале позволяет описать зависимость $q = f(S_{МДВ})$ как:

$$q = \begin{cases} 1,6 & \text{при } S_{МДВ} > 50 \text{ км}, \\ 1,3 & \text{при } S_{МДВ} = 6 \div 50 \text{ км}, \\ 0,585\,(S_{МДВ})^{1/3} & \text{при } S_{МДВ} < 6 \text{ км}. \end{cases} \quad (1)$$

ИФР-КЗ определяется пересчетом $S_{МДВ}$ в километрическое затухание β[дБ/км] в соответствии с формулой (2):

$$\beta(S,\lambda) = \frac{C}{S_{МДВ}}\left[\frac{\lambda|мкм|}{0,55}\right]^{-q(S_{МДВ})}, \qquad \left[\frac{дБ}{км}\right] \quad (2)$$

где: C = 13 дБ;

$q(S_{МДВ})$ – показатель степени, является функцией $S_{МДВ}$.

В таблице 2 приведены результаты вычислений километрического затухания, в соответствии с зависимостью (1) и с формулой (2).

Таблица 2. ИФР-КЗ λ=0,78÷1,55 мкм

$S_{МДВ}$	10	7	4,1	3,5	3	2,2	1,5	1,3	1,1	0,7	0,45
$q(S_{МДВ})$	1,27	1,12	0,95	0,90	0,85	0,76	0,65	0,62	0,60	0,52	0,45
F[β(λ ср.год)]	1.00	0.13	0.08	0.05	0.02	0.01	0	0	0	0	0
$\beta(\lambda_{0,55})$	1,3	1,86	3,17	3,71	4,33	5,91	8,7	10	11,8	18,6	28,9
$\beta(\lambda_{0,78})$	0,83	1,2	2,27	2,71	3,21	3,91	6,93	8,05	9,56	15,5	26,9
$\beta(\lambda_{0,83})$	0,8	1,17	2,14	2,56	3,05	4,32	6,63	7,74	9,23	15	24
$\beta(\lambda_{0,85})$	0,74	1,14	2,1	2,5	3	4,24	6,53	7,63	9,1	14,8	23,75
$\beta(\lambda_{0,98})$	0,62	1	1,83	2,2	2,65	3,8	5,95	7	8,35	13,75	22,27
$\beta(\lambda_{1,06})$	0,56	0,9	1,7	2,05	2,5	3,6	5,65	6,65	8	13,2	21,5
$\beta(\lambda_{1,55})$	0,35	0,54	1,18	1,46	2,6	2,69	4,08	5,26	6,33	10,8	18,1

Сравнительные графики соответствующих среднегодовых значений ИФР-КЗ, Кашкадарьинского и Ташкентского регионов (для λ=0,78 мкм) [4], показаны на рис.1.

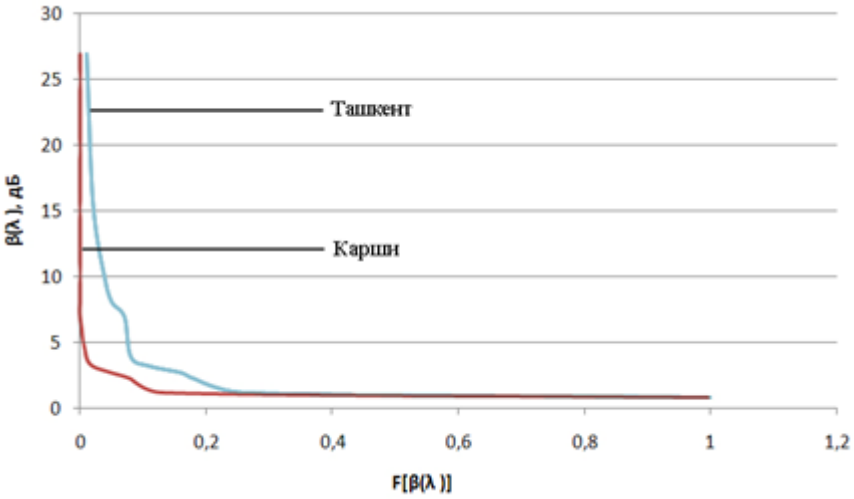


Рисунок 1. Среднегодовая ИФР-КЗ при λ=0,78 мкм

Из графиков приведенных на рис.1 следует, что климатические особенности Кашкадарьинского региона, в отличие от Ташкентского, в меньшей степени будут оказывать негативное влияние на работу. ООСП.

Опыт эксплуатации ООСП зарубежными странами, позволяет утверждать что, при учете вышеизложенных факторов можно организовать открытый оптический канал связи с требуемым коэффициентом готовности.

Литература:

1. Н.М.Павлов “АОЛП и перспективы их внедрения в местных сетях доступа России” \\ Lightwave Russian Edition № 3, 2007
2. Ибраимов Р.Р., Насыров Т.А. «Законы распределения метеорологической дальности видимости и километрическое затухание атмосферного канала в Ташкентском регионе»
3. Е.Р. Милютин, А.Ю. Гумбинас. Статистическая теория атмосферного канала оптических информационных систем. -М.:Радио и связь, 2002. -253 с.
4. Р.Р.Ибраимов, Т.А.Насыров. Проблемы внедрения открытых оптических систем передачи в телекоммуникационные сети Республики Узбекистан. //Инфокоммуникации:сети технологи и решения.- 2012.-№1.-С.40-46.
5. Ибраимов Р.Р., Насыров Т.А., Статистическая оценка метеорологической дальности видимости для Самаркандского региона // МТК «Актуальные проблемы развития инфокоммуникаций и информационного общества». 26-27.06.2012, Toshkent.
6. Ибраимов Р.Р., Насыров Т.А., Статическая оценка состояния атмосферного канала открытых оптических систем передачи // Вестник Алматинского университета энергетики и связи, №3-22, 2013 с. 32-38.

Е.М. Хорольский, В.Ю. Титов

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАНАЛЬНЫМ РЕСУРСОМ СПУТНИКА-РЕТРАНСЛЯТОРА

Научно-технический отдел Федерального казенного учреждения «Научно-производственное объединение «Специальная техника и связь» Министерства внутренних дел Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: спутник-ретранслятор, канал, сигнал, станция, сообщения.

В докладе описаны методы управления канальным ресурсом спутника-ретранслятора в сети спутниковой связи для оптимизации характеристик функционирования сети спутниковой связи и при использовании соответствующих процедур оптимизации распределения канального ресурса.

E.M. Horolsky, V. Yu. Titov

METHODS OF CONTROL OVER THE CHANNEL RESOURCE OF THE RELAY SATELLITE

Scientific and technical department of Federal state institution ""Special Equipment and Communication" scientific and production association of the Ministry of Internal Affairs Russian Federation, Rostov-on-Don, Russia

Keywords: relay satellite, channel, signal, station, messages.

In the report methods of control over a channel resource of a relay satellite in a network of satellite communication for optimization of characteristics of functioning of a network of satellite communication are described and when using the corresponding procedures of optimization of distribution of a channel resource.

При управлении канальным ресурсом спутника-ретранслятора (СР) с целью обеспечения заданных требований для каждого класса нагрузки или, в особых случаях, компромиссного значения вероятности блокировки для телефонной нагрузки и задержки для нагрузки пакетов данных необходимо распределять выделенное количество каналов N на речевые N_1, каналы передачи данных N_2 и общие каналы сигнализации $N_{окс}$.

Рассмотрим возможные методы управления канальным ресурсом СР, в варианте сети спутниковой связи, работающей по принципу предоставления каналов по требованию при централизованном управлении с центральной управляющей станцией (ЦС).

Групповой сигнал (выделенная полоса частот) СР распределяется между информационными каналами и общими каналами сигнализации. ЦС может выделить информационный канал для передачи речи или данных по запросу. Запросы на передачу данных могут ставиться в очередь, а запросы на передачу речевых сообщений могут игнорироваться при занятости общего канала сигнализации (ОКС).

Необходимо сделать следующие предположения:

- земные станции (ЗС) совместно генерируют пуассоновский поток телефонных сообщений с интенсивностью Λ_1 (разговор/сек) и заявок данных с интенсивностью Λ_2 (сообщение/сек);
- каждая ЗС случайно выбирает в ОКС один из $N_{окс}$ подканалов для передачи запроса;
- каждая ЗС в произвольный момент времени может передавать только одно сообщение какого-либо класса (речь или данные);
- совокупность принятых ЦС запросов образуют пуассоновский поток с общей интенсивностью $(\Lambda_1 + \Lambda_2)$;
- задержка в повторной передаче запроса распределена равномерно в интервале от *0* до *K* секунд;
- распределение информационных каналов производится в соответствии с принципом прямой очереди (первый пришедший обслуживается первым). Блокированные речевые сообщения отбрасываются;
- передача запросов и подтверждений производится без ошибок;
- время обработки запросов и подтверждений на ЦС и ЗС пренебрежимо мало;
- длины пакетов данных имеют равномерное распределение;

– длины речевых сообщений имеют произвольное распределение.

Для рассматриваемой системы задержка в ОКС с учетом сделанных предположений определяется выражением:

$$T_{окс} = \left(T_0 + K/2\right)\cdot\left(e^{2G\tau} - 1\right) + T_{\text{р}} + \tau \quad (1)$$

где T_0 - тайм-аут, измеряемый от начала передачи;

G - нагрузка в ОКС;

τ - время передачи запроса на выделение информационного канала (определяется как отношение длины запросного пакета к скорости передачи);

$T_{\text{р}}$ - время распространения от ЗС до ЦС или обратно.

Поскольку время нахождения в очереди и время передачи от ЦС к ЗС пренебрежимо малы по сравнению с задержкой распространения, то соответствующие подтверждения о выделении каналов поступят к ЗС спустя T_p секунд. Поэтому процесс поступления подтверждений на периферийные ЗС с точностью до T_p совпадает с процессом поступления на ЦС заявок. После получения подтверждения ЗС должна выждать время T_h перед выходом на передачу. Такая система эквивалентна СМО вида M/G/N.

Средняя суммарная задержка T_Σ сообщения определяется выражением:

$$T_\Sigma = T_{окс} + T_{оч} + T_{защ} + T_2 + 2\cdot T_p \quad (2)$$

где $T_{оч}$ - среднее время нахождения сообщения в очереди;

$T_{защ}$ - защитный интервал для компенсации различия во времени распространения сигнала от СР до ЗС, находящихся на значительном удалении;

T_2 - среднее время передачи сообщения по информационному каналу.

Среднее время нахождения сообщения в очереди для модели M/G/N приближенно может быть выражено через время обслуживания $T_м$ для модели M/M/N.

Для характеристики качества обслуживания речевых вызовов необходимо вычислить вероятность блокировки. Для упрощения, как отмечалось выше, будем полагать, что при занятости всех речевых каналов очередной вызов блокируется (очередь не образуется). А поскольку длительность разговора заранее неизвестна, то ЦС не может определить земным станциям время молчания T_h. Кроме того, занятый канал не может быть перераспределен, пока он не освободится и признак освобождения канала не поступит на ЦС. Таким образом, при каждом переназначении канала теряется $2T_p$ секунд. В предположении относительной малости времени обработки запроса и времени передачи подтверждения от ЦС к периферийным ЗС по сравнению с задержкой распространения можно считать, что подтверждения поступят на земные станции спустя T_p секунд. Если на СР имеется свободный речевой канал, то вместе с подтверждением будет послана информация о назначении свободного канала и ЗС должна настроиться на свободный канал. При отсутствии свободного канала вместе с подтверждением передается сообщение о занятости каналов и абоненту придется повторить запрос. Следовательно, если запрос на передачу речевого сообщения удовлетворяется, то канал занимается в среднем на время $\left(2T_p + T_{защ} + T_{пер}\right)$ секунд, где $T_{пер}$ - среднее время переговоров. Рассматриваемая СМО относится к классу M/G/N/N, причем блокированные вызовы выбрасываются из системы. Вероятность блокировки в этом случае зависит только от среднего времени обслуживания и определяется соотношением

$$P_{бл}\left(\rho_1, N\right) = \frac{\left(N \cdot \rho_1\right)^N / N!}{\sum_{j=0}^{N} \frac{\rho_1^{\,j}}{j!}} \tag{3}$$

где $\rho_1 = \left[\Lambda_1 / N\right] \cdot \left(T_{пер} + T_{защ} + 2T_p\right)$ - "эквивалентная" интенсивность телефонной нагрузки.

При распределении общего числа каналов N на речевые N_1, каналы передачи данных N_2 и общие каналы сигнализации $N_{окс}$ необходимо исходить из соображений устойчивости.

Для того, чтобы была устойчивой система общих каналов сигнализации необходимо, чтобы количество этих каналов превышало некоторый минимум, зависящий от интенсивности потока заявок и принятого протокола доступа к ОКС. При использовании, к примеру, протокола доступа по схеме простой ALOHA необходимо, чтобы количество ОКС превышало величину

$$\left(N_{окс}\right)_{min} = 2e\tau\left(\Lambda_1 + \Lambda_2\right) \tag{4}$$

Для обеспечения устойчивости системы каналов для передачи пакетов данных (СМО типа $M/G/N_2$) коэффициент использования канала должен быть меньше 1:

$$\frac{\Lambda_2}{N_2}\left(T_{защ} + T_2\right) \le 1, \tag{5}$$

откуда может быть получено минимально необходимое число каналов:

$$\left(N_2\right)_{min} = \Lambda_2\left(T_{защ} + T_2\right). \tag{6}$$

Для устойчивой работы системы телефонных каналов необходимо, чтобы также коэффициент использования канала был меньше 1:

$$\frac{\Lambda_1}{N_1}\left(T_{защ} + T_{пер} + 2T_p\right) \le 1, \tag{7}$$

откуда минимально необходимое число каналов равно:

$$\left(N_1\right)_{min} = \Lambda_1\left(T_{защ} + T_{пер} + 2T_p\right). \tag{8}$$

Суммарное число каналов не должно превышать N, таким образом должно выполняться неравенство:

$$2e\tau\left(\Lambda_1 + \Lambda_2\right) + \Lambda_2\left(T_{защ} + T_2\right) + \Lambda_1\left(T_{защ} + T_{пер} + 2T_p\right) \le N \tag{9}$$

или

$$\frac{\Lambda_1}{N}\left(2e\tau + T_{защ} + T_{пер} + 2T_2\right) + \frac{\Lambda_2}{N}\left(2e\tau + T_{защ} + T_2\right) \le 1 \tag{10}$$

Данное неравенство определяет соотношение между максимально допустимой величиной нагрузок разных классов при общем канальном ресурсе N. Выбор соотношения N_1 и N_2 при ограниченном общем числе каналов позволяет определить компромиссное значение вероятности блокировки для телефонной нагрузки и задержки для нагрузки данных.

Для реализации алгоритма необходимо на ЦС в течение определенного периода времени производить подсчет успешно принятых запросов на выделение каналов, а затем - оценку мгновенных интенсивностей поступления телефонных сообщений и пакетов данных. Далее, подставляя полученную оценку суммарной интенсивности телефонных сообщений в (3), можно найти минимально необходимое для выделения число телефонных каналов, обеспечивающих требование по вероятности блокировки. Затем, пользуясь графиком (рис. 1) найти оптимальное соотношение между каналами.

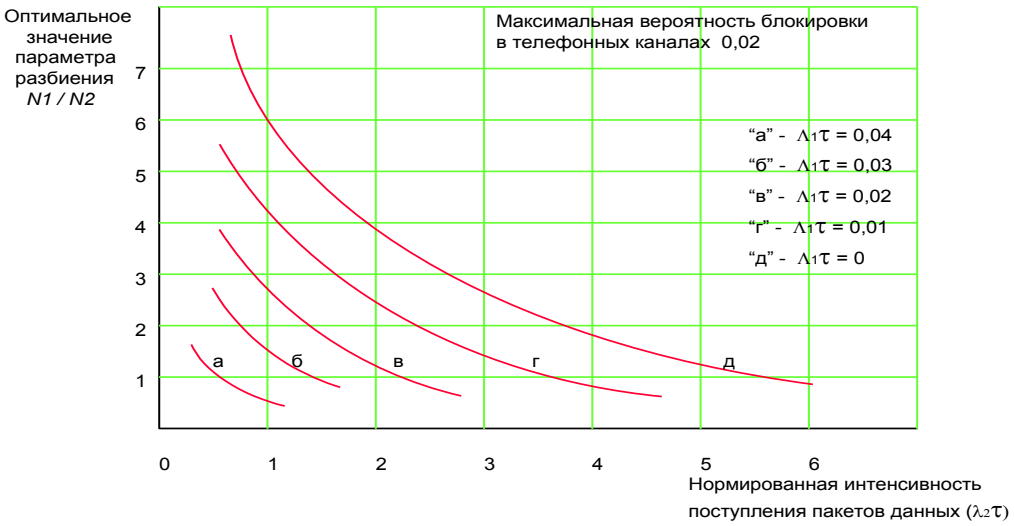


Рисунок 1. Зависимость параметра оптимального разбиения каналов от нормированной интенсивности поступления пакетов данных при фиксированной вероятности блокировки в телефонных каналах

Таким образом, существуют объективные условия для оптимизации характеристик функционирования сети спутниковой связи и при использовании соответствующих процедур оптимизации распределения канального ресурса, что позволяет значительно повысить эффективность ее функционирования, достижения требуемых характеристик качества обслуживания и эффективности использования пропускной способности.

Литература:

1. Буховский В.А., Игнатов В.В., Родимов А.П., Скачков Ю.П.. Военные системы космической связи. - Л.: ВАС, 1984. – 125-131 с.
2. Горский А.А., Григорьева М.А. Спутниковые каналы в сетях с коммутацией пакетов // Электросвязь, 1984.- N5. - С. 9-11.
3. Куркин В.М., Родионов А.В. Системы спутниковой связи: планирование и распределение ресурсов // Зарубежная радиоэлектроника, -1984, -N3.- С.3-33.

В.С. Хуторов, М.Н. Беленькая

ОБЗОР ПАРАМЕТРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СУБД ORACLE, И СРЕДСТВ МОНИТОРИНГА РАБОТЫ СИСТЕМЫ

Московский технический университет связи и информатики, г. Москва, Россия

Ключевые слова: СУБД Oracle, мониторинг, метрики, производительность, отказоустойчивость, настройка.

В статье поднимается проблема достижения наибольшей производительности СУБД Oracle. Проведен обзор параметров загрузки ядра системы управления базами данных, в котором описывается способ и значительность оказываемого влияния на систему в целом. Так же проводится описание возможных средств мониторинга производительности и отказоустойчивости СУБД. Под рассмотрение попадают как встроенные средства, так и продукты сторонних производителей. На основе всех излагаемых фактов делаются выводы о том, какие настройки лучше проводить и какие средства мониторинга использовать для достижения наилучшей производительности.

V.S. Khutorov, M.N. Belenkaya

OVERVIEW OF DBMS ORACLE KERNAL PARAMETRS AND MONITORING TOOLS

Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow, Russia

Keywords: DBMS Oracle, monitoring, metrics, performance, fault-tolerance, settings

The article rises the problem of achievement the maximum productivity of DBMS Oracle. It presents an overview of kernel parameters, that describe significance of influence on system. Also there is a description of monitoring tools for DBMS Oracle, both built and third-party. On the basis of all this information is made output witch settings a really important and what monitoring tools is better to use.

На сегодняшний день крупные вычислительные комплексы находят применение практически в любой области: начиная от научных целей, заканчивая сферой услуг. Очевидно, что чем больше система, тем более важная роль выделяется ей в жизни предприятия и тем больший функционал она выполняет, а значит, возрастает и цена простоя вычислительного комплекса. Для недопущения выхода из строя системы за ней необходимо постоянное наблюдение с целью обнаружения неисправностей и поиска уязвимых элементов, которые могут стать причиной остановки комплекса. Эта деятельность является основной целью мониторинга.

Мониторинг должен охватывать только те параметры системы, от которых непосредственно зависят устойчивость и производительность системы. Эти параметры называются метриками мониторинга, именно с выбор их начинается планирование системы мониторинга. Большая часть приложений, работающая в современных вычислительных комплексах, связана с обработкой информации, хранимых в базах данных. По этой причине необходимо уделять особое внимание метрикам систем управления базами данных, отражающими скорость работы и ее надежность[3].

Система мониторинга сети выполняет наблюдение за сетью в поисках проблем, вызванных перегруженными и/или отказавшими серверами, другими устройствами или сетевыми соединениями. Как правило, наблюдение за системой производится средствами отправки запросов серверам по одному или нескольким из ранее описанных протоколов. Неудавшиеся запросы (например, в том случае, когда соединение не может быть установлено, оно завершается по тайм-ауту, или когда сообщение не было доставлено) обычно вызывают реакцию со стороны системы мониторинга. В качестве реакции может быть: отправка сигнала тревоги системному администратору; автоматическая активирование система защиты от сбоев, которая временно выведет проблемный сервер из эксплуатации, до тех пор, пока проблема не будет решена; и тому подобное.

На данный момент на рынке представлено множество систем мониторинга. Самые популярные среди них:

Nagios — программа мониторинга компьютерных систем и сетей с открытым кодом. Предназначена для наблюдения, контроля состояния вычислительных узлов и служб, оповещает администратора в том случае, если какие-то из служб прекращают (или возобновляют) свою работу.

Cacti — open-source веб-приложение, система позволяет строить графики при помощи RRDtool. Cacti собирает статистические данные за определённые временные интервалы и позволяет отобразить их в графическом виде. Преимущественно используются стандартные шаблоны для отображения статистики по загрузке процессора, выделению оперативной памяти, количеству запущенных процессов, использованию входящего/исходящего трафика.

Zabbix - это программное обеспечение для мониторинга многочисленных параметров сети, жизнеспособности и целостности серверов. Zabbix использует гибкий механизм оповещений, что позволяет пользователям конфигурировать уведомления основанные на e-mail практически для любого события. Это позволяет быстро реагировать на проблемы с серверами. Zabbix предлагает отличные функции отчетности и визуализации данных основанные на данных истории. Это делает Zabbix идеальным для планирования мощности. Zabbix поддерживает и пуллеры, и трапперы. Все отчеты и статистика Zabbix, так же как и параметры настройки, доступны через Веб интерфейс. Веб интерфейс гарантирует, что состояние вашей сети и жизнеспособность ваших серверов будет доступно из любого места. Правильно настроенный, Zabbix может сыграть важную роль в

мониторинге ИТ инфраструктуры. Это верно и для маленьких организаций с несколькими серверами и для больших организаций с множеством серверов.

Описанные выше системы мониторинга, имеют одну общую особенность, которая так же является их слабой стороной – они имеют широкую область применения, а вследствие этого их настройка под конкретные нужды мониторинга приложения может быть затруднительна.

Мониторинг СУБД Oracle требует достаточно деликатного подхода, по причине широких возможностей по индивидуальной настройке приложения под нужды компании. Поэтому требуется уделить отдельное внимание настройкам СУБД Oracle, оказывающим наибольшее воздействие на производительность.

Ядро СУБД Oracle считывает данные, необходимые ему для загрузки из файла init.ora. В файле параметров инициализации обычно содержится и много других параметров. Количество и имена параметров меняются с каждой новой версией. Большинство параметров, например db_block_size, существует очень давно, но со временем необходимость во многих параметрах отпадает, так как меняется реализация.

Параметры файла init.ora делятся на официально поддерживаемые и не поддерживаемые официально. Последние не описаны в руководстве пользователя и их имена начинаются с символа подчеркивания. Не смотря на много слухов вокруг недокументированных параметров, сотрудники Oracle утверждают, что на самом деле данные параметры предоставляют устаревший функционал и обратную совместимость. Говоря об эффекте на производительность, многие из этих настроек имеют побочные эффекты и могут сказаться на целостности данных[4].

Ниже приводится описание параметров загрузки ядра, которые лучше указывать при первичной настройке ядра СУБД, так как они могут оказывать реальное влияние на производительность системы.

DB_CACHE_SIZE – определяет размер стандартного буферного пула для буферов с основным размером блока (определенным параметром DB_BLOCK_SIZE). Значение должно быть не менее 4M * количество центральных процессоров * размер гранулы. Гранула в Oracle – область памяти размером 4, 8 или 16 МБ. Гранула является наименьшим блоком выделения памяти, ее размер зависит от размера SGA.

Минимальное рекомендованное значение для этого параметра – 10000 блоков (при учете, что размер блока задан 8 Кб). В случае, если имеет место быть повышенная активность ввода-вывода, это значение может быть увеличено, если позволяет объем оперативной памяти.

На системах в использовании целесообразно этот блок устанавливать равным 400МБ.

DB_FILE_MULTIBLOCK_READ_COUNT – данный параметр определяет количество считываемых блоков за одну операцию ввода-вывода при просмотре в физической последовательности. Общее количество операций ввода-вывода необходимых для прочтения всего отношения зависит от таких факторов как размер отношения, количество считываемых блоков за одну операцию и была ли применена параллелизация для данной операции. Данный параметр позволяет минимизировать количество операций ввода-вывода за одно полное прочтение отношения[2].

Обычные отношения в СУБД Oracle относятся к типу «куча», поэтому физическая упорядоченность кортежей в отношении не гарантируется, а при длительном использовании все менее и менее вероятна. Так как конкретное местоположение кортежа в отношении не является детерминированным, для поиска кортежа при полном табличном сканировании необходимо просматривать всю рабочую часть сегмента, что достаточно накладно для времени выполнения.

Для большинства случаев параметр DB_FILE_MULTIBLOCK_READ_COUNT должен быть задан значением от 16 до 32 блоков и установлен как обязательный. Возможна инициализация этого параметра значением большим, чем 32. Это делается с целью понизить издержки ввода-вывода, что эффективно при больших объемах выборки. В таком случае допускается значение от 64 до 256КБ, в зависимости от количества дисков, структуры табличного пространства и других условий. Для оптимизации производительности во время обновлений данный параметр целесообразно задавать большим, чем при установке или повседневном использовании.

OPEN_CURSORS – данный параметр определяет количество пойнтеров на отношение за сессию. По умолчанию данный параметр выставлен равным 50 и это считается достаточным. Однако параметр может корректироваться в зависимости от требований к СУБД. При этом не стоит забывать, что большее количество начатых запросов требует большего количества памяти на

сервере базы данных, а это может влиять на производительность. Однако же установка менее 50 допустимых открытых пойнтеров может приводить к ошибкам в работе приложения.

OPTIMIZER_INDEX_COST_ADJ – данный параметр позволяет управлять работой оптимизатора делая его более или менее склонным к выбору индекса вместо полного сканирования отношения. Лучше выставить этот параметр равным единице, чтобы оптимизатор использовал индексы вместо полного перебора значений отношений.

SHARED_POOL_SIZE – данный параметр определяет размер разделяемого пула (в байтах). Разделяемый пул (Shared Pool) содержит общие SQL и PL/SQL области. Буфер библиотек влияет на увеличение производительности, так как в нем содержатся часто используемые SQL запросы. Oracle использует его для синтаксического анализа и определения плана выполнения оператора или процедуры. В дальнейшем при выполнении несколькими пользователями одинаковых SQL операторов (под понятием одинаковые подразумеваются идентичные SQL запросы вплоть до числа пробелов между операторами и регистра букв) и процедур скомпилированного приложения, не требуется каждый раз заново реализовывать план выполнения соответствующей процедуры или SQL запроса.

Приемлемые значения начинаются с 200МБ на продакшен серверах. Однако целесообразно устанавливать это значение близким к пределу, обусловленному аппаратными ограничениями сервера. Для настройки разделяемого пула существует простое правило: большое значение повышает производительность для многопользовательских систем, маленькое – экономит память.

SORT_AREA_SIZE – данный параметр определяет максимальное количество оперативной памяти, выделяемой для выполнения сортировок. Память выделяется процессу только тогда, когда возникает потребность в сортировке, а не при рождении процесса. Область сортировки выделяется динамически, пока не достигнет совокупного размера SORT_AREA_SIZE. Значение этого параметра следует задавать с учетом количества пользователей, объема оперативной памяти и размера хранимых запросов. Начинать подбор оптимального значения стоит, начиная с 65536 блоков базы данных (значение по умолчанию)[1].

Для случаев, когда производится Mass Update или импорт данных, наиболее предпочтительным вариантом является избегать дисковых сортировок, т.к. операции выполняются в памяти значительно быстрее, чем с использованием диска. Поэтому на сессии, в которых проводятся операции с большими объемами обрабатываемых данных оптимальным будет выставить параметр SORT_AREA_SIZE равным полуторному размеру самого большого индекса. Это даст гарантию того, что все операции сортировки произойдут в памяти и отработают максимально быстро.

Подводя итог обзора ключевых параметров ядра СУБД Oracle можно сделать вывод что средства Oracle в достаточной мере обеспечивают целостность данных, поэтому при настройке основное внимание необходимо сосредоточить на производительности.

Управление производительностью позволяет оптимально использовать ресурсы и гарантировать отсутствие некоторых проблем. Используя информацию и приемы управления производительностью, возможно сэкономить время, затрачиваемое на выявление проблемы, и повысить степень удовлетворенности пользователей.

Современное состояние рынка IT услуг таково, что поставщики услуг фактически продают «скорость», то есть обеспечивают максимально быстрый доступ к хранимой информации, а так же ее обработку. Поэтому основной целью как первичной настройки, так и дальнейшего мониторинга является обеспечение высокой производительности системы.

Мониторинг СУБД Oracle возможно производить, используя 3 вида решений: мониторинг встроенными утилитами; мониторинг с использованием системы мониторинга; Программно-аппаратные решения для мониторинга. Каждое из этих решений имеет свою специфику. Рассмотрим ее.

Мониторинг встроенными средствами реализуется с помощью отдельных утилит СУБД, представляющих собой программные продукты, входящие в состав СУБД, но загружаемые отдельно от ядра СУБД, либо в виде набора прикладных интерфейсов – API. Эту утилиту или группу утилит и в операционной системе и в СУБД часто называют монитором или системным монитором. Для осуществления мониторинга ядро СУБД собирает информацию от приложений, работающих с базой данных, и от системных средств самой СУБД.

Про системы мониторинга говорилось ранее в статье и был сделан вывод о проблемной доводке системы до требуемого функционала. Однако стоит заметить, что подобное решение

достаточно удобно, так как позволяет единой системой следить за сотнями или тысячами серверов и приложениями на них. Но чисто программное решение не может достаточно эффективно справляться с мониторингом аппаратной составляющей системы.

Программно-аппаратный тип мониторинга весьма интересен, он позволяет взять основное достоинство систем мониторинга: возможность слежения за большим количеством серверов и приложений, но при этом компенсирует основной недостаток: позволяет проводить мониторинг на аппаратном уровне. Данный способ мониторинга является наиболее предпочтительным из всех перечисленным, но, в связи с тем, что это дорогое коммерческое решение, его изучение в рамках данной работы не представляется возможным.

На сегодняшний день на рынке аппаратно-программных решений для мониторинга безоговорочным лидером является компания Fluke.

Подводя итоги, стоит заметить, что при правильно произведенной первичной настройке СУБД и допуске того, что и база данных и приложение разработаны в соответствии с технологиями программирования, Oracle предоставляет все средства для обеспечения высокопроизводительной и отказоустойчивой работы. На случай же, если человеческий фактор оказывает влияние на производительность, средства мониторинга могут достаточно легко решить эту проблему. Наиболее эффективными являются средства программно-аппаратного мониторинга.

Литература:

1. Oracle Clusterware and Oracle Real Application Clusters Administration and Deployment Guide // *Mark Bauer, Richard Strohm* – Oracle, 2009 г;
2. Oracle Database 2 Day DBA, 10g Release 2 // *Colin McGregor* – Oracle, 2012 г;
3. Администрирование в информационных системах // *М.Н. Беленькая, С.Т. Малиновский, Н.В. Яковенко* – М: Горячая Линия - Телеком, 2011 г;
4. Oracle для профессионалов // *Том Кайт* - СПб б.: ООО «ДиаСофтЮП», 2003 г.

А.С. Цыпленков

РЕАЛИЗАЦИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ МОБИЛЬНОГО ТРАФИКА

Уральский технический институт связи и информатики (филиал) федерального государственного образовательного бюджетного учреждения высшего профессионального образования "Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики" г. Екатеринбург, Россия

Ключевые слова: LTE, пропускная способность, загруженность, мобильный интернет.

Описана проблема загруженности мобильного трафика в местах большого скопления людей. Приведена часть технических решений способных повысить пропускную способность в мобильных сетях.

A.S. Tsyplenkov

IMPLEMENTATION OF VARIOUS TECHNICAL SOLUTIONS TO INCREASE CAPACITY OF MOBILE TRAFFIC.

Ural Technical Institute of Communications and Information Technology (Branch) of the FederalState budget institution of higher education "Siberian State University of Telecommunications and Informatics", Ekaterinburg, Russia

Keywords: LTE, capacity, congestion, mobile internet.

Described the problem of congestion in mobile traffic in crowded areas. Shows part of the technical solutions capable of increasing bandwidth in mobile networks.

Мобильный Интернет — технология для подключения к сети интернет практически из любого места. На данный момент все современные технологии мобильной связи представляют свои решения в сфере доступа к сети интернет.

На данный момент объемы трафика на сотовых сетях растут гораздо быстрее, чем операторы успевают их строить, в результате этого имеющиеся сотовые сети перегружены большими объемами трафика. Наглядно это проявляется в местах массового скопления людей, где мобильный интернет работает или очень медленно, или вообще не работает. Интуитивно понятно, что это явление сродни автомобильной пробке – узкое горлышко операторской инфраструктуры наглухо забивается абонентским трафиком.

На деле ситуация с мобильным интернетом гораздо тяжелее дорожной: объемы трафика на сотовых сетях уверенно показывают экспоненциальный рост (он же геометрическая прогрессия) с темпами от 50 до 100% годовых в разных странах, и конца этому тренду пока не видно. Страшно представить, что было бы на дорогах, если бы количество автомобилей удваивалось каждый год.

Авторитетным ежегодным исследованием мировых объемов трафика является Cisco Visual Networking Index (VNI). Согласно текущему прогнозу, объемы мобильного трафика в мире вырастут в 13 раз за ближайшие пять лет со среднегодовыми темпами роста 66%, достигнув космических 11 экзабайт в месяц[1]. В России в этом же периоде прогнозируется шестнадцатикратный рост мобильного трафика, что соответствует ожиданиям темпов роста выше среднемировых.

Если коротко о причинах такого бурного роста, то основной является, конечно, «смартфонная революция». Так, только в 2012 году количество пользователей мобильного интернета в России выросло на 88% до 79 млн. человек [2]. В свою очередь, широкое распространение смартфонов и планшетов приводит к распространению мобильного использования популярных сервисов. Например, Youtube приводит статистику о том, что 40% всего просмотренного контента приходится на мобильные устройства[3]. Кроме этого, растет среднее количество мобильных интернет-устройств в расчете на абонента, а также все большее количество устройств помимо смартфонов и планшетов получают подключение к мобильному интернету и начинают генерировать и потреблять трафик.

Не смотря на глобальный рост потребления трафика мобильного интернета, который существенно снизит его пропускную способность, в силу того, что внедрение новых технологий и стандартов не успевает за его ростом, существует ряд технических решений, которые позволяют без установки дополнительного комплекта оборудования расширить уже имеющиеся возможности.

Существенную роль в увеличении емкости мобильных сетей, сыграют фемтосоты, которые, благодаря небольшому радиусу действия, низкой цене, компактному размеру и простоте в установке смогут обеспечить необходимое качество покрытия; особенно это касается городов с высокой плотностью населения и пространств внутри зданий[4].

Одним из самых эффективных способов повышения пропускной способности может быть применение адаптивных антенных решёток со слабо коррелированными антенными элементами. Системы связи, которые используют такие антенны, получили название MIMO систем (Multiple Input Multiple Output).

Конечно, даже вновь введенная технология LTE нуждается в последующем развитии. В частности необходимо вводить в строй уже работающую агрегацию каналов LTE и скорости передачи данных Category 4. Агрегация каналов LTE — новая технология, которая объединяет радиоканалы внутри и между диапазонов, позволяя увеличивать скорость передачи пользовательских данных, сокращать время задержки и поддерживать пропускную способность операторских сетей на уровне 150 Мбит/с в нисходящем канале LTE Category 4 без 20 МГц непрерывного спектра.

Подводя итоги можно сказать, что приведенная статистика по мобильному трафику не просто взята с сайтов авторитетных исследовательских компаний, а было получено реальное подтверждение данного явления загруженности трафика в местах большого скопления людей. Стоит также отметить, что приведенные решения данной проблемы являются основными, но не единственными в своем роде.

Литература:

1. Cisco Systems, Inc. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.cisco.com

2. ООО "Компьютерра-Онлайн". – Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.computerra.ru/

3. Youtube. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.youtube.com
4. Qualcomm Incorporated. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.qualcomm.com

Е.И. Николаев, Ю.Ю. Чернова

ПРИМЕНЕНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СЕТКИ ТРЕУГОЛЬНЫХ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия

Ключевые слова: моделирование, метод конечных элементов, параллельные вычисления.

Наиболее эффективным методом численного решения нелинейных задач математической физики является метод конечных элементов (МКЭ). На точность и скорость сходимости данного метода существенное влияние оказывает качество сетки конечных элементов (КЭ). Существует большое разнообразие алгоритмов построения сеток КЭ, отличающихся скоростью и вычислительными затратами, качеством и характеристиками получаемых сеток. В данной работе предложена методика распараллеливания алгоритма подвижного фронта для вычислительного кластера. Сетка КЭ строится для решения нелинейных задач магнитостатики в неоднородных областях.

E.I. Nikolaev, Yu.Yu. Chernova

APPLICATION OF PARALLEL ALGORITHMS FOR GENERATING THE GRID OF TRIANGULAR FINITE ELEMENTS

North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

Keywords: modeling, finite element method, parallel computing.

The most effective method for numerical solution of nonlinear problems of mathematical physics is the finite element method (FEM). The accuracy and speed of convergence of this method is significantly influenced by the quality of the grid finite element (FE). There is a variety of algorithms for the construction of grids of FEs, different speed and computing costs, quality and characteristics of the obtained grids. In this paper describes the parallel algorithm based on movable front for computing cluster. Grid of FEs is constructed for the solution of nonlinear problems of magnetostatic in inhomogeneous fields.

В работах [1], [2] рассмотрены проблемы математической постановки задачи левитации постоянного магнита в сосуде с магнитной жидкостью, а также алгоритмы дискретизации системы дифференциальных уравнений модели и основные подходы к решению системы линейных алгебраических уравнений, полученных в результате дискретизации.

В данной работе приводится алгоритм построения сетки конечных элементов применительно к осесимметричной задаче левитации постоянного магнита в сосуде с магнитной жидкостью. Сосуд с магнитной жидкостью помещен во внешнее магнитное поле, создаваемое соленоидом. Задача решается в физически неоднородных областях с различными магнитными и электрическими характеристиками. При этом геометрические параметры модели могут меняться (программный комплекс позволяет задавать положение магнита, сосуда и соленоида, а также их размеры). Данные особенности решаемой задачи требуют применения автоматизированных методов генерации сетки КЭ. Необходимость более детального исследования магнитного поля в отдельных областях (зазорах между поверхностью магнита и поверхностью магнитной жидкостью) требует соответствующего сгущения сетки КЭ. Эта особенность задачи влечет необходимость выбора алгоритма генерации неоднородной сетки КЭ. Для увеличения количества и качества КЭ, сокращения временных затрат при генерации сетки КЭ используется вычислительный кластер. В качестве программного обеспечения для реализации параллельного алгоритма используется библиотека MPI.

Алгоритм построения сетки состоит из этапов:

1. Построение геометрической модели задачи. Тела модели представляются в виде замкнутых контуров, состоящих из множества точек и соединяющих их граней. Отдельной точке, грани или всему контуру пользователь присваивает размерный коэффициент. Чем выше размерный коэффициент для данной точки (грани, контура), тем выше густота сетки в окрестностях данного объекта (и тем меньше размер грани треугольного КЭ). На рисунке 1 приведена схема расположения объектов геометрической модели.

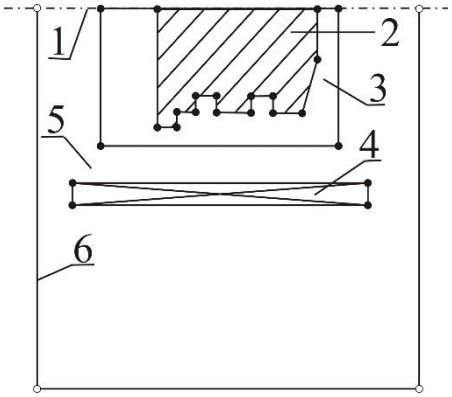


Рисунок 1. Объекты геометрической модели: 1 – ось симметрии; 2 – область постоянного магнита; 3 – область МЖ; 4 – обмотка соленоида; 5 – внешняя среда; 6 – граница внешней среды.

2. Построение фоновой сетки (ФС) с учетом геометрических параметров модели и значений размерного коэффициента. Данный этап реализуется параллельно: исходная область решения разбивается на 4 равных квадрата, а разбиение каждого отдельного квадрата происходит в отдельном процессе, которые распределяются между процессорами вычислительного кластера. Каждый процесс реализует итерационный рекурсивный алгоритм построения квадратурной сетки. В результате получаем ФС, изображенную на рисунке 2, где сторона каждого квадрата зависит от размерного коэффициента, находящегося поблизости объекта (точки, грани).

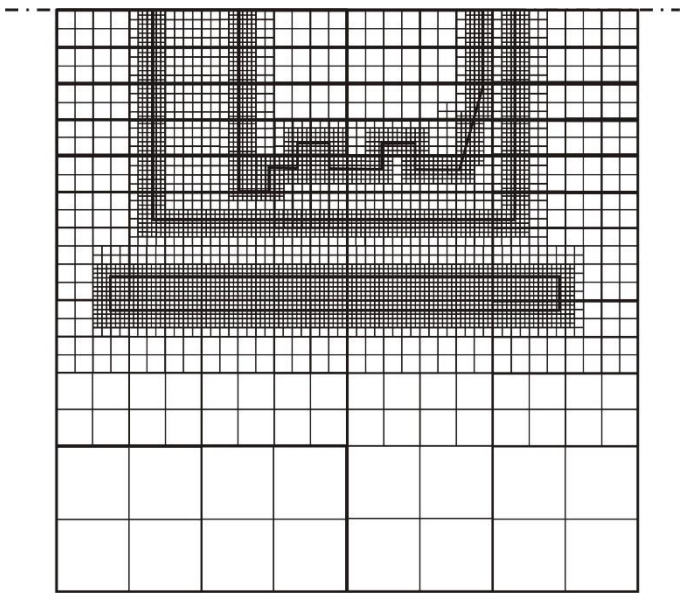


Рисунок 2. Фоновая сетка.

3. Реализация первого этапа алгоритма подвижного фронта: построение опорной сетки (ОС) и доменная декомпозиция задачи. ОС представляет собой замкнутые контуры из узлов, принадлежащих границам физически неоднородных областей 2 – 5 (рис. 1). Узлы ОС представляют собой точки пересечения соответствующих контуров и граней ФС. Такой выбор узлов ОС позволяет избежать трудоемкой процедуры сведения сеток КЭ, построенных независимо в отдельных доменах. Домены 2 – 5 (рис. 1) распределяются по параллельным процессам, каждый из которых производит триангуляцию только отдельного домена.

4. Параллельная триангуляция доменов. С учетом ФС производится построение сетки КЭ, которая использует процедуры метода подвижного фронта с применением сглаживания. При этом узлы начального фронта совпадают с узлами ОС. В каждом домене начальный фронт модифицируется добавлением дополнительных узлов с целью заполнения сеткой КЭ всей области решения. Выбор положения нового узла КЭ осуществляется с использованием ФС. Пример результата работы алгоритма триангуляции приведен на рисунке 3 (показана сетка КЭ в доменах 4 и 5).

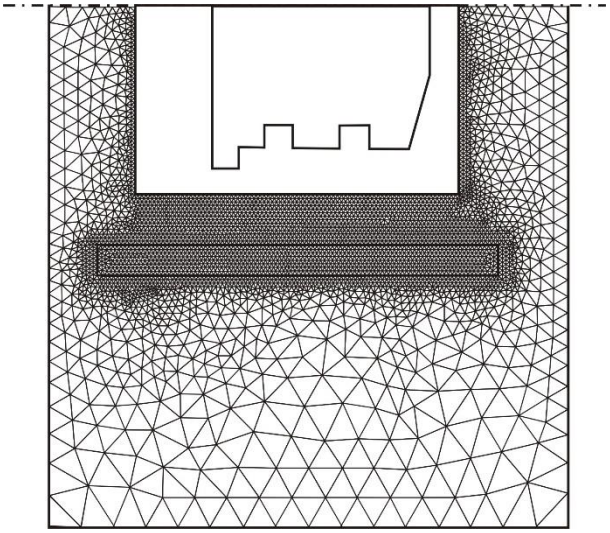


Рисунок 3. Результат триангуляции.

5. Реализация параллельной процедуры сглаживания для улучшения характеристик сетки КЭ. Для данного этапа производится декомпозиция области решения на 16 равных квадратов, для каждого из которых в отдельном процессе осуществляется процедура сглаживания.

Приведенный алгоритм позволяет строить сетку КЭ с различным качеством и характеристиками для различных областей. При этом процесс построения сетки производится параллельно, что снижает время триангуляции и делает возможным генерацию большого количества КЭ. По результатам работы алгоритма существует возможность вывода отчета о характеристиках результирующей сетки: количество построенных узлов, количество КЭ, гистограмма распределения КЭ по размеру, наименьший угол, гистограмма распределения углов в КЭ по величине.

В алгоритме нет привязки к свойствам исходной задачи, что позволяет использовать данный параллельный алгоритм для широкого круга задач, допускающих геометрическую декомпозицию.

Литература:

1. Николаев Е.И. Применение метода конечных элементов для исследования процессов левитации постоянных магнитов в ограниченных объемах магнитной жидкости./ Обозрение прикладной и промышленной математики. – М.: «ОПиПМ», 2007, т.14, №1.

2. Дроздова В.И., Николаев Е.И., Шагрова Г.В., Удачин Я.Б. Решение задачи левитации постоянного цилиндрического магнита в магнитной жидкости комбинированным методом конечных и граничных элементов./ Материалы международной научной конференции «Наука и технологии: актуальные проблемы». – Ставрополь: СевКавГТИ, 2007, т.1.

Н.К. Перин, А.С. Родионов, А.Н. Чикалов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛОГИКИ ПРЕДИКАТОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ

Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, г.Ростов-на-Дону

Ключевые слова: электронные средства обучения, моделирование цифровых устройств, временные диаграммы, логика предикатов.

Обучающая система должна содержать три модуля. Два модуля из них должны содержать логические модели устройств. Построение их на основе языка логики предикатов позволяет сделать описание более универсальным, информативным, эффективным для целей обучения.

N.K. Perin, A.S. Rodionov, A.N. Chikalov

USE OF LOGIC OF PREDICATES FOR CONSTRUCTING THE MODELS OF THE DIGITAL UNITS

North Caucasus branch of the Moscow Technical University of Communications and Informatics, Rostov-on-Don

Keywords: the electronic means of instruction, the simulation of digital units, timetables, the logic of predicates.

The training system must contain three modules. Two modules of them must contain the logical models of devices. Their construction on the basis of the language of the logic of predicates makes it possible to make a description more universal, more informative, more effective for purposes of instruction.

Современные тенденции в образовании свидетельствуют о возрастании значимости электронных средств обучения. Они обеспечивают непрерывность, актуальность для персональных задач, свободу выбора образовательных продуктов, близость языка предметной среды содержательных материалов к профессиональной лексике.

В рамках таких предпочтений электронные средства для изучения цифровых устройств, наряду со всем многообразием тем естественных, технических и других наук, развиваются весьма бурно. Обычно, такие средства компонуются из нескольких логически самостоятельных блоков, ориентированных на формирование конкретных знаний и умений. Опыт доказывает необходимость минимум трех блоков:

- блока теоретических сведений, обеспечивающих решение задачи приобретения основных знаний по теме, систематизации и обобщения имеющихся представлений об изучаемом объекте. В учебных программах они объединяются под ключевым словом "ЗНАТЬ". Для реализации этого блока уместны все современные средства мультимедийных технологий. Они позволяют при достаточном предметном и методическом опыте разработчика с высоким качеством представить учебный материал;
- второй блок предназначен для приобретения практических навыков работы с объектами предметной среды. Для цифровых устройств это, как минимум, все типовые элементы и узлы: от логических элементов до дешифраторов, мультиплексоров, сумматоров, регистров, счетчиков, схем памяти и контроллеров. В рамках этого блока следует предусмотреть возможность предоставления средств, обеспечивающих задание всех возможных режимов работы объектов, управление подаваемыми входными сигналами, наблюдение за реакцией объектов, использование объектов в составе систем для изучения их взаимодействия и т.д. Естественно, что даже для цифровых устройств это далеко не полный перечень всех необходимых навыков, которые объединены словом "УМЕТЬ". Их перечень должен уточняться, исходя из целей и задач дисциплины. Однако основным в этом блоке должны быть инструменты, позволяющие обучаемому применить в той или иной

форме те знания, которые он должен получить на первом этапе обучения, приобрести уверенность в управлении основными функциями объектов, сформировать устойчивую связь между теоретическими выкладками и моделями, используемыми на этапе теоретического обучения и реальными проявлениями всех изученных закономерностей и свойств объектов;

– третий блок предназначен для осуществления оценивания степени достижения поставленных целей обучения. Этот этап является едва ли не самым сложным для реализации, потому что связи между уровнем оцениваемых компонентов (типа "ЗНАТЬ", "УМЕТЬ", "ВЛАДЕТЬ") и доступными приемами оценивания не являются очевидными, а возможности универсальных систем разработки тестов весьма ограничены. Чаще всего они сводятся к конечному перечню типовых способов задания вопросов и получению ответов в рамках типового интерфейса. С учетом нетривиальности задачи и лимита времени на разработку тесты ограничиваются вопросами с выбором вариантов из готовых ответов. Чаще всего такие решения инициируют натаскивание и тем самым блокирование всяких мыслительных процессов у обучаемых. Эффективность таких тестов весьма ограничена с развивающей точки зрения, а получение до 30% правильных ответов при полном отсутствии знаний весьма вероятно.

Поэтому для специалистов по вычислительной технике, средствам телекоммуникаций, электротехнике рационально тесты проводить на языке временных диаграмм. Это для них язык профессионального общения, он позволяют максимально точно показать поведение устройства, особенности его взаимодействия с другими узлами, оценить важные технические параметры и характеристики. Для задач обучения эти возможности трудно переоценить.

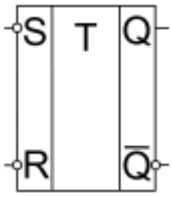
Для достижения целей второго и третьего блоков обучающей программы необходима разработка моделей поведения изучаемых объектов. Они должны показывать правильную работу цифровых узлов, позволять анализировать поведение устройств при тестировании знаний, давать возможность оценивания знаний. Такие модели в рамках типовых пакетов разработки тестов не синтезируются. Поэтому модели необходимо разрабатывать специально для каждой темы учебного материала.

Входные воздействия формируются случайным образом и представляются обучаемому в виде временной диаграммы. Опыт подсказывает, что число шагов диаграммы может быть равно восьми. Этого вполне достаточно, чтобы создать эффект подачи полноценной самостоятельной серии воздействий, которую бессмысленно автономно анализировать и запоминать. И вместе с тем, такой объем не перегружает каждую частную проверку, создавая предпосылки рационального использования учебного времени. Кроме того, восемь шагов диаграммы хорошо согласуются с такой единицей как "байт", оптимально используя особенности аппаратных и программных средств разработки моделей.

Следует отметить, что формируемый случайным образом байт, используемый для задания входных воздействий, не всегда может быть использован эффективно для целей тестирования. В нем может получиться малое число переключений, если его двоичное представление отображать соответствующими высокими и низкими уровнями диаграммы. Поэтому в механизмах формирования входных воздействий следует предусмотреть анализ случайного числа и соответствующую коррекцию по случайному закону.

Как правило, для цифровых устройств используют модели логические и соответствующие для них формализмы [1]. Чаще всего это таблицы истинности для комбинационных устройств и таблицы переходов для устройств с памятью. Получаемые на их основе аналитические выражения опираются на логику высказываний и соответствующие механизмы минимизации логических функций. Такой аппарат хорошо разработан, просто реализуется на основе средств вычислительной техники, вполне доступен для понимания. Однако возросший уровень сложности дискретных устройств, встроенные элементы памяти, использование на практике активных сигналов, выходящих за границы булевских представлений, делают такие выражения трудными для обозрения, ведут к использованию искусственных абстракций в виде виртуальных тактов работы реального устройства. Это еще больше лишает такие модели прозрачности.

Так, например, на рис.1 представлены таблица переходов и логическая функция после минимизации для простейшего триггера с установочными входами [2].



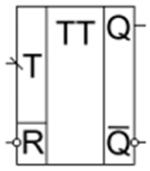
S	R	Q(t-1)	Q(t)
0	-	-	1
1	0	-	0
1	1	-	Q(t-1)

$$Q_t = \overline{S} \vee Q_{t-1} \cdot R$$

Рисунок 1. Условное графическое обозначение, таблица переходов и логическая функция триггера с установочными входами

Получение таких функций строгими методами бесспорно позволяет избежать ошибок при моделировании. Однако уже на этом примере видно, что функция совершенно не отражает содержательную логику работы триггера и не может быть использована для целей обучения управлению триггером. Таблица переходов читается по общепринятым правилам вполне понятно, но совершенно не может быть использована для формальных методов синтеза логических функций.

Еще более сложной ситуация становится при использовании триггеров с приоритетными входами и активным сигналом, который не укладывается в формализмы строгой булевой алгебры. Например, для счетного триггера с входом сброса (рис.2).



T(t-1)	T(t)	R	Q(t-1)	Q(t)
-	-	0	-	0
0	-	1	-	Q(t-1)
1	0	1	-	$\overline{Q(t-1)}$
1	1	1	-	Q(t-1)

$$Q_t = R \cdot T_t \cdot Q_{t-1} \vee R \cdot T_{t-1} \cdot \overline{T_t} \cdot \overline{Q_{t-1}} \vee R \cdot \overline{T_{t-1}} \cdot Q_{t-1}$$

Рисунок 2. Условное графическое обозначение, таблица переходов и логическая функция счетного триггера с входом сброса

Как и в предыдущей таблице (см.рис.1) прочерки обозначают произвольное значение состояния триггера или сигнала на входе триггера [2]. Характерный вид первой строки таблицы объясняется приоритетным характером входа R с активным нулевым сигналом. Три же оставшиеся строки потребовались лишь для того, чтобы формализовать работу типового для цифровых устройств активного сигнала под названием "задний фронт". Он выходит за пределы булевой алгебры, поэтому его встраивание в стандартную таблицу требует избыточности, сама таблица становится малоинформативной и теряет свои обучающие свойства. Логическая функция с точки зрения обучения вообще не выдерживает никакой критики.

Для сохранения прозрачности логики цифрового устройства и выхода из состояния нарастающей избыточности могут быть использованы логические предложения с параметрами, т.е. предикаты. Область определения предиката, иными словами, совокупность значений переменных, должна содержать всю совокупность возможных активных сигналов и состояний цифровых устройств. При замене переменных на конкретные значения предикат должен становиться высказыванием и приобретать истинное или ложное значение.

Для описания поведения цифровых устройств используют понятие активного сигнала, поэтому область определения предиката может быть ограничена этим признаком, для чего используют квантор существования $\exists$. Его смысл определяется словами "существует такой или такие значения переменных". Для входных сигналов (возможных активных сигналов) область определения состоит из логической единицы, нуля, переднего и заднего фронтов изменения входного сигнала.

Если суждение справедливо для всех переменных, то этот факт фиксируют логической операцией над всей областью определения предиката. Этот оператор обозначают символом квантора всеобщности $\forall$ и читают как "для всех значений переменных". Он может быть применен для суждений, в которых значение состояния устройства или входного сигнала несущественно для рассматриваемого режима работы цифрового устройства.

Определим существенные предикаты для триггера представленного на рис.2 следующим образом:

- Q(y) - одноместный предикат "состояние триггера равно y" на множестве {1,0};
- R(z) - одноместный предикат "сигнал на входе R активен" на множестве {1,0};
- T(x) - одноместный предикат "сигнал на входе T активен" на множестве {1,0, передний фронт, задний фронт}.

Тогда формула логики на языке предикатов, определяющая приоритетное переключение триггера в нулевое состояние при активном сигнале на входе R и любых состояниях триггера и любых сигналах на входе T будет выглядеть следующим образом:

$$\forall x \forall y \exists z (R(z)) \Rightarrow Q(0)$$

Аналогично логическая формула, которая читается как "если существует активный сигнал на входе T и при этом триггер находится в состоянии y, а на вход R активный сигнал не подан, то триггер изменит свое состояние на противоположное" будет сформирована следующим образом:

$$\exists x (Q(y) \cdot T(x) \cdot \overline{R(z)}) \Rightarrow \overline{Q(y)}$$

В отличие от логики высказываний, формализмы на языке предикатов позволяют осуществить выводимость одних формул из других, позволяют оперировать обобщенными утверждениями. Описывая предметную среду совокупностью формул, характеризующих возможное поведение вычислительных устройств, а текущее состояние объекта - совокупностью аксиом, допустимо с помощью ЭВМ построить логический вывод, результат которого эквивалентен новому состоянию устройства.

Таким образом, логика предикатов позволяет описывать поведение цифровых устройств в более обобщенной форме, отражая логику работы при различных типах активных сигналов для одного и того же устройства, определять состояние устройства при известных входных воздействиях, отражать внутреннюю структуру логического выражения. Эти возможности неоценимы для решения учебных задач.

Литература:

1. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника. - СПб.: БХВ-Петербург, 2010. - 810с.

2. Перин Н.К., Чикалов А.Н. Разработка моделей триггеров на языке исчисления высказываний. В сб. Труды СКФ МТУСИ. - Ростов-на-Дону: СКФ МТУСИ, 2014.

Н.К. Перин, А.Н. Чикалов

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ТРИГГЕРОВ НА ЯЗЫКЕ ИСЧЕСЛЕНИЯ ВЫСКАЗЫВАНИЙ

Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, г. Ростов-на-Дону

Ключевые слова: цифровые устройства, устройства памяти, триггер, логическое выражение.

Рассматриваются несколько типов триггеров. Анализируется логика их работы. Выполняется их описание с помощью таблиц переключений с последующим синтезом логических выражений.

N.K. Perin, A.N. Chikalov

DEVELOPMENT MODELS OF TRIGGERS ON A PROPOSITIONAL LANGUAGE

North Caucasus branch of the Moscow Technical University of Communications and Informatics, Rostov-on-Don

Keywords: digital devices, memory devices, trigger, logical expression.

Considers several types of triggers. Analyzed their logic. Performed their description using tables switching followed by synthesis of logical expressions.

Разработка обучающих систем на основе вычислительной техники предоставляет целый комплекс дополнительных новых инструментов для повышения обучающего эффекта. Одним из них является использование моделей тех цифровых узлов, которые являются объектом изучения. Модели позволяют обучаемому в интерактивном режиме осуществлять подачу входных воздействий на объект, наблюдать реакцию устройства на них, анализировать поведение устройства на всем множестве воздействий и их последовательностей. Это значительно расширяет долю активной составляющей в процессе обучения, способствует активизации обучаемого, расширяет возможности для приобретения практических навыков и выработки требуемых компетенций.

Кроме того, модели значительно расширяют возможности тестирующих программ для проверки уровня обученности. Если объектом являются цифровые устройства, то в целях увеличения количества вариантов тестов входные воздействия для устройств достаточно просто могут формироваться случайным образом. Кроме того, в этом случае также нелишней будет процедура дополнительной коррекции входных воздействий для повышения их информативности. Все это делает число входных воздействий очень значительным и именно модели позволяют отобразить входные воздействия на множество выходных сигналов и состояний.

Именно поэтому важность моделей для разработки обучающих программ приобретает особую значимость. Они должны быть полными и адекватными моделируемому объекту, хорошо приспособленными к конкретной семантической составляющей учебного материала.

В качестве примера для разработки моделей рассмотрен триггер. Понятие "триггер" включает в себя класс электронных устройств, отличительной чертой которых является способность находиться в одном из двух устойчивых состояний и чередовать их под воздействием внешних сигналов. Комбинации входов и типов входных переключающих сигналов в триггерах весьма значительны. Триггер следует рассматривать в качестве базового элемента для всех современных цифровых узлов и устройств и, следовательно, изучать его необходимо в обязательном порядке и достаточно полно.

Рассматривать все существующие типы триггеров нерационально, т.к. их номенклатура непрерывно расширяется. Следует выделить некоторое множество триггеров с типовыми входами и их комбинациями, на основе которого можно самостоятельно осваивать работу всех других типов устройств.

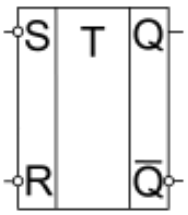
В этой работе предлагается такая совокупность триггеров. Предполагается, что эти модели используются только для целей изучения триггеров, как локальных устройств и целей тестирования знаний по их поведению. Поэтому модели должны давать реакцию на внешние воздействия, полностью соответствующую логике работы реальных устройств с учетом некоторых допущений. В частности, с учетом локального изучения триггеров нет необходимости учитывать временные задержки их срабатывания, уровни входных и выходных напряжений и т.д. Исходя из этих требований, предпринята попытка представить модели рассматриваемых устройств в виде булевых функций.

Каждый триггер описан таблицей переключений. На базе полученных таблиц составлены совершенные нормальные формы, из которых в последующем, путем их минимизации, получены сокращенные нормальные формы.

При составлении таблиц рассматривались не только значения сигналов на входах триггеров (T, R, S и др.) в моменты времени t и состояния триггеров Q в моменты времени $t-1$, но и значения сигналов на входах T, D, C двухступенчатых триггеров в моменты времени $t-1$, что и позволило создать наиболее полные логические модели рассматриваемых устройств. Это вызвано тем, что таблицы переходов не имеют средств отображения активных входных сигналов динамического

типа. Это так называемые "фронты переключений": передний (переключение с нуля на единицу) и задний (переключение с единицы на нуль). Стоит упомянуть, что с учетом такого приема все из рассматриваемых в данной работе двухступенчатых триггеров в соответствии с таблицами приобрели "статическое" управление.

На рис.1 представлено условное обозначение асинхронного SR – триггера и его таблица переходов. Прочерки в таблице обозначают произвольное значение входного сигнала или состояния триггера.



S	R	Q(t-1)	Q(t)
0	-	-	1
1	0	-	0
1	1	-	Q(t-1)

Рисунок 1. Условное графическое обозначение и таблица переходов триггера с установочными входами

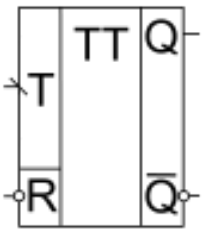
Полученная после минимизации дизъюнктивная нормальная форма (ДНФ) примет вид:

$$Q(t) = \bar{S} \vee (R \wedge Q(t-1)).$$

Как известно, состояние триггера с установочными входами, при котором на оба входа (S и R) одновременно поданы активные управляющие сигналы не определено и зависит от его реализации. Например, в триггере, созданном на базе элементов «И-НЕ» оба выхода (Q и $\overline{Q}$) переходят в состояние логической «1», которое является неустойчивым при снятии активных сигналов, а при снятии управляющего сигнала с одного из входов триггер переходит в одно из устойчивых состояний. При этом, после снятия управляющих сигналов с обоих входов триггер принимает случайное состояние, значение которого заранее предугадать невозможно.

В ходе работы было принято, что все из рассматриваемых триггеров разработаны на базе элементов «И-НЕ». При этом, во избежание возникновения неопределенных состояний было принято, что при подаче управляющих сигналов на оба входа модель SR – триггера будет принимать значение логической «1», а при снятии управляющих сигналов с обоих входов - сохранять это значение, а не принимать случайное.

На рис.2 представлено условное обозначение и таблица переходов двухступенчатого T–триггера с входом сброса R.



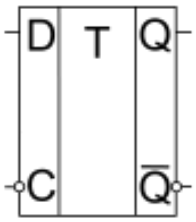
T(t-1)	T(t)	R	Q(t-1)	Q(t)
-	-	0	-	0
0	-	1	-	Q(t-1)
1	0	1	-	$\overline{Q(t-1)}$
1	1	1	-	Q(t-1)

Рисунок 2. Условное графическое обозначение и таблица переходов T-триггера с входом сброса

Полученная минимальна конъюнктивная нормальная форма (КНФ) имеет вид:

$$Q(t) = R \wedge (\overline{T(t)} \vee Q(t-1)) \wedge (T(t-1) \vee Q(t-1)) \wedge (\overline{T(t-1)} \vee T(t) \vee \overline{Q(t-1)}).$$

На рис.3 представлено условное обозначение синхронного D– триггера со статическим управлением.



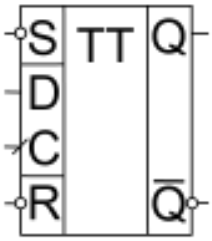
D	C	Q(t-1)	Q(t)
-	0	-	D
-	1	-	Q(t-1)

Рисунок 3. Условное графическое обозначение и таблица переходов D-триггера

Полученная минимальная ДНФ:

$$Q(t) = (C \wedge Q(t-1)) \vee (D \wedge \bar{C}).$$

На рис.4 представлено условное обозначение синхронного двухступенчатого D–триггера с входами установки и сброса (S и R).



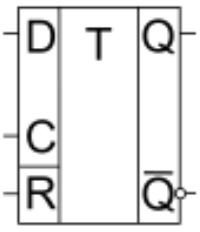
S	D(t-1)	C(t-1)	C(t)	R	Q(t-1)	Q(t)
0	-	-	-	-	-	1
-	-	-	-	0	-	0
1	-	0	0	1	-	Q(t-1)
1	-	0	1	1	-	D(t-1)
1	-	1	0	1	-	Q(t-1)
1	-	1	1	1	-	Q(t-1)

Рисунок 4. Условное графическое обозначение и таблица переходов D-триггера с установочными входами

Полученная минимальная КНФ:

$Q(t) = (\bar{S} \vee R) \wedge (\bar{S} \vee \overline{C(t-1)} \vee Q(t-1)) \wedge (\bar{S} \vee C(t) \vee Q(t-1)) \wedge (\bar{S} \vee D(t-1) \vee C(t-1) \vee \overline{C(t)}) \wedge (D(t-1) \vee C(t-1) \vee C(t) \vee R \vee Q(t-1))$.

На рис.5 представлено условное обозначение синхронного D–триггера с входом сброса R.



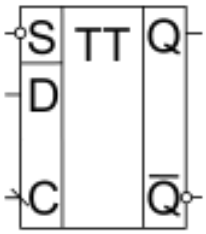
D	C	R	Q(t-1)	Q(t)
-	-	1	-	0
-	0	0	-	Q(t-1)
-	1	0	-	D

Рисунок 5. Условное графическое обозначение и таблица переходов D-триггера с входом сброса

Полученная минимальная КНФ:

$$Q(t) = \bar{R} \wedge (D \vee \bar{C}) \wedge (C \vee Q(t-1)).$$

На рис.6 представлено условное обозначение синхронного двухступенчатого D–триггера с входом установки S.



S	D(t-1)	C(t-1)	C(t)	Q(t-1)	Q(t)
0	-	-	-	-	1
1	-	0	0	-	Q(t-1)
1	-	0	1	-	Q(t-1)
1	-	1	0	-	D(t-1)
1	-	1	1	-	Q(t-1)

Рисунок 6. Условное графическое обозначение и таблица переходов D-триггера с входом установки

Полученная ДНФ:

$$Q(t) = \bar{S} \vee \big(C(t) \wedge Q(t-1)\big) \vee \Big(\overline{C(t-1)} \wedge Q(t-1)\Big) \vee \big(D(t-1) \wedge C(t-1) \wedge \overline{C(t)}\big).$$

Представление триггеров в виде логических выражений дало возможность наиболее рационально использовать вычислительные ресурсы ПК при решении задачи моделирования триггеров, сохранив, при этом, в моделях их функциональную полноту.

Литература:

1. Зельдин Е.А. Триггеры. – М.: Энергоатомиздат, 1983.

2. Васюкевич В.О. Аналитика триггерных функций. // Автоматика и вычислительная техника. - 2009.

Б.Р. Шаакбарова

ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ КАК ПРОГРЕССИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ташкентский государственный педагогический университет, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Ключевые слова: экспертные системы, знания в экспертных системах, обучающая система, система EURISCO

В статье рассмотрено направление искусственного интеллекта – экспертные системы, проанализированы вопросы использования экспертных систем в обучении, а также обоснованы их основные преимущества.

B.R. Shaakbarova

EXPERT SYSTEMS AS A PROGRESSIVE DIRECTIVE OF INFORMATION TECHNOLOGIES

Tashkent state pedagogical university, Tashkent city, The Republic of Uzbekistan

Keywords: expert systems, knowledge in expert systems, tutorial system, system of EURISCO

In the article expert systems - the direction of artificial intellegence are observed. The questions of using expert systems in learning are analyzed. And also the main advantages of them are based.

Сегодня информатизация как технико-технологическая база становления информационного общества выступает национальным стратегическим ресурсом, определяющим не только общий уровень социального и культурного развития государства, но и его место в глобальном процессе

мирового развития.

В постиндустриальном обществе знания становятся главным ресурсом экономики, поэтому требования к профессиональной подготовке специалистов постоянно растут. Эти требования способны удовлетворить экспертные системы, которые развиваются в направлении понимания процессов человеческого познания.

Экспертные системы (ЭС) − это яркое и быстро прогрессирующее направление в области искусственного интеллекта. По определению специалистов под ЭС понимается набор программ или программное обеспечение, которое выполняет функции эксперта при решении какой-либо задачи в области его компетенции. ЭС, как и эксперт-человек, в процессе своей работы оперирует со знаниями. Знания о предметной области, необходимые для работы ЭС, определенным образом формализованы и представлены в памяти ЭВМ в виде базы знаний, которая может изменяться и дополняться в процессе развития системы.

ЭС выдают советы, проводят анализ, выполняют классификацию, дают консультации и ставят диагноз. Они ориентированы на решение задач, обычно требующих проведения экспертизы человеком-специалистом. В отличие от машинных программ, использующий процедурный анализ, ЭС решают задачи в узкой предметной области (конкретной области экспертизы) на основе дедуктивных рассуждений. Такие системы часто оказываются способными найти решение задач, которые неструктурированны и плохо определены.

Экспертные системы включают в себя следующие подсистемы: база знаний, механизм вывода информации, интеллектуальный интерфейс и подсистема пояснений.

Главное достоинство экспертных систем − возможность накапливать знания, сохранять их длительное время, обновлять и тем самым обеспечивать относительную независимость конкретной организации от наличия в ней квалифицированных специалистов. Основными отличиями ЭС от других программных продуктов являются использование не только данных, но и знаний, а также специального механизма вывода решений и новых знаний на основе имеющихся. Знания в ЭС представляются в такой форме, которая может быть легко обработана на ЭВМ. В ЭС известен алгоритм обработки знаний, а не алгоритм решения задачи. Поэтому применение алгоритма обработки знаний может привести к получению такого результата при решении конкретной задачи, который не был предусмотрен. Более того, алгоритм обработки знаний заранее неизвестен и строится по ходу решения задачи на основании эвристических правил. Решение задачи в ЭС сопровождается понятными пользователю объяснениями, качество получаемых решений обычно не хуже, а иногда и лучше достигаемого специалистами.

Системы, основанные на знаниях, могут входить составной частью в компьютерные системы обучения. Система получает информацию о деятельности некоторого объекта (например, студента) и анализирует его поведение. База знаний изменяется в соответствии с поведением объекта. Примером этого обучения может служить компьютерная игра, сложность которой увеличивается по мере возрастания степени квалификации играющего. Одной из наиболее интересных обучающих ЭС является разработанная Д.Ленатом система EURISCO, которая использует простые эвристики. Эта система была опробована в игре Т.Тревевеллера, имитирующая боевые действия. Суть игры состоит в том, чтобы определить состав флотилии, способной нанести поражение в условиях неизменяемого множества правил. Система EURISCO включила в состав флотилии небольшие, способные провести быструю атаку корабли и одно очень маленькое скоростное судно и постоянно выигрывала в течение трех лет, несмотря на то, что в стремлении воспрепятствовать этому правила игры меняли каждый год.

Большинство ЭС включают знания, по содержанию которых их можно отнести одновременно к нескольким типам. Например, обучающая система может также обладать знаниями, позволяющими выполнять диагностику и планирование. Она определяет способности обучаемого по основным направлениям курса, а затем с учетом полученных данных составляет учебный план. Управляющая система может применяться для целей контроля, диагностики, прогнозирования и планирования.

Системы, основанные на знаниях, имеют определенные преимущества перед человеком-экспертом.

1. У них нет предубеждений.
2. Они не делают поспешных выводов.
3. Эти системы работают систематизировано, рассматривая все детали, часто выбирая наилучшую альтернативу из всех возможных.

4. База знаний может быть очень и очень большой. Будучи введены в машину один раз, знания сохраняются навсегда. Человек же имеет ограниченную базу знаний, и если данные долгое время не используются, то они забываются и навсегда теряются.
5. Системы, основанные на знаниях, устойчивы к “помехам”. Эксперт пользуется побочными знаниями и легко поддается влиянию внешних факторов, которые непосредственно не связаны с решаемой задачей. ЭС, не обремененные знаниями из других областей, по своей природе менее подвержены “шумам”.

Заметим, что со временем системы, основанные на знаниях, могут рассматриваться пользователями как разновидность тиражирования – новый способ сбора и распространения знаний. Эти системы не заменяют специалиста, а являются инструментом в его руках. Кроме того, ЭС позволяет существенно сократить расходы на подготовку квалифицированного персонала.

А.П. Зверев, *П.С. Шевчук

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНКИНГОВОЙ СИСТЕМЫ СТАНДАРТА TETRA ДЛЯ МЧС РОССИИ В ПЕРИОД ЛИКВИДАЦИИ ЧС

Академия Гражданской защиты МЧС России, г. Москва, Россия
*Северо-кавказский филиал Московского технического университета связи и информации, г. Ростов –на- Дону, Россия

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, транкинговая радиосеть, стандарт TETRA, стандарта GSM, сети сотовой связи.

В статье описана проблема обеспечения связи в период ликвидации любой чрезвычайной ситуации на основе использования транкинговой системы стандарта TETRA.

A.P. Zverev, *P.S. Shevchuk

PROSPECTS OF USE OF THE TRUNKING SYSTEM STANDARD TETRA FOR EMERCOM OF RUSSIA IN THE PERIOD OF ELIMINATION OF EMERGENCY SITUATIONS

Academy of Civil protection of the emergency Ministry of Russia, Moscow, Russia
*North Caucasus branch of the Moscow technical University of communication and information, Rostov-on - don, Russia

Keywords: emergency situation, trunked radio standard TETRA, GSM-standard cellular communication network.

The article describes the challenge of connectivity during the elimination of any emergency-a situation on the basis of use of the trunking system standard TETRA.

С развитием цивилизации, применением все новых технологий, поведением различных исследований, постоянно возникает угроза возникновения чрезвычайных ситуаций. Согласно статистики России, в опасных зонах проживает 30% населения, а в чрезвычайно опасных – 10 %. В условиях низкой технологической дисциплины, хронической нехватки финансовых и материальных ресурсов для поддержания основных фондов в рабочем состоянии и проведении превентивных мероприятий возрастает вероятность массовых аварий, техногенных катастроф и других чрезвычайных ситуаций.

Анализ катастроф произошедших в 2012 году показывает, что техногенных чрезвычайных ситуаций произошло 228, в которых пострадало 24075 человек, из которых погибло 600 человек. Ударам природной стихии в этом же году подверглось большое количество регионов (148), в результате природных воздействий пострадало 70366 человек, из которых погибло 185.

В меньшей степени произошло биолого – социальных чрезвычайных ситуаций, всего 57, в которых также пострадало 77 человек, из которых погиб один человек.

В интервью программе «Интерфакс» Министр по ЧС Пучков В.А. 24 декабря 2013 года констатировал, что - число погибших при чрезвычайных ситуациях в России в 2013 году по сравнению с прошлым годом уменьшилось почти наполовину. «При чрезвычайных ситуациях в 2013 году погибли 565 человек - это на 40% меньше, чем в 2012. При этом всего в чрезвычайных ситуациях, пожарах, авариях и катастрофах было спасено 263 тыс. человек», - сказал министр.

Вместе с тем министр подчеркнул, что количество чрезвычайных ситуаций в России в 2013 году по сравнению с 2012 годом сократилось на 23%. [5].

При этом к спасению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, происшествий и других аварий под руководством МЧС России привлекалось значительное количество человек и единиц техники.

Вопрос спасения людей, находящихся в зоне стихийного бедствия является одним из самых важным. Успешное решение этого вопроса во многом зависит от возможности предоставления большему числу пострадавших связи, для общения со службами спасения. На первый взгляд покажется, что такую связь может предоставить сотовая связь передачи информации, ведь мобильные станции (телефоны) имеются практически у каждого или средства проводной связи, находящиеся у достаточного количества населения. Однако следует заметить следующее: смогут ли базовые станции и центры коммутации мобильной связи выдержать эту нагрузку, даже если они продолжают функционировать при чрезвычайных ситуациях? Как правило, рассмотрение чрезвычайной ситуации как то наводнение, пожар и др. явно свидетельствует о том, что и проводная и радиосвязь в зоне ЧС не функционирует.

Анализ чрезвычайных ситуаций, таких как землетрясение в Чили, террористические акты в Москве, наводнение в Крымске и Дальнем Востоке показывают, что из-за резко возросшей нагрузки средства сотовой связи в конечном итоге отключаются, а каналы проводной связи из – за затопления кабельных колодцев, также выходят из строя. [4].

Следовательно, необходимо иметь какой – то резерв сил и средств, для обеспечения связью не только подразделений МЧС, производящие аварийно - спасательные и другие виды работ в зоне ЧС, но и людей также в силу обстоятельств, оказавшихся в этой зоне.

В данном случае определенный интерес представляет использование транкинговой сети связи для всех служб спасения. На данный момент согласно [1, 2] транкинговой радиосетью охвачена почти вся территория России, причем в 59 регионах транкинговые сети работают с выходом на телефонные сети общего пользования.

Рассмотрим основные режимы работы транкинговой сети стандарта TETRA:

- режим транкинговой связи;
- режим с открытым каналом связи;
- режим непосредственной связи.

Проанализируем каждый из этих режимов. В режиме транкинговой связи обслуживаемая территория перекрывается зонами действия базовых приемопередающих станций. Стандарт TETRA позволяет строить как системы с выделенным частотным каналом управления, так и с распределенным. В первом случае абонентам предоставляют несколько частотных каналов связи, один из которых, как правило, канал управления. Этот канал используется для обмена служебной информацией. В сетях с распределенным каналом управления служебная информация передается либо в специально выделенном временном канале (одном из 4-х каналов, организуемых на одной частоте), либо в контрольном кадре мультикадра (одном из 18) .

В режиме с открытым каналом группа пользователей имеет возможность установить соединение «один пункт – несколько пунктов», без какой – либо установочной процедуры. Любой абонент, присоединившись к группе, может в любой момент использовать этот канал.

В режиме непосредственной (прямой) связи между терминалами используются двух – и многоточечные соединения по радиоканалам, несвязанные с каналом управления радиосетью, без передачи сигналов через базовые приемопередающие станции [2, 4].

В данный момент сетевые процедуры TETRA имеют: регистрацию мобильных абонентов и роуминг, аутентификацию абонентов, управление потоком данных. Кроме того, в стандарт введены такие услуги как: приоритетный доступ (в случае загруженности сети доступные ресурсы присваиваются в соответствии со схемой приоритетов), приоритетный вызов (присвоение вызовов в соответствии со схемой приоритетов), дистанционное прослушивание абонентов для прослушивания обстановки у абонента, динамическая перегруппировка (создание, удаление групп пользователей).

Технология TETRA определяется как система с уплотнением каналов доступа с временным разделением с четырьмя независимыми каналами передачи на каждой несущей частоте. Расстояние между несущими составляет 25 кГц. Это позволяет вдвое использование частот по сравнению с аналогичными транкинговыми радиосетями, работающими с разносом частот 12,5 кГц. По сравнению с сетями стандарта GSM, в которых предлагается 8 каналов с разносом частот 200 кГц, системы технологии TETRA вчетверо повышают эффективность использования частотного диапазона и обеспечивают эффективность эксплуатации сетей связи с наибольшим радиусом зоны обслуживания и интенсивным трафиком.

Другое отличие заключается в схеме организации связи. В сотовых системах связи и системах беспроводного доступа осуществляются индивидуальные вызовы между абонентами. Средняя продолжительность разговора может достигать несколько минут, в тоже время транкинговые сети обеспечивают передачу коротких вызовов (менее 1 минуты).

Таким образом, по сравнению с сетями сотовой связи транкинговые системы TETRA гораздо более эффективны при создании однозоновых сетей связи или сетей с локальным покрытием территории.

Преимущества TETRA объясняются наличием в этом стандарте целого ряда функциональных возможностей и режимов (возможность функционирования в режиме конвенциональной связи вне зоны действия базовой станции, режим «двойного наблюдения», при котором обеспечивается прием сообщений от абонентов, работающих в режиме транкинговой связи и от абонентов, работающих в режиме конвенциональной связи, режим работы мобильной радиостанции в качестве ретранслятора для расширения зоны радиопокрытия (портативных радиостанций), которые не реализуются в сетях сотовой связи. При этом время установления связи не превышает 300 мс, что довольно существенно (для сравнения в системах GSM связь устанавливается в течении нескольких секунд).

Следовательно, использование транкинговых сетей связи в период ликвидации любой чрезвычайной ситуации позволит обеспечить связью:

- во – первых все группы спасателей работающих в зоне катастрофы,
- во – вторых, позволит обеспечить им согласование всех совместных работ, по устранению чрезвычайной ситуации,
- в – третьих, из – за возможности подключения, как к проводной сети общего пользования, так и к сети сотовой связи резко сократить нагрузку на последнюю в связи с выходом из строя некоторых базовых станций стандарта GSM.

Литература:

1. Громаков Ю.А. Стандарты и системы подвижной связи. М,: Эко –Трендз. 2000.- 239С.
2. Мухин А.М., Чайников Л.С. Энциклопедия мобильной связи: Т1: Системы связи подвижной службы общего пользования – СПб.: Наука и техника 2001.- 236 С.
3. www\mchs. Gov. ru\upload\iblock\509\30162. Статистика чрезвычайных ситуаций: по данным МЧС России за 2011 - 2012 годы.
4. Веселовский Кшиштоф. Системы подвижной радиосвязи/пер. с польского И.Д. Рудинского под ред. А.И. Ледовского - М.: Горячая линия Телеком, 2006.
5. Интервью Министра по ЧС агентству Интерфакс 23 декабря 2013 года. http://www.interfax.ru/txt.asp?id=348676

И.И. Шестаков

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЕ WDM ПОТОКОВ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ОПТОВОЛОКНА В ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЯХ

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики» Уральский технический институт связи и информатики (филиал), г. Екатеринбург, Россия

Ключевые слова: Оптическое волокно, пространственное мультиплексирование, волновое спектральное мультиплексирование, орбитальный угловой момент.

Рассмотрены новые методы модуляции в системах со спектральным волновым мультиплексированием. К перспективному методу модуляции можно отнести - мультиплексирование по орбитальному угловому моменту (OAM). Данный способ позволит повысить пропускную способность системы DWDM в двадцать раз.

I.I. Shestakov

SPATIAL MULTIPLEXING WDM STREAMS AS A WAY TO INCREASE THE CAPACITY OF THE FIBER TRANSPORT NETWORKS

Federal State Budget Institution of Higher Professional Education "Siberian State University of Telecommunications and Informatics" Ural Technical Institute of Communications and Informatics (Branch), Ekaterinburg, Russia

Keywords: The optical fiber, the spatial multiplexing wave spectral multiplexing orbital angular momentum.

The new methods of modulation systems with spectral wavelength-division multiplexing. By promising modulation method can be attributed - multiplexing the orbital angular momentum (OAM). This method will increase the system capacity DWDM twenty times.

Современный уровень использования оптического волокна (ОВ) ограничен в традиционных областях (временной и частотной) и стремится к пределу пропускной способности, обусловленному нелинейными эффектами. Однако объём трафика ежегодно возрастает из-за увеличивающихся потоков данных и качества предоставляемых услуг электросвязи.

Основной направляющей средой на транспортных и городских сетях является оптоволокно. На сегодня основной технологией передачи информации со скоростью единицы ТБит/с по оптоволокну является WDM – технология (волновое спектральное мультиплексирование). Повышение пропускной способности до десятков, а то и сотен ТБит/с на базе данной технологии ограничивается техническими возможностями оборудования WDM и нелинейными явлениями проявляемых в оптоволокне. Однако, с точки зрения развития техники связи, можно предположить, что в недалеком будущем появятся системы WDM, позволяющие мультиплексировать в оптоволокно трафик (один оптический канал) со скорость сотни ТБит/с, но нельзя с такой же уверенностью говорить, что данный трафик будет передан по оптоволокну и принят с допустимым коэффициентом ошибок. В силу этого, можно предположить два пути решения. Первый – который с точки зрения инвестиций является экономически невыгодным – это разработка новых типов оптических волокон. Второй – использовать новый способ мультиплексирования оптических несущих в оптоволокно, а именно применить пространственное разделение оптических каналов (spatial division multiplexing – SDM) в оптоволокне применяемых в системах WDM [1].

Технология SDM в оптическом волокне может быть реализована с помощью волокон с несколькими сердцевинами или с помощью модового мультиплексирования (mode division multiplexing – MDM) в ОВ при маломодовом режиме передачи. Волокна с несколькими сердцевинами предполагают сложное изготовление по сравнению с волокнами с осевой симметрией (рисунок 1) [2], поэтому системы MDM представляются экономически более эффективными. Однако при реализации телекоммуникационных систем на основе MDM возникают две основные проблемы:

а) возбуждение определённой суперпозиции мод с заданным распределением энергии и фазы в передатчике и выделение отдельных мод в приёмнике.

б) преодоление эффекта смешения мод.

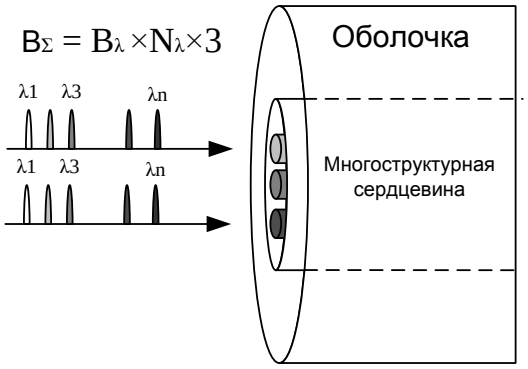


Рисунок 1. Пространственное мультиплексирование WDM потоков в многосердечном оптоволокне

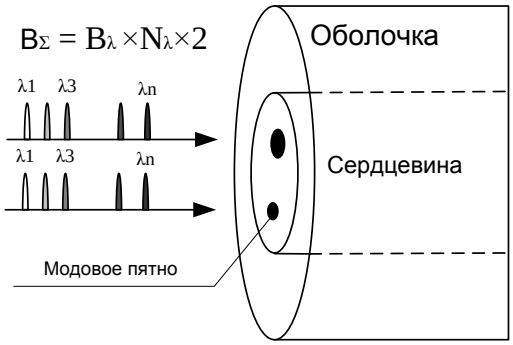


Рисунок 2. Модовое мультиплексирование WDM полтока

В целях предотвращения смешения мод в настоящее время разрабатываются (усовершенствуются) и экспериментальным путем представлены два пути:

а) мультиплексирование по орбитальному угловому моменту (OAM) - распространение в сердцевине оптоволокна вихревого пучка света (электромагнитной волны) (рисунок 3);

б) мультиплексирование по технологии MIMO.

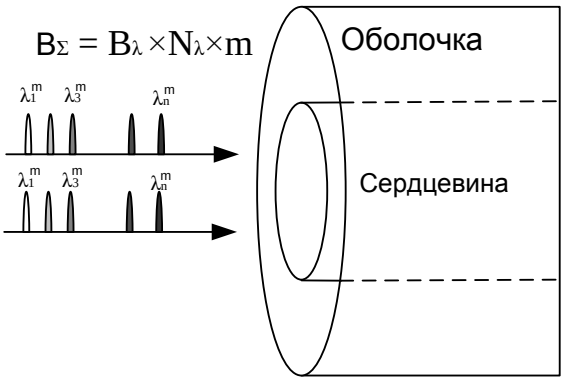


Рисунок 3. Мультиплексирование по орбитальному угловому моменту (OAM)

Мультиплексирование по OAM предполагает использование специального волокна со сложным профилем показателя преломления для достижения достаточной дальности передачи без существенного взаимного влияния между модами. В системах с MIMO, наоборот, проблема смешения мод (из-за неидеальной конструкции сердцевины волокна, наличие изгибов и чувствительность к вибрации) решается только средствами цифровой обработки сигнала. Данный подход позволяет использовать потенциально любое волокно, в котором обеспечен маломодовый режим [1].

Перспективный метод ОАМ позволяет передавать до двадцати каналов на одной длине волны, что позволит увеличить пропускную способность в двадцать раз. Ограничение по количеству пространственных каналов, обусловлено возможностью детектирования фотоприемникам моменты (m) вихревого пуска света. В теории, количество моментов (m) вихревого пучка света неограниченно, а следовательно, граничное значение пропускной способность оптоволокна указать нельзя из-за ограничения технических возможностей приемо-передающих оптических модулей.

Литература:

1. Любопытов В.С., Тлявлин А.З., Султанов А.Х., Багманов В.Х., Хонина С.Н., Карпеев С.В., Казанский Н.Л. Математическая модель полностью оптической системы детектирования параметров распространения мод в оптическом волокне при маломодовом режиме для адаптивной компенсации смешения мод. Компьютерная оптика, 2013, том 37, №3, стр.352 – 359.

2. Егоров О.Н., Семенов С.Л., Дианов Е.М, Павлова Е.Г., Наний О.Е., Трещиков В.Н. Новиков А.Г. Использование многосердцевинных световодов для пространственного уплотнения каналов в петабитных и субпетабитных линиях связи. Научно-технический журнал «ФОТОН-ЭКСПРЕСС», октябрь 2013, стр. 98 – 99.

3. Essiambre, R. Capacity limits of optical fiber networks / R. Essiambre, G. Kramer, P.J. Winzer, G.J. Foschini and B. Goebel // J. Lightw. Technol. – 2010. – Vol. 28, Issue 4. – P. 662-701.

Н.А. Шрамко

АНАЛИЗ НЕДОСТАТКОВ КОМПЛЕКСОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г.Донецк, Украина

Ключевые слова: инфокоммуникационная сеть, беспроводное соединение, сеть специального назначения, комплексная безопасность.

В статье рассмотрены вопросы обеспечения инфокоммуникационных сетей специального назначения комплексами беспроводной связи. Выявленные недостатки позволяют сформулировать общие требования для комплексной безопасности сетей специального назначения. Передача информации по беспроводным каналам связи в инфокоммуникационных сетях специального назначения позволяет быстро и качественно отслеживать координаты местоположения мобильных объектов, осуществлять передачу голосовых команд управления.

N.A. Shramko

ANALYSIS OF THE SHORTCOMINGS EXISTING COMPLEX DATA USING A WIRELESS NETWORK CONNECTION IN INFOCOMMUNICATION SPECIAL PURPOSE

Donetsk National Technical University, Donetsk, Ukraine

Keywords: infocommunication network, wireless connections, network special purpose, integrated security.

The article considers the issues of providing infocommunication networks special purpose by complexes wireless communications. Identified deficiencies allow to formulate general requirements for integrated networks security special purpose. The transmission of information over wireless communication channels in infocommunication special purpose networks allows you to quickly and quality track the location coordinates of mobile objects, transmit voice commands.

Необходимость эффективного функционирования предприятий горнодобывающей отрасли и обеспечение надлежащего уровня безопасности труда на них приводят к необходимости использования надежных инфокоммуникационных систем в том числе и в подземной части. На

данном этапе развития современных технологий, наибольший интерес вызывают системы на основе беспроводной связи. Такие системы должны обеспечивать передачу речевого трафика и информации, циркулирующей в автоматизированных системах дистанционного управления (АСДУ), а также координаты местоположения мобильных объектов.

В настоящее время в Украине широко применяются устройства, которые частично позволяют контролировать состояние среды и оборудования. Но все они не обеспечивают в полном объеме контроль, как состояния безопасности, так и непрерывный контроль параметров работы горно-шахтного оборудования, что не позволяет решать задачу повышения уровня безопасности комплексно и в полном объеме для всего технологического цикла шахты.

Рассмотрим некоторые инфокоммуникационные комплексы подземной связи, использующие беспроводные соединения.

Одним из наиболее популярных комплексов в странах СНГ является «Талнах». Это аппаратно-программный комплекс на основе излучающего кабеля, который предназначен для построения систем радиосвязи, наблюдения (технического позиционирования персонала), передачи сообщений об аварии, а также систем автоматизации различного назначения в подземной части шахт и рудников (в том числе опасных по пыли и газу).

Внедрение комплекса «Талнах» на шахтах и рудниках предприятий горнодобывающего сектора позволяет осуществить:

- оптимизацию процесса управления добычей полезных ископаемых благодаря наличию подвижной радио- и радиотелефонной связи;
- оперативную координацию действий горного персонала;
- автоматизацию табельного учета персонала на предприятии;
- дистанционный контроль за перемещением персонала в подземных выработках;
- управление перемещением транспорта благодаря использованию подвижной радиосвязи между горным диспетчером и машинистами электро- и дизелевозов и водителями самоходной техники;
- оперативный контроль за местоположением транспортных средств в шахтных выработках в реальном масштаб времени;
- организацию односторонних каналов передачи данных в направлении к базовой станции с суммарной скоростью передачи данных до 32 Мбит/с;
- двухстороннюю передачу данных со скоростью 1024 Мбит/с.

Недостатком комплекса «Талнах» является отсутствие независимого контроля за горнорабочими и мониторинга состояния окружающей шахтной среды, системы выработки команд тревоги и предупреждения горнорабочих, а также возможности поиска местоположения горнорабочих по индивидуальным сигналам в случае возникновения аварийной ситуации.

Также недостатком комплекса является то, что нужно использовать специализированный коаксиальный кабель и, соответственно, очень высокая стоимость оборудования, а также сложность в обслуживании кабельной линии связи, использование специализированных соединительных и переходных муфт, высокие профессиональные требования к персоналу, который обслуживает комплекс.

Наиболее популярной системой в Украине является инфокоммуникационная система УТАС. Такая система предназначена для обеспечения комплексной безопасности шахт посредством непрерывного контроля параметров машин, технологических комплексов и рудничной атмосферы горных выработок шахт и автоматизированного управления горными машинами и технологическими комплексами на основе использования постоянно обрабатываемых и накапливаемых данных о состоянии ГШО и атмосферы выработок, передаваемых на диспетчерский пункт шахты по телекоммуникационной связи.

Система производит:

- сбор и хранение данных о состоянии ГШО, рудничной атмосферы в выработках шахт, а также информации о предаварийных и аварийных ситуациях;
- обработку полученной информации и выдачу команд сигнализации;
- передачу данных диспетчеру на поверхность;
- передачу команд управления от диспетчера к подземным объектам.

Хотя система УТАС работает достаточно эффективно, она имеет определенные недостатки, а именно: несовершенные линии питания и связи, системы усиления сигнала на удаленных участках

шахты и резервных серверов; отсутствие функции контроля содержания угольной пыли и радона в шахтной атмосфере; отсутствие функции контроля за состоянием металлического арочного крепления с спецпрофиля; отсутствие служебной документации для обслуживающего персонала шахт и инспекторов горного надзора.

Система УТАС требует дальнейшего совершенствования путем повышения надежности комплектующих датчиков, внедрения более совершенных линий связи, резервных серверов, разработки служебной документации.

Система связи ГРАНЧ, объединяющая все устройства, входящие в состав автоматизированной системы оперативно-диспетчерского управления (АСОДУ), представляет собой локальную информационно-вычислительную сеть, использующую Internet - протокол (IP) на всех своих уровнях.

Сегодня существует беспроводное расширение этой подземной локальной сети - Wireless-LAN ("WLAN"). Система основана на технологии WiFi (IEEE 802.11), как наиболее популярной и стремительно развивающейся технологии беспроводной связи.

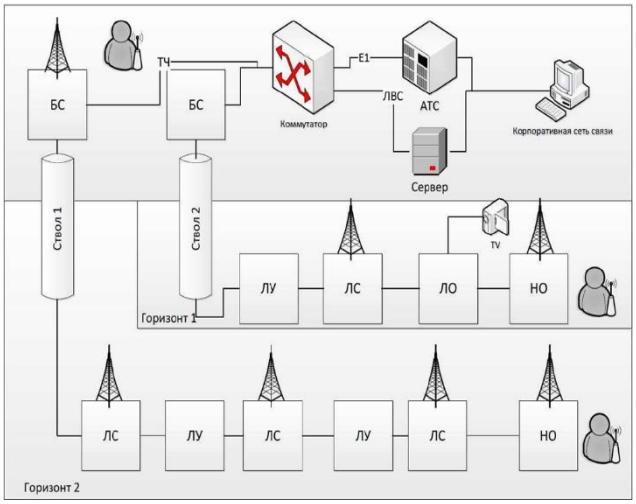


Рисунок 1. Структурная схема комплекса «Талнах»

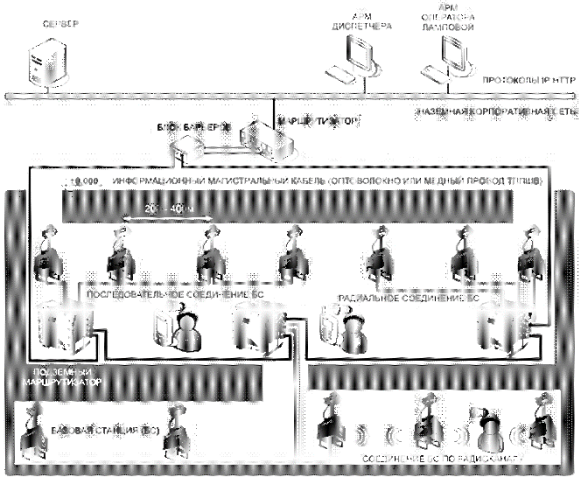


Рисунок 2. Структурная схема системы ГРАНЧ

Основными функциями системы ГРАНЧ являются:

- непрерывное наблюдение за точным местоположением людей и механизмов;
- оповещение людей под землей;
- поиск и спасение людей под землей,
- связь рабочих с диспетчером;
- контроль газовой обстановкой в зоне работы людей;
- контроль и ограничение доступа на объект.

При этом для управления и оповещения людей применяется набор голосовых команд и система обратной связи, что гарантирует их прием, правильность восприятия и интерпретации.

Инфокоммуникационные системы на основе WiFi технологии способны обеспечить шахтную радиосвязь для оперативно-диспетчерского управления производственными процессами, промышленного телевидения, персонального радиовызова и многих других функций. Они могут также осуществлять аварийное оповещение и выполняют другие функции в соответствии с п. 41 ПБ 05-618-03. Однако, наличие оборудования и соединительных кабелей в подземных выработках, наиболее уязвимых при аварийных ситуациях, не позволяет говорить о гарантированном обеспечения ими аварийным оповещением всего персонала шахты.

«САТ» предназначена для использования на предприятиях горно-добывающей отрасли, на шахтах, опасных по внезапным выбросам, а также в условиях горных выработок шахт и рудников.

Система осуществляет мониторинг местоположения персонала, подвижного оборудования, грузов и материалов, оповещение персонала об аварии, посредством мигания лампы шахтного головного светильника, поиск персонала в случае аварии, контроль работы горно-шахтного оборудования (ГШО).

К основным преимуществам системы можно отнести отображение местоположения персонала, объектов, состояния ГШО на пульте горного диспетчера в режиме реального времени; возможность подключения системы к волоконно-оптическому или радиоизлучающему кабелю; защиту информации от несанкционированного доступа.

Однако, для подключения к АТС старого образца используются специальные переходные блоки, что усложняет конструкцию комплекса и сказывается на его надежности.

Также к недостаткам можно отнести использование в качестве пульта горного диспетчера (ПГД) монитора с функцией «тач-скрин» (чувствительность к прикосновению), что тоже сильно снижает надежность системы (отказ компьютера диспетчера, так называемого автоматического рабочего места - АРМ) приведет к отказу пульта и сбою в работе службы горного диспетчера.

Невозможность заряда аккумуляторов телефонных аппаратов без выдачи на поверхность шахты, а также наличие движущихся частей, снижающих герметичность корпуса, влияние полярности линии на работоспособность телефонного аппарата, использование в конструкции комплекса готовых решений от различных зарубежных производителей, отсутствие универсальности абонентских блоков, сложность в наладке и текущей эксплуатации комплекса также являются недостатками.

В данной статье рассмотрены существующие комплексы связи для инфокоммуникационных сетей специального назначения. Каждая из этих систем имеет свои особенности. Особенностью комплекса Гранч является повышенная надежность по сравнению со своими конкурентами. Особенностью комплекса «Талнах» является способ реализации беспроводной связи в выработках, данный метод использует технологию излучающего кабеля. Что является и плюсом, и минусом системы. Система УТАС является самой распространенной системой в Украине. В связи с этим был сделан вывод о том, что проще модернизировать существующие системы, чем осуществлять полный демонтаж существующих и установку новых систем.

Литература:

1. Молоковський І.О. Аналіз систем промислового зв’язку / І.О. Молоковський // Наукові праці інституту проблем модулювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова «Моделювання та інфор-маційні технології». – Київ, 2009 р. - Випуск 52. – С.157-160.

2. Молоковський І.О. Дослідження можливості передачі інформації за допомогою бездротових технологій у технологічних мережах промислових підприємств / І.О. Молоковський// Сборник научных трудов Донецкого национального технического универ-ситета, серия: «Вычислительная техника и автоматизация». Донецк: ДонНТУ, 2010 р. – Выпуск 19 (171). – С. 77-82.

3. Молоковський І.О. Бездротові технології у технологічних мережах промислових підприємств / І.О. Молоковський, В.В. Турупалов // Матеріали VI Міжнародного науково-технічного симпозіуму «Нові технології в телекомунікаціях» ДУІКТ-Карпати, - Вишків, 2011 р. - С. 54-56.

4. Молоковський І.О. Використання радіозв’язку у складних умовах розповсюдження / І.О. Молоковський, В.В. Турупалов // Науково-методична конференція "Сучасні проблеми телекомунікацій і підготовка фахівців в галузі телекомунікацій-2011". - Львів, 27-30 жовтня, 2011 р. - С.21-23.

5. Молоковський І.О. Аналіз технологій бездротового зв’язку у технологічних мережах промислових підприємств / І.О. Молоковський, В.В. Турупалов, Л.О. Шебанова // Наукові праці Донецького інституту залізничного транспорту Української державної академії залізничного транспорту. – Донецьк, 2011. – Випуск 28. – С. 88-93.

6. Турупалов В.В. Надежность промышленных телекоммуникационных сетей / В.В. Турупалов // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. - 2012. - №2(22). - С.47-51.

7. Турупалов В.В. Основные требования к промышленным телекоммуникационным системам крупних технологических предприятий / В.В. Турупалов // Науковий вісник Чернівецького університету «Комп’ютерні системи та компоненти. Збірник наукових праць. Том 3. Випуск 1 – Чернівці, 2012. – С. 87-90.

8. М.А. Семенов Организация современной подземной связи на шахтах и рудниках // Онлайн Электрик: Электроэнергетика. Новые технологии, 2012.–URL: http://www.online-electric.ru/articles.php?id=20 (Дата обращения: 28.02.2014).

А.В. Шурпа

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИК-УСЛУГ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

Приднестровский Государственный университет имени Т. Г. Шевченко, г. Тирасполь, Приднестровье

Ключевые слова: социальные услуги, ИК-услуги, адресность, доступность, добровольность, люди с ограниченными возможностями, востребованность.

Формирование ИК-услуг для людей с ограниченными возможностями — это новая ступень развития информационных технологий XXI, предоставляющая возможность социального развития и интеграции инвалидов в окружающую среду, облегчающая передвижение, бытовые заботы, и т.п., позволяющая чувствовать себя полноценным человеком. Одной из основных проблем, проявляющихся после запуска институализированных ИК-услуг, является их востребованность. В статье проведен анализ востребованности этих услуг для одной из социально-демографических групп республики - людей с ограниченными возможностями.

A.V. Shurpa

USING IR SERVICES FOR PEOPLE WITH DISABILITIES

Pridnestrovian State University, Tiraspol

Keywords: social services, IR services, targeting, affordability, voluntary, people with disabilities, the demand.

Formation of IC -services for people with disabilities, this is a new stage in the development of information technology XXI, providing the opportunity for social development and integration of the disabled into the environment, which facilitates the movement, household care, etc., allowing the person to feel full. One of the main problems manifested after starting institutionalized IC- services is their demand. The article analyzes the demand for these services to one of the demographic groups in the republic - people with disabilities.

Система социальных услуг представляет собой социальный институт, который должен удовлетворять важнейшие потребности общественного развития, повышать качество жизни населения, улучшать социальное самочувствие. От того, насколько социальные услуги будут защищать население от нестабильного социально-экономического положения, во многом зависит и состояние социальной стабильности в обществе. Сектор ИКТ позволяет добиться большей социальной устойчивости, повышая эффективность предоставления обществу услуг в разнообразных сферах. Основными принципами предоставления услуг являются:

- адресность, т. е. предоставление персонализированной помощи конкретному лицу;
- доступность, предполагающая обеспечение возможности бесплатного и частично платного получения социальных услуг;
- добровольность — добровольное обращение гражданина, его законного представителя, органа государственной власти, органа местного самоуправления или общественного объединения [1];

Приднестровская Молдавская Республика – государство, занимающее небольшую территорию на юго-востоке Европы, общей площадью в 4163 км², граничит с двумя государствами – Украиной и Молдовой. Наш регион отличается высоким уровнем урбанизации – в городских поселениях сосредоточено 69% населения. На 1 января 2014 в республике проживают 505,2 тысяч человек. Национальный состав – пестрый. В целом, на территории Приднестровья насчитывается 35 национальностей большую часть составляют молдаване— 31,9 % жителей республики, 30,3 % населения составляют русские, 28,8 % — украинцы. На территории Приднестровской Молдавской Республики с многонациональным населением нормой языкового существования является двуязычие и многоязычие. Статус официального языка на равных началах придается молдавскому, русскому и украинскому языкам при равноправном режиме всех иных

языков. Инвалидов по зрению в республике проживает более 1,6 тысяч. К категории людей с ограниченными возможностями можно отнести и пожилых людей, численность которых постоянно возрастает и в настоящее время составляет 140,208 тыс. человек или более 27% от всего населения ПМР [2].

Данная категория людей, ежедневно испытывает сложности при передвижении на улицах, в походах в магазины, в медицинских учреждениях, в домашних заботах, не говоря уже о трудоустройстве. Огромную проблему, представляет, передвижение без сопроводителя. В Тирасполе большая часть этой группы людей сконцентрирована в так называемом «районе слепых». Район оборудован специальными устройствами, такими как, светофоры со звуковым сигналом, упрощающими передвижение слепых, но общая картина выглядит удручающе.

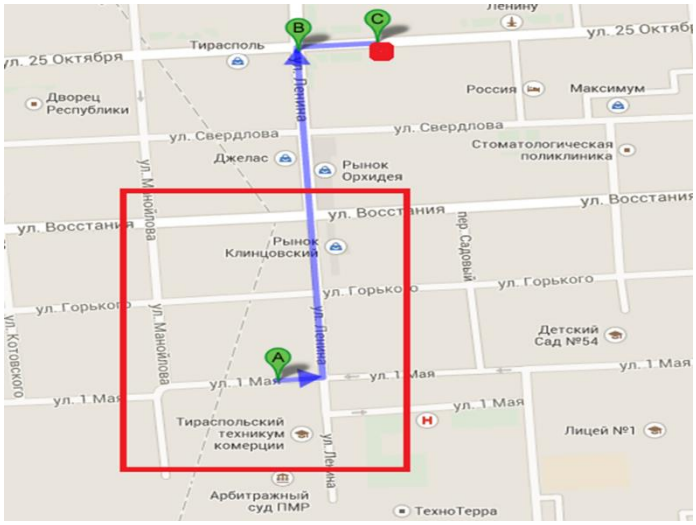


Рисунок 1.

Для перемещения по городу используется общественный транспорт. В Тирасполе 8 троллейбусных маршрутов и 22 – маршрутных такси. Минимальная протяжённость маршрута составляет 6 км, максимальная – 17км. Количество остановок в среднем 15-20. Добраться без сопровождения от спального района (района слепых) до остановки, через которую проходят основные маршруты, составляют большую трудность, расстояние составляет 700 м и в лучшем случае займет 15 - 20 мин. Но остановки не оборудованы соответствующим образом, поэтому этим людям сложно не только найти саму остановку, но и узнать расписание движения транспортного средства. Обозначить остановки можно было бы с помощью специальных датчиков. Так же необходима в каждом общественном транспорте и система оповещения. Но нужно учитывать и местные особенности, троллейбусный парк - это 100 машин, и только 30, 7 % от общего числа - пассажиры с платным проездом (школьники, студенты и др. 50% скидка, пенсионеры бесплатно) [2].

Снижение возможностей лечебно-профилактических учреждений системы здравоохранения, обесценивание денежных накоплений людей, дороговизна лекарственных препаратов ставят таких людей в трудную жизненную ситуацию. В медицинских учреждениях, кабинеты, зачастую, расположены на нескольких этажах. Распознать номер кабинета и специализацию врача самостоятельно для людей с ограниченными возможностями, в большинстве случаев, не представляется возможным. Для решения сложившейся проблемы, следует внедрить систему распознавания специализации врача, распознавание этажа.

Следует отметить также, обслуживание социально уязвимого слоя населения на дому. Надомная форма социального обслуживания наиболее эффективна по соотношению «ресурсы – результаты». Здесь возможно использование систем тревожной сигнализации, которые уменьшают вероятность наступления не только неприятного события (например, кража или пожара), но и риски получения травм или невнимательного отношения окружающих. Обеспечение одиноких и одиноко проживающих людей «Тревожной кнопкой» для круглосуточной связи в случае возникновения проблем (плохого самочувствия, страха, депрессии и т. д.), дает человеку чувство безопасности в

собственном жилье, на прогулке, при посещении родственников, а также способствует доступности медицинских и социальных услуг. С помощью тревожной кнопки можно передавать информацию о состоянии здоровья человека (давление, пульс) и его передвижении по квартире.

Чувство беспомощности эти люди испытывают и при посещении магазинов. В городе работает несколько продуктовых рынков, расположенных в разных районах города, сеть супермаркетов «Шериф» (8 шт.), некоторое количество торговых центров и большое количество неравномерно расположенных малых и средних магазинов. Доля негосударственного сектора торговли розничного товарооборота составляет 98,4%, продовольственных товаров – 42,1%, непродовольственных – 57,9% [2].

Решению данной проблемы может помочь внедрение в магазинах специальных устройств – информаторов, позволяющих людям получать информацию о специализации магазина (продукты, хим.товары и т.п.) и/или продукте путем голосового сопровождения. Говоря о востребованности услуги, не стоит забывать и о экономической целесообразности. Возможно в данном конкретном случае эффективнее было бы организовать доставку «товаров каждого дня» по предварительному заказу.

ПМР можно отнести к странам с высоким ИТ-потенциалом. Многонациональность, малая территория, наличие трех государственных языков дает определенные преимущества при внедрению ИТ услуг. Методов реализации проекта много, и очень важно выбрать наиболее эффективный и менее затратный, так как можно потратить большую сумму денег и не добиться высокого результата.

Выражаем глубокую благодарность доктору технических наук, профессору Вильяму Карповичу Сарьяну за помощь в выборе темы исследования и подготовке данной статьи.

Литература:

1. Малофеев И. В. Социальные услуги в системе социального обслуживания населения. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^0», 2012. — 176 с.

2. Социально-экономическое развитие ПМР за 2013 год (предварительные данные) [Электронный ресурс]. URL: http://www.mepmr.org/gosudarstvennaya-statistika/informacziya/62-o-soczialno-ekonomicheskom-polozhenii-pmr/1997-soczialno-ekonomicheskoe-razvitie-pmr-za-2013-god-predvaritelnye-dannye (дата обращения 01.02.2014г.)

И.В. Щербань, * Р.В. Быкадоров

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АНАЛИЗА СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДАТЧИКОВ MEMS

Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, г.Ростов-на-Дону, Россия
*Южный федеральный университет, г.Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: микроэлектромеханические (MEMS) датчики, измерение, аппаратные средства National Instruments, статистические характеристики датчиков.

С использованием аппаратных средств National Instruments реализован программно аппаратный комплекс для измерения и статистического анализа характеристик датчиков MEMS. Проведены исследования трехосевого акселерометра LSM303DLH и трехосевого гироскопа L3G4200D.

I.V. Shcherban, * R.V. Bykadorov

THE HARDWARE AND SOFTWARE SET FOR THE ANALYSIS OF THE STATISTICAL CHARACTERISTICS OF MEMS MOTION SENSORS

The North Caucasian Branch of the Moscow Technical University of Communications and Informatics, Rostov-on-Don, Russia
*Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Keywords: microelectromechanical systems (MEMS), motion sensors, analysis, the National Instruments hardware and software sets, the statistical characteristics of MEMS motion sensors.

The hardware and software set for the analysis of the statistical characteristics of MEMS motion sensors has been realized by using National Instruments devices. There were researches of the triaxial accelerometer and a triaxial gyroscope LSM303DLH L3G4200D.

Микроэлектромеханические (MEMS) датчики имеют малые массогабаритные характеристики, низкое энергопотребление и стоимость, обладают высокой устойчивостью к перегрузкам и ударам. Основным их недостатком является сравнительно низкая точность. Этот факт в первую очередь обусловлен принципиальным отсутствием на сегодняшний день адекватных и возможных для использования в течение длительных временных интервалов применения по назначению математических моделей погрешностей подобных датчиков. Поэтому представляет интерес разработанный с использованием средств National Instruments (NI) программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий проведение периодических калибровок микроэлектромеханических датчиков (рисунок 1). Известно, что программные и аппаратные средства NI позволяют достаточно просто создавать высокоэффективные и гибкие приложения тестирования, измерения и управления для технических объектов.

Наиболее востребованное применение в MEMS-индустрии имеют микромеханические гироскопы и акселерометры. Основными их техническими характеристиками являются динамический диапазон, чувствительность, частотный отклик, характеристики шумовых составляющих. При калибровках микросхемы с достаточной степенью точности фиксируются на наклонно-поворотном столе (см. рисунок), что позволят соответствующим образом ориентировать оси акселерометров относительно земной оси и, следовательно, определять их систематические погрешности [1]. Также реализована возможность расчета коэффициентов влияния температуры и напряжения питания на основную систематическую погрешность, особенно характерных для подобных датчиков.

Рисунок 1. Программно-аппаратный комплекс для калибровки MEMS-датчиков

Известно, что точность измерений ограничена не только систематической погрешностью, но и спектральным составом шума измерений. Например, в измерениях MEMS-датчиков присутствует фликкер-шум, окрашивающий шумы измерений. Его спектральная плотность мощности растет с понижением частоты, ограничивает возможность увеличения точности путем усреднения и не позволяет снизить случайную составляющую погрешности до нуля. Кроме того, в цифровых датчиках всегда присутствует помеха с частотой тактового генератора, также придающая окраску белому шуму. Поэтому в составе комплекса реализованы модули для оценки гауссовости шумов измерений датчиков, для оценки смещения математического ожидания при различных объемах статистических выборок, для оценки среднеквадратических отклонений случайных составляющих, а также для определения корреляционных связей.

С использованием разработанного комплекса проведены исследования трехосевого акселерометра LSM303DLH и трехосевого гироскопа L3G4200D. Полученные экспериментальные результаты совпали с техническими характеристиками приборов и существенно их дополнили.

Программные средства комплекса реализованы в среде инженерного программирования LabVIEW на основе использования готовых функций и программных модулей, что обеспечивает корректность обработки данных. Виртуальные приборы разработаны с учетом требований технических условий и инструкций с целью максимального исключения человеческого фактора при обработке данных и документировании. Для каждого из приборов имеется набор виртуальных дисплеев.

Литература:

1. Ригли У., Холлистер У., Денхард У. Теория, проектирование и испытание гироскопов. М.: Мир, 1972.

2. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. М.: Горячая линия – Телеком, 2009. 608 с.

И.В. Щербань, *Д.А. Знаменский, Т.В. Пантелеева

СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО КОДИРОВАНИЯ-ДЕКОДИРОВАНИЯ ХЭММИНГА В СРЕДЕ MULTISIM

Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, г.Ростов-на-Дону, Россия
*Южный федеральный университет, г.Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: помехоустойчивое кодирование, код Хэмминга, среда графического моделирования MultiSim.

В среде графического моделирования MultiSim реализованы схемотехнические модели электронных устройств помехоустойчивого кодирования-декодирования Хэмминга. Разработанный программный продукт позволяет визуализировать принципы реализации систематических линейных кодов Хэмминга, особенности их использования в инфокоммуникационных системах.

I.V. Shcherban, *D.A. Znamensky, T.V. Panteleeva

SCHEMATIC MODELS OF ERROR-CORRECTING HAMMING CODING-DECODING IN THE MULTISIM PROGRAM

The North Caucasian Branch of the Moscow Technical University of Communications and Informatics, Rostov-on-Don, Russia
*Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Keywords: error detection and correction, Hamming code, MultiSim schematic-simulation program.

There are realized schematic models of electronic devices to error-correcting Hamming coding-decoding in the schematic-simulation program MultiSim. This developed software can visualize principles of realization of systematic line Hamming codes, features of its infocommunication systems.

Формализация задачи синтеза устройств Хэмминга. Помехоустойчивыми или корректирующими кодами называются коды, позволяющие обнаруживать и устранять ошибки в системах передачи информации. Наиболее распространенными являются разделимые систематические коды, например, код Хэмминга.

Код Хэмминга (КХ) имеет простой и удобный для технической реализации алгоритм обнаружения и исправления одиночной ошибки. Здесь реализуется проверка на чётность, причем

контрольное число – синдром, указывает на номер искаженного разряда избыточного кодового сообщения. При отсутствии ошибки в коде синдром содержит только нули. Исходными данными для синтеза КХ являются число передаваемых сообщений и корректирующая способность кода, задаваемая значением минимального кодового расстояния *d*, которое может быть равным *d*=3 или *d*=4.

Пакет MultiSim, в свою очередь, популярен в классе средств графического программирования, предназначен для схематического представления и моделирования аналоговых, цифровых и аналогово-цифровых электронных схем, а его пользователями в большинстве случаев являются инженеры-проектировщики. Поэтому этот программный продукт и выбран для отработки вопросов синтеза КХ с использованием реализованных схем кодирующего и декодирующего устройств. Разработанные схемотехнические модели позволяют наглядно продемонстрировать, визуализировать:

- процессы кодирования-декодирования Хэмминга;
- процессы преобразования параллельных кодов в последовательные при передаче в линию связи и обратного их преобразования при приеме;
- реализацию алгоритмов обнаружения и исправления однократных ошибок.

Известно, что кодирующее устройство состоит из *k* сумматоров "по модулю 2" ("М2"), где *k* - количество контрольных разрядов КХ. Пример структурной схемы для КХ "6/3" приведен на рисунке 1.

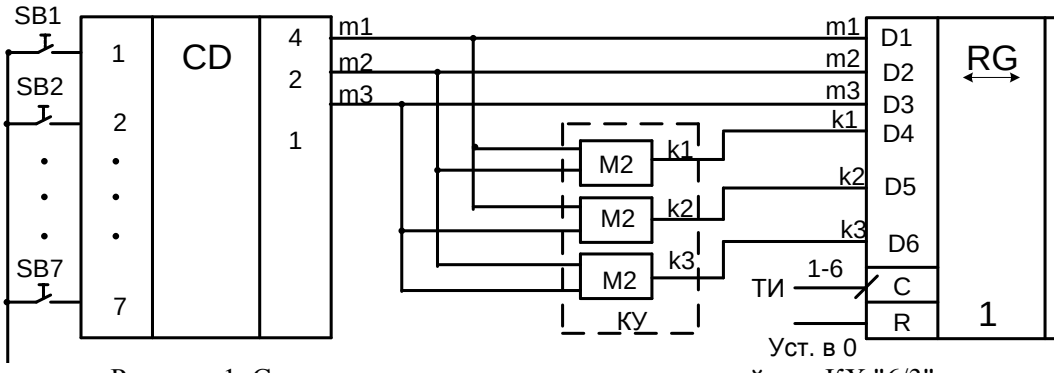


Рисунок 1. Структурная схема кодирующего устройства КХ "6/3"

Декодирующее устройство содержит блок вычисления синдромов и обнаружения ошибок, а также блок исправления ошибок при их обнаружении. Структурная схема для вышеназванного КХ представлена на рисунке 2. Блок обнаружения реализован на сумматорах "М2" и логических элементах (ЛЭ) ИЛИ, И. Блок исправления на рисунке 2 не показан.

Обнаружение ошибок при приёме сообщения основано на вычислении синдрома и определении его веса. При этом ЛЭ ИЛИ на каждом такте работы сравнивает вес вычисляемого синдрома с нулем, а ЛЭ И служит для выдачи по сигналу «ОПРОС» полученного значения веса вычисленного синдрома на последнем *n*-м такте работы, когда приняты все символы избыточного сообщения. Здесь *n* – разрядность избыточного кода. Если вес вычисленного синдрома в конечный момент времени равен 0, то на выходах элементов ИЛИ и И формируются нулевые сигналы и, соответственно, обнуление приёмного регистра RG не происходит. Тогда на *n*+1 такте в дешифраторе DC по сигналу разрешения на входе E произойдет дешифрация принятого сообщения.

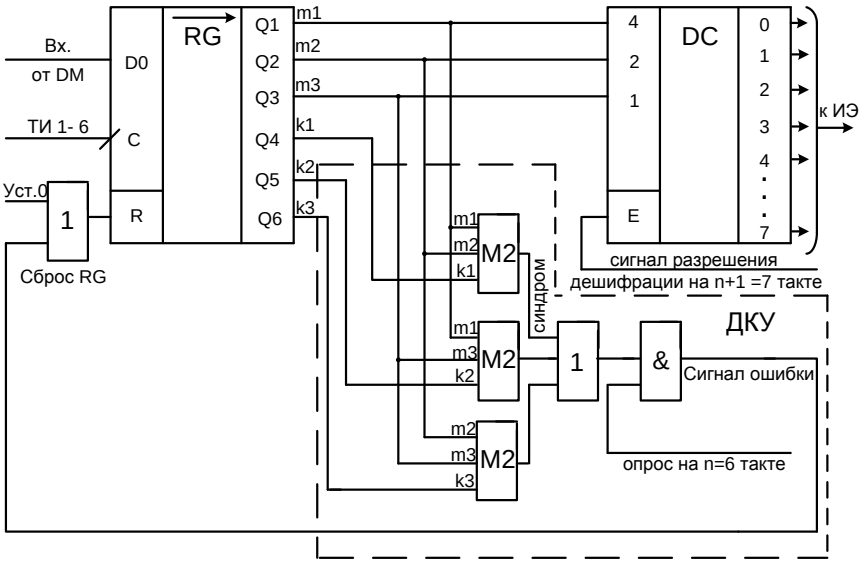


Рисунок 2. Структурная схема декодирующего устройства КХ "6/3" с обнаружением ошибок

Если же вес синдрома окажется больше 0, то на выходе элемента И сформируется сигнал ошибки, который обнулит приёмный регистр RG. Дешифрация нулевого сообщения будет свидетельствовать о том, что принятое сообщение является искаженным и необходимо его исправление. Исправление искаженного избыточного сообщения выполняется посредством расчета синдрома, бинарный код которого и определяет номер искаженного разряда. Далее выполняется принудительная замена искаженного логического символа на противоположный.

Схемотехническая реализация помехоустойчивого кодирования-декодирования в MultiSim. В среде MultiSim реализованы схемотехнические модели электронных устройств помехоустойчивого кодирования-декодирования для КХ "7/4".

Схема кодера представлена на рисунке 3. В схеме использованы следующие элементы: источник постоянного напряжения, источники прямоугольных импульсов, модуль информационного двоичного ввода (на рисунке 1 он обозначен как CD), блоки формирования проверочных битов M1, M2, M3, сдвиговый регистр U5 (на рисунке 1 обозначен как RG), работающий по принципу последовательной отправки в канал входного параллельного сообщения, индикаторы двоичные и шестнадцатеричный.

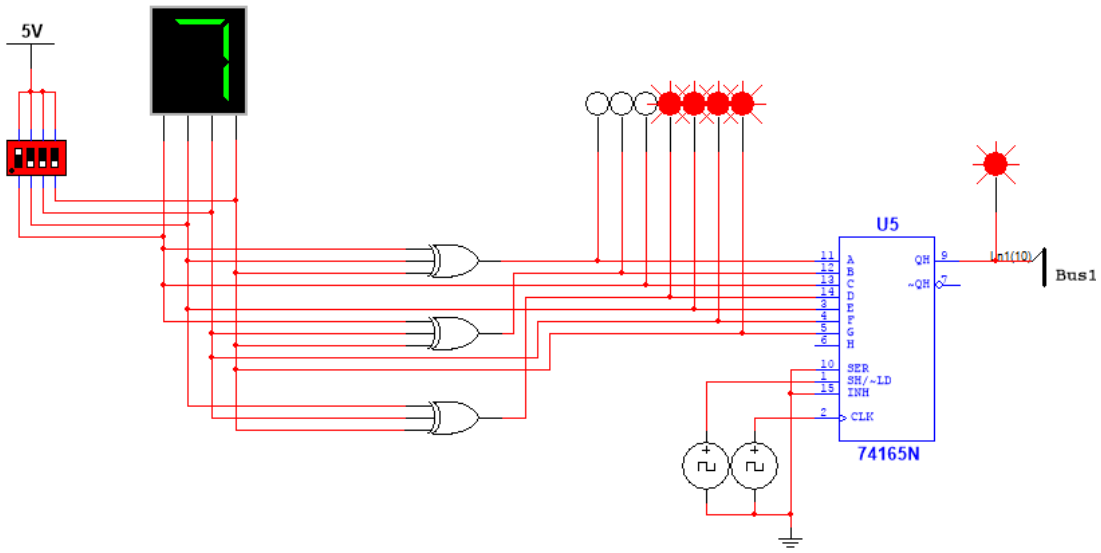


Рисунок 3. Схема электронной модели кодера

Управление сдвиговым регистром U5 осуществляется двумя тактовыми генераторами разной частоты. Импульсы с первого тактового генератора с частотой f_{CLK} подаются на вход CLK (clock), за счет чего задается основная частота работы устройства. Каждый такт поочередно считывает биты с первого (11-ый контакт на схеме на рисунке 3) по последний (6-ой контакт на схеме на рисунке 3) со сдвигом. После определения последнего бита регистр останавливается в ожидании подачи сигнала на вход SH/~LD. Выход второго тактового генератора подключен к входу SH/~LD (shift/~load) регистра U5 с целью формирования команды передачи сообщения в последовательный канал. При этом сдвиговый регистр побитно с частотой f_{CLK} передает избыточное сообщение в линию связи. Так как регистр 8-ми битный, а считывание/отправка происходит в два этапа, то частота f_{CLK} должна быть в 16 раз выше частоты, подаваемой на вход SH/~LD.

Электронная схема блока преобразования параллельного кода в последовательный и преднамеренного ввода однократных искажений в любой разряд избыточного кода представлена на рисунке 4. Здесь прием из линии связи последовательного кода избыточного сообщения и преобразование его в параллельный код осуществляется за счет сдвигового регистра U6. Процедура также выполняется в 2 этапа. Принятый код со сдвигом перемещается в параллельные каналы, а на втором этапе выполняется сброс регистра. Частота сдвига CLK должна быть равна частоте сдвига CLK на U5.

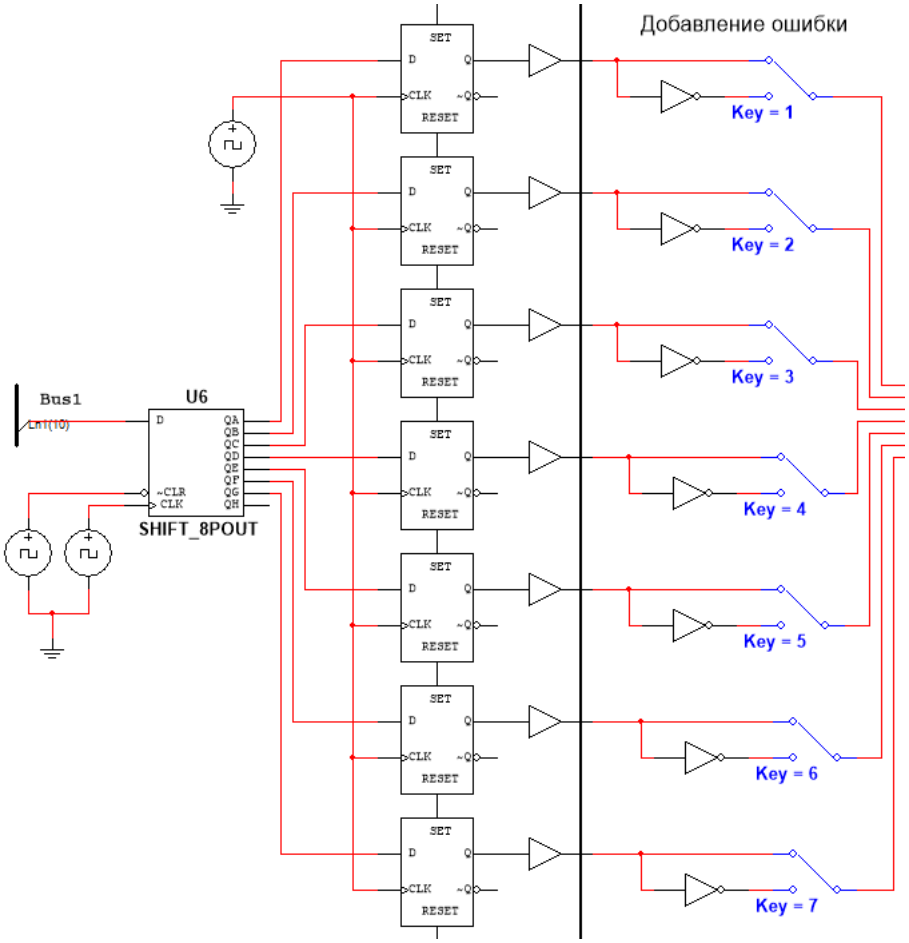


Рисунок 4. Схема блока преобразования последовательного кода в параллельный и преднамеренного ввода искажения

Для временного хранения полученного сигнала используются буферы памяти, настроенные на задержку сигнала. Основная проблема буфера состоит в запоминании лишь положительного сигнала +5V. Для решения этой проблемы используются D-триггеры, открывающиеся в моменты полного сдвига регистра. Частота открывания триггеров $f_т$ определяется из равенства:

$$f_т = 0.125\, f_{CLK}. \qquad (1)$$

Принимающее устройство на выходе имеет модуль принудительного ввода ошибки для анализа работы схемы. Добавление однократной ошибки производится замыканием одного из 7 ключей key_1 .. key_7.

Ошибка определяется по проверочным битам, образующим синдром. Бинарный код ненулевого синдрома и является номером искаженного разряда. Для исправления искаженного избыточного сообщения КХ "7/4" требуется схемотехническая реализация следующих алгебраических связей:

$$b_1 \oplus b_3 \oplus b_5 \oplus b_7 = 0;\quad b_2 \oplus b_3 \oplus b_6 \oplus b_7 = 0;\quad b_4 \oplus b_5 \oplus b_6 \oplus b_7 = 0. \qquad (2)$$

Схема реализованного в MultiSim декодера представлена на рисунке 5. Блок обнаружения и исправления ошибок построен исходя из уравнений (2). Если синдром ненулевой, то образуется сигнал для обнаружения номера ошибочного бита. Далее искаженный разряд исправляется. Верхний левый семисегментный индикатор отображает номер искаженного разряда, а результирующий исправленный избыточный бинарный код отображается LED индикаторами. Правый семисегментный индикатор отображает шестнадцатеричное значение исходного примитивного сообщения.

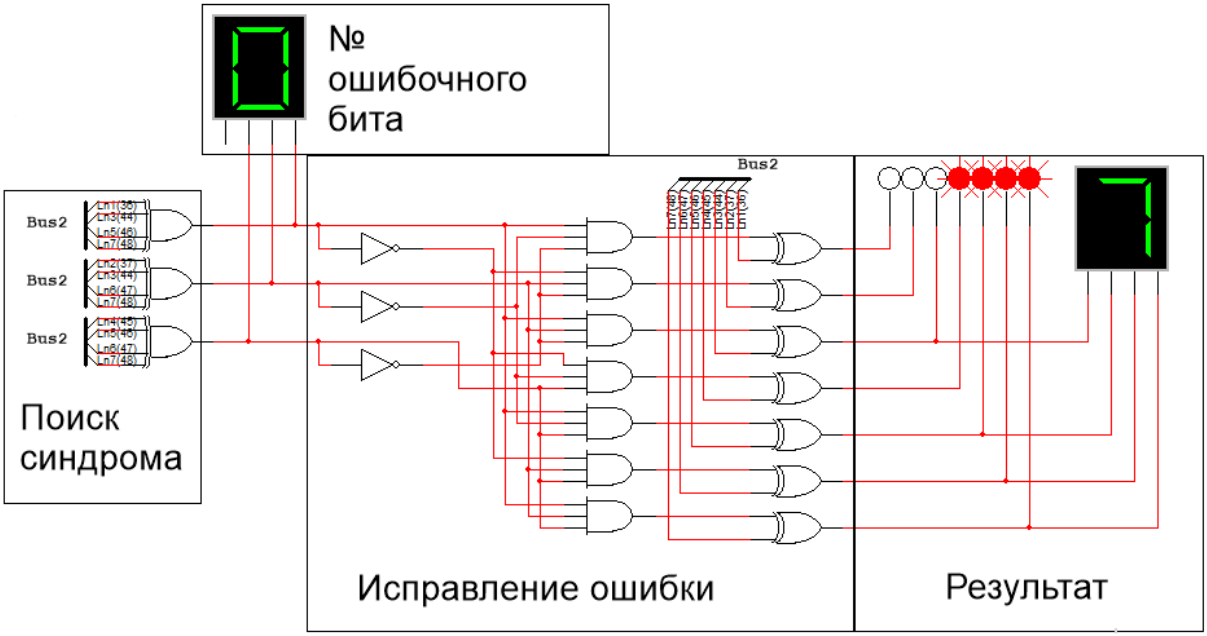


Рисунок 5. Схема электронной модели декодера Хэмминга

Пример. Пример исследования помехоустойчивого кодирования-декодирования Хэмминга с использованием разработанных схем показан на рисунке 6. Оператор включением/выключением ключей пакетного выключателя задает примитивный четырехразрядный бинарный код, шестнадцатеричное значение отображается на семисегментном индикаторе. В приведенном примере выбран код 1101. Соответствующие КХ "7/4" контрольные разряды формируются кодером и результирующий семиразрядный избыточный код, подаваемый в канал связи, отображается LED-индикаторами. В примере это код 1010101.

В блоке ввода ошибок можно задать искажение любого разряда избыточного кода. В примере искажен 5-й разряд. Декодер посредством расчета синдрома находит это искажение и отображает номер ошибочного разряда на семисегментном индикаторе. Исправленный избыточный код также отражается посредством LED-индикаторов, а семисегментный индикатор отображает шестнадцатеричное значение исходного примитивного сообщения. Видно, что исправление искаженного разряда выполнено корректно.

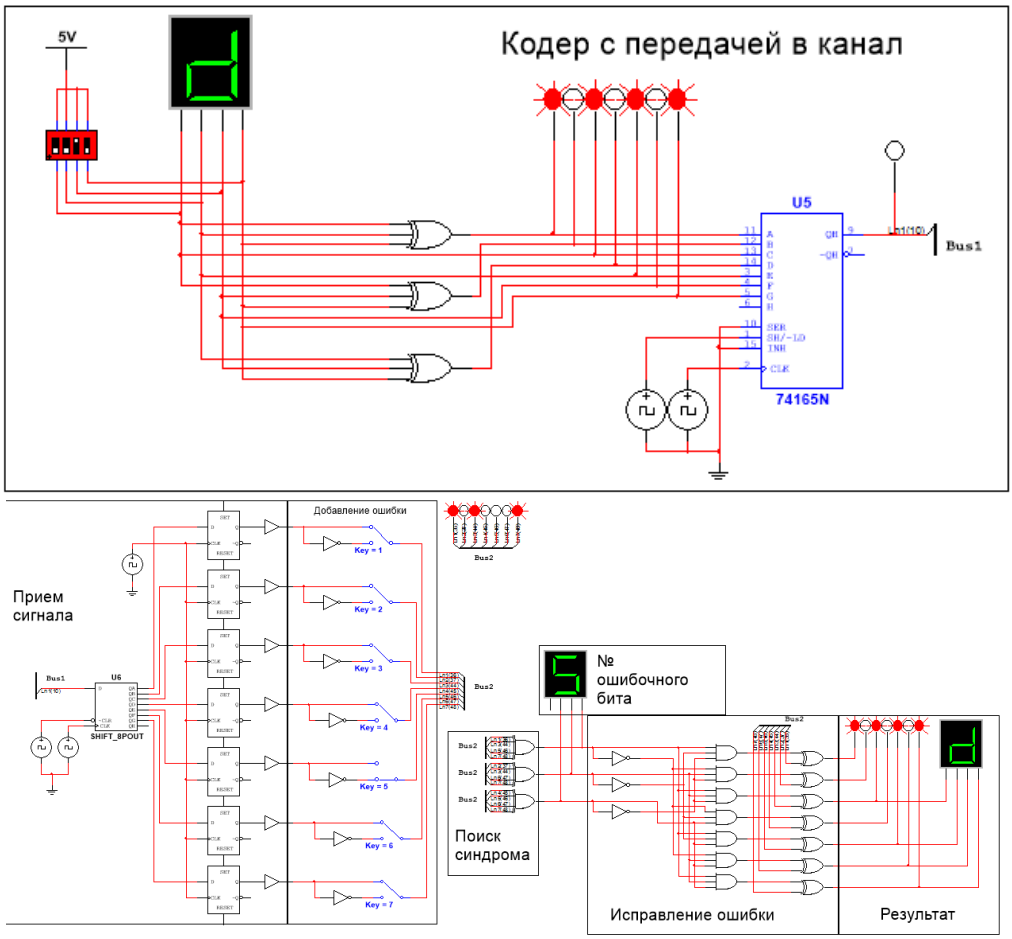


Рисунок 6. Пример работы электронной модели

Динамические характеристики схемы подобраны таким образом, чтобы отчетливо просматривались все действия процессов кодирования-декодирования.

Литература:

1. Золотарев В.В., Овечкин Г.В. Помехоустойчивое кодирование. Методы и алгоритмы. М.: Горячая линия – Телеком, 2004. 128 с.

2. Хернитер М. Электронное моделирование в Multisim. М.: ДМК Пресс, 2009. 492с.

И.В. Щербань, Д.С. Конев, *Д.Е. Антонов

СХЕМА ТЕСНОЙ ИНТЕГРАЦИИ ИНЕРЦИАЛЬНО-СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ДЕГРАДАЦИИ СПУТНИКОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, г.Ростов-на-Дону, Россия

*Южный федеральный университет, г.Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: инерциально-спутниковая навигационная система, тесная интеграция, нелинейная гауссовская фильтрация.

Для синтеза интегрированных навигационных систем (НС) используются, как правило, линеаризованные уравнения ошибок инерциальных НС, устойчивые лишь на небольших интервалах времени, и линеаризованные измерения спутниковых НС (СНС). Подобные упрощения приводят к расходимости процесса оценивания навигационных переменных при отсутствии

заданной траектории движения объекта. В связи с этим возникает задача синтеза алгоритмов интеграции НС, позволяющих избежать упрощенных представлений моделей сигналов измерений СНС.

I.V. Shcherban, D.S. Konev, *D.E. Antonov

TIGHT INTEGRATION OF INERTIAL-SATELLITE VEHICLE NAVIGATION SYSTEM WITH SATELLITE CONSTELLATION DEGRADATION

The North Caucasian Branch of the Moscow Technical University of Communications and Informatics, Rostov-on-Don, Russia
*Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Key words: integration of satellite and inertial navigational systems, tight integration, nonlinear Gaussian filtration.

For synthesis of the integrated navigational systems (NS) the linearized equations of errors of inertial NS, inconvertible only on small time intervals, and linearized measuring of satellite NS (SNS) are used, as a rule. Similar simplifications lead to divergence of process of estimation of navigational variables at absence of given trajectory of object motion. In this connection there is a problem appeared on synthesis of NS integration algorithms permissive to avoid the simplified representations of SNS measuring signals models.

Интегрированные навигационные системы автотранспортных средств (ТС) включают недорогие микроэлектромеханические бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС) и приемную аппаратуру спутниковых навигационных систем (СНС). При малом числе видимых навигационных спутников в условиях городской застройки, лесистой или горной местности аппаратура СНС случайным неконтролируемым образом выдает неопознанную недостоверную навигационную информацию. Вследствие подобных "выбросов" ошибки в определении местоположения ТС могут достигать десятков метров и наблюдаться в течение достаточно продолжительных временных интервалов.

Алгоритмы интегрированных НС традиционно строятся на основе методов оптимальной линейной стохастической фильтрации, обеспечивают периодическую коррекцию навигационного решения и списание погрешностей БИНС. При этом принимается допущение о малости отклонений погрешностей измерений от их модельных значений и на основе решения уравнений ошибок осуществляется синтез асимптотической оценки ошибок интегрированной НС [1]. Следовательно, неизбежно появляются погрешности, обусловленные утратой нелинейных взаимосвязей, что при деградации спутниковых измерений и предопределяет непреодолимые проблемы устойчивости синтезируемых фильтров. Например, в работе [2] представлены результаты, когда в условиях видимости только двух навигационных спутников наблюдалась расходимость решения, а ошибки определения местоположения объекта увеличивались до 1200 м. Классический способ рестарта оценок координат и скорости по спутниковому решению, используемый при расходимости фильтра [2], для автотранспортной техники также неприменим. Объясняется это тем, что для анализа движения автомобиля, например, при ДТП требуется высокочастотная непрерывная оценка фазовых переменных, а всплески переходных процессов фильтров очевидно затруднят такой анализ.

Таким образом, слабая сходимость громоздких фильтров в условиях деградации измерений СНС снижает общую эффективность комплексирования инерциальных и спутниковых НС. Поэтому разработана следующая схема тесной интеграции НС.

Комплексированный наблюдатель формируется как по автономным измерениям БИНС, так и по спутниковым измерениям. На временном интервале между спутниковыми измерениями для оценки навигационных параметров может использоваться любой непрерывный *нелинейный* фильтр [3], а при обработке спутниковой навигационной информации – дискретный гауссовский фильтр [3]. При этом учтено, что непрерывный фильтр используется только на временных интервалах $[t_{K-1}, t_K]$, K=1,2,…, между дискретными спутниковыми измерениями. Следовательно, начальные условия вектора оценки $\hat{Y}(t_{K-1})$ и ковариационной матрицы $R(t_{K-1})$ уравнений непрерывной

фильтрации на интервале [t_{K-1}, t_K] формируются как результат дискретного оценивания

$$\hat{Y}_{K-1} = \hat{Y}(t_{K-1}+0), \; R_{K-1} = R(t_{K-1}+0)$$

вектора Y в момент времени t_{K-1}:

$$\hat{Y}(t_{K-1}) = \hat{Y}_{K-1} = \hat{Y}(t_{K-1}+0), \; R(t_{K-1}) = R_{K-1} = R(t_{K-1}+0).$$

Результат интегрирования $\hat{Y}(t_K)$, $R(t_K)$ в конце временного интервала [t_{K-1}, t_K] является начальным условием

$$\hat{Y}(t_K - 0) = \hat{\mathbf{Y}}_{K0}, \; R(t_K - 0) = R_{K0}$$

для выполнения алгоритма дискретного оценивания в момент времени t_K:

$$\hat{Y}(t_K - 0) = \hat{Y}_{K0} = \hat{Y}(t_K), \; R(t_K - 0) = R_{K0} = R(t_K).$$

Подобная связь начальных и конечных условий алгоритмов дискретного и непрерывного оценивания является одним из основных требований режима тесной интеграции автономной БИНС и СНС.

Для обеспечения работоспособности схемы спутниковые измерения входят следующие компоненты:

$$Z = \begin{vmatrix} Z_R \\ Z_V \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} H_R(\lambda,h) \\ H_V(\lambda,h,V_S) \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} W_{Z_R} \\ W_{Z_V} \end{vmatrix} = H_c(Y,t) + \zeta, \quad (1)$$

где $Z_R = \sqrt{(\xi_c - \xi)^2 + (\eta_c - \eta)^2 + (\zeta_c - \zeta)^2} + W_{Z_R}$ – информационный сигнал кодовых измерений (псевдодальность); ξ_c, η_c, ζ_c – координаты спутника в гринвичской СК, вычисляемые на борту спутника и передаваемые на объект в навигационном сообщении; ξ, η, ζ - текущие координаты объекта в гринвичской СК; W_{Z_R} - белый гауссов шум (БГШ) с нулевым средним и известной дисперсией $D_{Z_R}(t)$; ζ – белый гауссов вектор-шум с нулевым средним и матрицей интенсивностей $D_{CHC} = \begin{vmatrix} D_{Z_R} & 0 \\ 0 & D_{Z_V} \end{vmatrix}$, а в доплеровские измерения

$$Z_V = \left[(\xi_c - \xi)(V_{\xi c} - V_\xi) + (\eta_c - \eta)(V_{\eta c} - V_\eta) + (\zeta_c - \zeta)(V_{\zeta c} - V_\zeta)\right] \times$$
$$\times \left(\sqrt{(\xi_c - \xi)^2 + (\eta_c - \eta)^2 + (\zeta_c - \zeta)^2}\right)^{-1} + W_{Z_V}$$

входят проекции скорости спутника на оси гринвичской СК $V_{\xi c}, V_{\eta c}, V_{\zeta c}$; проекции скорости объекта на оси гринвичской СК V_ξ, V_η, V_ζ; БГШ W_{Z_V} с нулевым средним и известной дисперсией $D_{Z_V}(t)$.

Т.к. наблюдения СНС по определению являются дискретными, то уравнения (1) представлены в следующем виде:

$$Z_K = H_C(Y,\kappa) + \zeta_K, \quad (2)$$

где K =1,2,…- номер такта приема навигационного сообщения.

Предложенная схема совместного использования алгоритмов непрерывного и дискретного оценивания позволяет принципиально и в самом общем случае – без каких–либо упрощающих допущений, решить задачу тесной интеграции автономной БИНС и СНС в условиях деградации спутниковых измерений.

Литература:

1. Голован А.А., Парусников Н.А. Математические основы навигационных систем. Ч. I. Математические модели инерциальной навигации / 2-е изд. М.: МГУ, 2010. 126 с.
2. Демидов О.В. Задача тесной интеграции систем ГЛОНАСС и GPS с ИНС разных классов точности: Дисс. на соиск. степ. к.ф.-м.н. / О.В. Демидов. М.: МГУ, 2009. 139с.
3. Тихонов В. И., Харисов В. Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. М.: Радио и связь, 1991. 608 с.

О.Г. Щербань, К.В. Львов

ОБОСНОВАНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ПЕРВИЧНОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ

Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, г.Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: первичная сеть связи, атмосферные оптические системы передачи, коэффициент готовности линии, пропускная способность, качество канального ресурса.

Совершенствование первичной сети связи решается как задача максимизации качества канального ресурса при заданном коэффициенте готовности посредством использования на отдельных информационных направлениях каналов, реализуемых на основе открытых атмосферных оптических систем.

O.G. Shcherban, K.M. Lvov

THE SOLVING OF A PROBLEM OF RECONSTRUCTION OF THE DIRECT-ACCESS TELECOMMUNICATIONS SYSTEM ON THE BASE OF FREE SPACE OPTICS SYSTEMS

The North Caucasian Branch of the Moscow Technical University of Communications and Informatics, Rostov-on-Don, Russia

Key words: direct-access telecommunications system, free space optics, coefficient of line's readiness, passing ability, quality of channel resource.

The reconstruction of the direct-access telecommunications system has been solved as a problem of maximization of quality net's channels resource with set coefficient of readiness through replacement part of information directions by channels, which are realized on the principles of free space optics.

Реконструкция первичной сети связи (ПСС) традиционно осуществляется посредством замены электрических линий, не соответствующих современным требованиям по предоставлению инфокоммуникационных услуг, линиями на основе оптоволокна. В городских условиях, в местах с развитой инфраструктурой и большой плотностью застройки это требует существенных финансовых затрат. Поэтому в качестве альтернативных аппаратных решений возможно использовать открытые атмосферные оптические системы передачи (АОСП).

АОСП в отличие от радиорелейных линий используют нелицензируемый диапазон частот, обладают высокой помехоустойчивостью, имеют достаточную для первичных сетей пропускную способность, высокую защищенность от несанкционированного доступа и низкую стоимость. Реконструкция ПСС должна выполняться с учетом способности сети поддерживать совокупность современных технологий при агрегации различных видов трафика.

Гипотетическая ПСС представлена в виде неориентированного связного графа

$G\left(A,B,C,K^{\Gamma}\right)$, где $A=\{\mathrm{a_i}\}$, $i=\overline{1,N}$ - множество вершин графа; $B=\{\mathrm{b_{ij}}\}$, $j=\overline{1,n}$ – множество ребер, представляющих собой линии связи; $C=\{c_{ij}\}$, c_{ij} - пропускная способность ребра графа; K^{Γ} - коэффициент готовности сети связи [1], равный

$$K^{\Gamma}=K^{\Gamma}\left(K^{\text{ГЛ}};K^{\text{ГУС}}\right);\ K^{\text{ГЛ}}=\left\{K_{ij}^{\text{ГЛ}}\right\},$$

$K_{ij}^{\text{ГЛ}}$ - коэффициент готовности линии передачи; $K^{\text{ГУС}}=\left\{K_i^{\text{ГУС}}\right\}$; $K_i^{\text{ГУС}}$ - коэффициент готовности узловых средств, причем

$$K_{ij}^{\text{ГЛ}}=K_{ij}^{\text{ГЛ}}\left(K_{ij}^{\text{ГСр}};K_{ij}^{\text{ГСист}}\right),$$

$K_{ij}^{\text{ГСр}}$ - коэффициент готовности среды передачи; $K_{ij}^{\text{ГСист}}$ - коэффициент готовности системы передачи. Каждому ребру графа сети ставится в соответствие его пропускная способность c_{ij}, а также значение коэффициента готовности линии передачи $K_{ij}^{\text{ГЛ}}$, определяемое коэффициентом готовности среды передачи $K_{ij}^{\text{ГСр}}$ и коэффициентом готовности системы передачи $K_{ij}^{\text{ГСист}}$. Существующая ПСС содержит отдельные линии передачи с низкими пропускными способностями, что обуславливает невысокую пропускную способность сети в целом при заданном коэффициенте готовности.

На узловой основе ПСС выделяются полюсы, которые представляют собой совокупность корреспондирующих пар узлов (КПУ) $Z=\{\mathrm{z_k}\}$, $k=\overline{1,m}$. Характеристики сети сформированы таким образом, что имеется возможность выделения из ее состава двухполюсных сетей, которые предоставляют КПУ требуемую пропускную способность, поддерживаемую требуемыми коэффициентами готовностями.

Характеристики вводимых цифровых каналов должны обладать качеством, необходимым для передачи информации различных стандартов в условиях применения разнородных линий передач и увеличивать суммарную пропускную способность ПСС при заданном коэффициенте готовности сети. Количество каналов между корреспондирующими парами определяются компонентами вектора

$$V_{\Sigma}=|\ V_1\quad\ldots\quad V_k\quad\ldots\quad V_m\quad V_{\text{ССУ}}\ |^{T},$$

где $V_{\text{ССУ}}$ – суммарное количество каналов заданного качества, необходимое для обеспечения потребностей системы сигнализации и управления; V_k - потребность в каналах k-ой КПУ, $k=\overline{1,m}$. Для модернизируемой ПСС, содержащей разнородные линии передачи, вектор V_{Σ} записан в виде:

$$V_{\Sigma}=\left|V_1\quad\ldots\quad V_{k1}\quad\ldots\quad V_{k2}\quad\ldots\quad V_m\quad V_{\text{ССУ}}\right|^{T},$$

где $\left(V_1;V_m\right)$ - требуемое количество каналов; $\left(V_1;V_{k1}\right)$ - каналы с высокой пропускной способностью; $\left(V_{k1};V_{k2}\right)$ - каналы с низкой пропускной способностью, подлежащие замене.

В работе [1] в качестве целевой функции синтеза новой структуры системы выбирается приведенная стоимость. Ограничениями при этом выступают требования по числу каналов, их качеству Q и заданному коэффициенту готовности. В рассматриваемом случае предполагается, что структура сети задана. Поэтому задачу модернизации ПСС на основе замены отдельных информационных направлений $\left(V_{k1};V_{k2}\right)$ с целью увеличения ее суммарной пропускной способности, но при заданном коэффициенте готовности сети сформулировали как задачу достижения максимального значения качества канального ресурса Q:

$$\max Q=\max_{i,j}\{Q_{ij}\}=\max_{k=k1..k2}\{Q_k\},\qquad(1)$$

путем замены части информационных направлений каналами на основе АОСП (1) с ограничениями на параметры сети:

$$\sum_t \psi_k^t = c_k ; \; 0 \le \psi_k^t \le c_j ; \; k = \overline{1,m}, t = 1,2,3,... \; j = \overline{1,n} ; \quad (2)$$

$$K_{ij}^{\text{ГЛ}} = K_{ij_{\text{ЗАД}}}^{\text{ГЛ}} ; L = \{L_{ij}\} = L_{\text{ЗАД}} , \quad (3)$$

где функция ψ_k^t - дискретная целочисленная функция, определенная на множестве C, означающая, что поток линии сети не может превышать ее пропускной способности; $L_{\text{ЗАД}}$ – известная заранее суммарная длина заменяемых информационных каналов; $K_{ij_{\text{ЗАД}}}^{\text{ГЛ}}$ - заданный коэффициент готовности линии передачи,

Технологии АОСП присущи некоторые особенности, ограничивающие ее практическое использование. Эти особенности существенно осложняют и решение сформулированной задачи (1)-(3).

Во-первых, основным недостатком АОСП является двухточечность топологии на физическом уровне. Следовательно, построение сетей на основе АОСП с разветвленной топологией требует дополнительных технических решений.

Во-вторых, при проектировании атмосферных оптических линий связи (АОЛС) необходимо учитывать особенности распространения инфракрасного излучения в атмосфере. Техническая зависимость допустимой протяженности атмосферного канала (АК) от свойств среды распространения, определяемая для каждого географического региона из требования обеспечения заданного коэффициента готовности, ограничивает и возможность решения сформулированной задачи.

Для преодоления первого указанного недостатка предлагается использовать узел коммутации оптических сигналов [2, 3]. Наличие в схеме структурно выделенного оптического коммутатора позволяет иметь блочную структуру узла коммутации с возможностями изменения топологии сети без дополнительных технических решений. Использование предлагаемого узла коммутации оптических сигналов позволит строить на основе АОСП сети с разветвленной топологией, что обеспечит возможность их применения для решения сформулированной задачи модернизации.

Разрешение второй вышеуказанной особенности АОСП предполагается на основе следующего технического решения. Для компенсации затухания оптического сигнала в атмосфере предлагается использовать модуль усиления-ретрансляции оптических сигналов, не требующий оптоэлектронных преобразований [2-3]. Это позволит увеличить общую протяженность АОЛС при соблюдении требования о неизменном коэффициенте готовности линии и с сохранением существующей скорости передачи цифровых потоков.

Накопление шума может ограничить возможное количество подобных модулей по трассе АК и, соответственно, ограничит потенциально возможную ее протяженность. Интегрирование шумов спонтанного излучения каждого каскада усиления в последующих каскадах, причем, с добавлением собственных шумов каждого последующего каскада приведет к снижению суммарного значения "сигнал/шум" ниже допустимого уровня.

Следовательно, при использовании в составе ПСС каналов, образованных АОСП, помимо требований к качеству отдельного цифрового канала $Q_{\text{ЦК}}^{\text{ТР}}$ необходимо дополнительно учитывать параметры, присущие сетевым и линейным интерфейсам атмосферных оптических систем. В этом случае качество канального ресурса, реализуемого на АОСП, определяется вектором:

$$Q = \left| \left(Q_{\text{ЦК}}^{\text{ТР}}\right)^T \quad OSNR \quad P_{\text{ПРД}} \quad P_{\text{ПРМ}} \quad \lambda \quad K^{\text{ГЛ}} \right|^T ,$$

где *OSNR* - соотношение "сигнал/шум"; $P_{\text{ПРД}}$ - уровень мощности оптического излучения на передаче; $P_{\text{ПРМ}}$ - минимальная мощность на входе приемника; λ - рабочая длина волны ; $K^{\text{ГЛ}}$ - коэффициент готовности линии передачи.

Рабочая длина волны λ для конкретного типа используемой системы передачи АОСП

задана. В соответствии с нормативно-техническими требованиями и согласно требованиям безопасности уровень мощности оптического излучения на передаче $P_{\text{ПРД}}$ должен быть не более 25 дБм, а чувствительность приемника $P_{\text{ПРМ}}$ – не менее -50 дБм. Таким образом, варьируемыми параметрами АОСП в общем случае являются значения *OSNR* и $K^{\text{ГЛ}}$.

Коэффициент готовности линии передачи $K^{\text{ГЛ}}$ имеет ограничение по нижнему значению, определяемое из требований к линиям передачи и к сети связи в целом, и, поэтому, является ограничением для оптимизационной задачи. Поэтому для достижения условия (1) необходимо выполнить условие:

$$max\, Q_k = \max_{k=k1..k2} \{SNR\} \tag{4}$$

при соблюдении ограничения

$$K_k^{\text{ГЛ}} = K_{\kappa_{\text{ЗАД}}}^{\text{ГЛ}}. \tag{5}$$

Известно, что для оценки качества оптических систем используется критерий Штреля *St*, под которым понимают отношение интенсивности в фокусе реальной системы $I(\vec{r},t)$ к интенсивности в системе без искажений $I_0(\vec{r},t)$:

$$St(t) = \frac{I(\vec{r},t)}{I_0(\vec{r},t)}.$$

В работе [4] показано, что мгновенная интенсивность поля плоской волны в точке на приемной апертуре оптической системы прямо пропорциональна мощности поля оптического передатчика *P* и усилению антенны G_a и обратно пропорциональна квадрату расстояния до рассматриваемой точки $|\vec{r}|_2$:

$$I(\vec{r},t) = \frac{G_a}{4\pi|\vec{r}|^2} P(t).$$

Таким образом, максимизация интенсивности на апертуре оптической системы эквивалентна максимизации мощности сигнала оптического передатчика, и соответственно отношению "сигнал/шум" на входе оптической системы передачи информации. Следовательно, максимизация критерия Штреля

$$St(t) = \frac{\frac{G_a}{4\pi|\vec{r}|^2} P(t)}{I_0(\vec{r},t)},$$

эквивалентна максимизации отношения "сигнал/шум" на выходе оптической системы [4].

Увеличение значения *St* отдельно каждого модуля усиления-ретрансляции оптических сигналов позволит снизить собственные шумы каждого каскада усиления, что приведет к снижению суммарного значения "сигнал/шум" АОСП *OSNR*. В этом случае условие (4) трансформируется в условие:

$$\max_{k=k1..k2} Q_k \equiv \max_{k=k1..k2} \{St_k(t)\}. \tag{6}$$

Для достижения условия (6) вместо антенн на основе трех разнесенных передающих апертур дуплексного модуля усиления-ретрансляции, как предложено в работах [2,3], необходимо использовать оптические антенны на основе адаптивной компенсации искажений оптического сигнала, сущность которых заключается в автоматической коррекции волнового фронта в плоскости передающей апертуры [4]. Именно такое техническое решение обеспечивает выполнение условия (6) при неизменном ограничении (5).

Оптимальное решение задачи реконструкции ПСС получено в форме решения задачи максимизации качества канального ресурса при заданном коэффициенте готовности линий передач и неизменной структуре сети. Представленное решение предусматривает замену отдельных линий, не соответствующих существующим требованиям, линиями на основе АОСП. Достижение

сформулированных оптимизационных критериев возможно на основе использования вышеназванных технических решений.

Литература:

1. Латышев О.В., Лебедев А.Т. Формирование канального ресурса региональной транспортной сети связи специального назначения: монография. Новочеркасск: УПЦ «Набла» ЮРГТУ (НПИ), 2009. 129с.

2. Щербань И.В., Кривошеев Г.В., Григорян М.А. Оптический усилитель-ретранслятор для атмосферной оптической линии связи // Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности: материалы 10-й международн. научн.-практич. конф., Санкт-Петербург, 09-11.12.2010г. СПб., 2010. С. 223-224.

3. Дуплексный оптический усилитель-ретранслятор / Щербань О.Г., Кривошеев Г.В., Божко Е.С. Пат. 103404 РФ, МПК G01S17/00. № 2010132924/28 от 05.08.2010; опубл. 05.08.2010.

4. Безуглов Д.А., Решетникова И.В., Сахаров И.А. Датчики волнового фронта. Монография. Ростов-на-Дону: РАС ЮРГУЭС, 2007. 208с.

Д.А. Безуглов, *В.И. Юхнов, М.А. Беличенко,
С.Н. Лащенов, *В.В. Доброходский

ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ТОЧЕЧНОГО ИСТОЧНИКА ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ АДАПТИВНОЙ ОПТИКИ

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
*Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: адаптивные оптические системы, фазовое сопряжение, измерение угловых координат источника.

В настоящей работе синтезирован алгоритм совместной компенсации нестационарных искажений оптического излучения, вызванных его распространением в турбулентной атмосфере и измерения угловых координат источника этого излучения. Определение угловых координат осуществляется на базе метода максимального правдоподобия, чем обеспечивается минимизация среднеквадратического отклонения полученных оценок от истинного значения пеленга подвижного объекта. Синтезированный алгоритм предназначен для реализации в адаптивных оптических системах фазового сопряжения.

D.A. Bezuglov, *V.I. Yukhnov, M.A. Belichenko,
S.N. Lashchenov, *V.V. Dobrohodsky

DETERMINATION OF MOTION PARAMETERS POINT SOURCE OF OPTICAL RADIATION USING THE METHODS ADAPTIVE OPTICS

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia
* North Caucasus branch of the Moscow Technical University of Communications and Informatics , Rostov- on-Don, Russia

Keywords: adaptive optical systems, phase conjugation, measurement of the angular coordinates of the source.

In this paper, the algorithm is synthesized joint compensation time-dependent distortion of optical radiation, caused by its spread in the turbulent atmosphere and measurement of the angular coordinates of the source of this radiation. Determination of the angular coordinates is performed based on the maximum likelihood method, which ensures the minimization of the standard deviation of the estimates from the true value of the movable bearing object. Synthesized algorithm designed for implementation in adaptive optical phase conjugation systems.

Определение координат источника светового излучения обычно осуществляется путем измерения отклонения его изображения в фокальной плоскости от фокуса оптической системы. Турбулентность среды распространения значительно снижает точность определения координат и приводит к тому, что тактико-технические характеристики современных оптических измерительных систем значительно отличаются от потенциально возможных. В настоящее время разработан аппарат фазового сопряжения [1, 2, 3, 4], позволяющий эффективно компенсировать нестационарные возмущения световых пучков при их распространении в возмущенных каналах. Поэтому для повышения точности определения параметров движения объекта оптическими измерительными системами целесообразно объединить задачу пеленгации с задачей компенсации нестационарных искажений принимаемого оптического сигнала.

Целью данной работы является разработка нового метод определения параметров движения объекта при проведении траекторных измерений оптическими системами в турбулентной атмосфере при интенсивных шумах регистрации на основе комплексного применения методов адаптивной оптики и додетекторной квазиоптимальной пространственной обработки пуассоновских оптических полей.

Определение угловых координат подвижного объекта будем проводить следующим образом:

- по результатам измерений датчика Гартмана проведем восстановление фазового фронта отраженного от объекта оптического сигнала;
- определим аберрации первого порядка, представляющие собой наклоны фазового фронта в двух перпендикулярных плоскостях;
- по значениям наклонов фазового фронта проведем расчет азимута и угла места подвижного объекта.

При этом источник излучения будем считать точечным, поскольку предполагается, что сигнал будет отражаться оптическим уголковым отражателем, установленным на объекта. В случае определения координат протяженного объекта, в процессе поиска и фокусировки оптических информационных систем может быть настроена на одно из ярких интерференционных пятен, сформировавшихся на поверхности объекта, а источник излучения так же можно полагать точечным.

С ростом степени турбулентности атмосферы значительно снижается точность определения угловых координат. Однако, применение анализируемого алгоритма определения угловых координат совместно с высокоточными алгоритмами восстановления фазового фронта обеспечивает требуемую точность даже в сильно турбулентной среде. Проведенный вычислительный эксперимент является тому подтверждением.

В настоящей работе синтезирован алгоритм совместной компенсации нестационарных искажений оптического излучения, вызванных его распространением в турбулентной атмосфере и измерения угловых координат источника этого излучения. Определение угловых координат осуществляется на базе метода максимального правдоподобия, чем обеспечивается минимизация среднеквадратического отклонения полученных оценок от истинного значения пеленга подвижного объекта. Синтезированный алгоритм предназначен для реализации в адаптивных оптических системах фазового сопряжения.

На базе фазового метода пеленгации разработан алгоритм [5, 6, 7, 8] определения угловых скоростей объекта. Для этого алгоритма проведено обоснование выбора интервалов измерений, обеспечивающих высокую точность оценок угловых скоростей. Он определяется с одной стороны быстродействием системы, с другой - временем в течение которого сохраняется статистическая взаимосвязь турбулентных неоднородностей.

Анализ результатов вычислительного эксперимента показывает:

- размеры датчика фазового фронта существенно влияют на точность получаемых оценок угловых координат. Наиболее сильно такое влияние оказывается в случае слабой турбулентности. Это объясняется тем, что в случае слабой турбулентности к размерам датчика более чувствительна точность восстановления фазового фронта, являющаяся, в свою очередь, составной частью точности измерения угловых координат.
- даже при сильной турбулентности применение датчиков фазового фронта

оптической волны больших размеров позволяет с высокой точностью проводить измерения угловых координат объекта. В этом случае применение специальных методов численного дифференцирования, не накапливающих систематическую ошибку делает возможным получение оценок угловых скоростей объекта с точностью, соответствующей требованиям к перспективным оптическими измерительными системами. При этом точность получаемых оценок прямо пропорциональна расстоянию до цели и обратно пропорциональна ее скорости.

- наличие шумов в каналах датчика фазового фронта оказывает существенное влияние на точностные характеристика синтезированного алгоритма. При этом, в случае сильно турбулентной атмосферы влияние шумов регистрации на точность определения угловых координат источника оптической волны проявляется незначительно. Дело в том, что при сильно турбулентной атмосфере оптические аберрации имеют ярко выраженный характер и поэтому эффективно отрабатываются алгоритмами восстановления фазового фронта даже на фоне интенсивных шумов. При слабой турбулентности оптические аберрации на два порядка меньше вследствие чего, их восстановление в условиях интенсивных шумов регистрации несколько усложняет. Однако, даже при высоком уровне шумов исследуемый алгоритм обладает высокими точностными характеристиками.
- с ростом степени турбулентности атмосферы значительно снижается точность определения угловых координат. Однако, применение синтезированного алгоритма определения угловых координат совместно с высокоточными алгоритмами восстановления фазового фронта обеспечивает требуемую точность даже в сильно турбулентной среде.

Литература:

1. Безуглов Д.А., Скляров А.В. Алгоритм управления корректором фазового фронта на базе кристаллов $LiNbO_3$. // Оптика атмосферы и океана, 1999, т.12, №7, с.611.
2. Безуглов Д.А., Скляров А.В. алгоритм восстановления волнового фронта на базе двумерных сглаживающих кубических нормализованных в-сплайнов // Оптика атмосферы и океана, 2000, т.13, №8, с.770.
3. Безуглов Д.А., Скляров А.В. Оценка точностных характеристик датчика Гартмана при регистрации пуассоновских сигналов // Измерительная техника, 1999, №9, с.38.
4. Безуглов Д.А., Цугурян Н.О. Дифференцирование результатов измерений с использованием математического аппарата вейвлет-фильтрации // Измерительная техника. 2006. № 4. С. 12-16.
5. Безуглов Д.А., Швидченко С.А. Информационная технология вейвлет-дифференцирования результатов измерений на фоне шума // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2011. № 6. С. 40-45.
6. Мищенко Е.Н., Мищенко С.Е., Безуглов Д.А. Алгоритм восстановления фазового фронта входного оптического пучка по результатам измерений интенсивности его фурье-образа // Оптика атмосферы и океана. 1992. Т. 5. № 12. С. 1305.
7. Безуглов Д.А. Метод статистической оценки функционирования адаптивных оптических систем апертурного зондирования // Известия РАН. Серия физическая. 1992. Т. 56. № 9. С. 225.
8. Безуглов Д.А. Кумулянтный метод оценки эффективности сегментированного зеркала адаптивной оптической системы //Оптика и спектроскопия. 1996. Т. 80. № 6. С. 995.

Ю.А. Юшкевич

ИССЛЕДОВАНИЕ И ВЫБОР ТИПА РЕТРАНСЛЯТОРА ДЛЯ СЕТИ LTE/E - UTRAN

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина

Ключевые слова: телекоммуникации, радиоресурс, 4G, LTE-Advanced, сота, ретранслятор, радиоинтерфейс.

Обоснована актуальность исследований современной технологии 4G LTE-Advanced, ее внедрение ставят своей целью ведущие мировые операторы мобильной связи. Приведены требования к системам беспроводной связи четвертого поколения. Чтобы обеспечить выполнение этих требований для абонентов, находящихся на границе соты, используются ретрансляторы, они позволяют получить более мощный сигнал и увеличить пропускную способность соты. Рассмотрены основные пути внедрения ретрансляции в сети, проанализированы основные особенности существующих ретрансляторов. На основании анализа для будущих исследований выбран наиболее подходящий тип ретранслятора.

Y.A. Yushkevych

LTE/E-UTRAN RELAY NODE RESEARCH AND SELECTION

Donetsk National Technical University, Donetsk, Ukraine

Keywords: Telecommunications, radio resource, 4G, LTE-Advanced, cell, relay node, radio interface.

The relevance of modern technology 4G LTE-Advanced research is substantiated. LTE deployment is the aim of the world leading mobile operators. Requirements for 4G wireless communication system is specified. Relay node is used to fulfill the requirements for cell-edge users. Relay node allows to get more powerful signal and increase cell capacity. Basic ways to implement retranslation are considered, the main features of existing relay nodes are analyzed. Based on the analysis the most suitable type of relay is chosen for future research.

Непрерывное развитие информационных технологий приводит к ежегодному росту объемов трафика и требований к инфокоммуникационным сетям. Это стимулирует разработку новых технологий, которые в состоянии удовлетворить растущие потребности абонентов. На современном этапе развития мировых телекоммуникационных технологий в области мобильной связи актуальны разработка и внедрение стандартов четвертого поколения (4G), которые обеспечивают более высокую скорость передачи данных, и, соответственно, повышение качества услуг, при общем снижении расходов на эксплуатацию телекоммуникационного оборудования. Одна из наиболее актуальных технологий - Long Term Evolution (LTE), которая является развитием сетей UMTS третьего поколения.

Технология LTE позволяет не только передавать данные на средней скорости 10 Мбит/с, но и фиксировать скорость во время движения, что делает пользователя мобильным и независимым от передвижения. Поэтому внедрение 4G, в частности LTE, предоставит операторам возможность расширить спектр услуг. С точки зрения абонентов резкий рост скорости передачи данных существенно улучшит качество предоставляемых услуг, что будет способствовать распространению новых мультимедийных сервисов (онлайн-игр, социальных сетей, видеоконференций, систем мониторинга, интерактивных приложений). Сейчас существует стандарт 3GPP LTE-Advanced, который является улучшением стандарта LTE и официальным беспроводным стандартом связи 4-го поколения. Для более эффективного планирования сети в стандарте LTE-Advanced появились ретрансляторы (Relay Node, RN).

В 2010 году Международный союз электросвязи (МСЭ) официально признал LTE-Advanced стандартом беспроводной связи четвертого поколения 4G. Название технологии происходит от термина "IMT-Advanced" (International Mobile Telecommunications-Advanced), который введен МСЭ для выделения нового поколения мобильных систем.

Требования к системам IMT-Advanced следующие [2, с. 2-8]:

1. совместимость услуг в сетях IMT и фиксированной связи;
2. возможность взаимодействия с другими системами радиодоступа;
3. высококачественные услуги мобильной связи;
4. бонентское оборудование, пригодное для использования по всему миру;
5. глобальный роуминг;
6. улучшенные пиковые скорости передачи данных, достаточные для поддержки современных услуг и приложений (до 100 Мбит/с для ситуации высокой мобильности, до 1 Гбит/с для ситуации ограниченной мобильности).

Стандарт LTE-Advanced предусматривает использование ретрансляторов. Обычно абоненты, находящиеся на границе соты, не имеют возможности получать данные с высокой скоростью. Для того, чтобы обеспечить их услугами с надлежащим уровнем качества, базовая станция должна потреблять больше энергии. Основной целью использования ретрансляторов в сетях LTE является расширение зоны покрытия и повышение скорости передачи данных на границе соты. Ретранслятор усиливает сигнал и передает его на абонентское устройство, это позволяет получить более мощный сигнал и увеличить пропускную способность соты. Ретрансляторы являются автоматически конфигурируемыми устройствами, которые взаимодействуют с базовой станцией через радиоинтерфейс Un, устанавливать и использовать их гораздо проще, чем обычные базовые станции [3]. Базовая станция, которая обслуживает ретранслятор, называется DeNB (Donor eNB), она распределяет радиоресурсы между ретранслятором и собственными абонентами, которых обслуживает через Uu интерфейс.

Существует несколько путей внедрения ретрансляции в сети. Самый простой - использование Amplify & Forward (AF) ретрансляторов, которые были предусмотрены в первом стандарте LTE 3GPP Release 8. Они усиливают сигнал и передают его дальше. Такие ретрансляторы не декодируют сигнал, поэтому не могут обнаруживать и исправлять ошибки. К тому же, вместе с полезным сигналом усиливается также и шум.

Другой тип ретрансляторов Decode & Forward (DF). Эти ретрансляторы разработаны для LTE-Advanced как ретрансляторы II типа. Ретрансляторы последнего типа работают на третьем уровне модели OSI и бывают трех типов:

- Типа I, которые работают почти как самостоятельные БС, они имеют собственный PCID (Physical Cell ID - физический идентификатор соты) и является внутриполосными, т.е. поддерживают связь с БС в той же частотной полосе, что и абонентское оборудование взаимодействует с БС. Это является недостатком, так как возникает потребность передавать данные дважды, соответственно, нерационально используются частотные ресурсы.
- Типа Ia, которые являются внеполосными. Для их работы нужно иметь еще один свободный частотный диапазон или иметь проводную связь ретранслятора с БС.
- Типа Ib, которые вместо внеполосного соединения с БС, принимают и передают данные на той же частоте в то же самое время. Для работы такого ретранслятора нужно использовать специализированные методы обработки цифровых сигналов, такие как предварительное обнуление [1].

С другой стороны, ретрансляторы II типа работают на MAC-уровне, поэтому они способны декодировать потоки данных и исправлять ошибки. Ретрансляторы II типа могут передавать абонентские данные, но не передают управляющую информацию, так как канал управления является общим для всех подключенных абонентских устройств, которые не предусматривают передачу управляющих данных дважды. Поэтому они, в отличие от ретрансляторов I типа, не расширяют зону покрытия соты, так как для этого нужно получать контрольные сигналы от БС. Существующие типы ретрансляторов приведены в таблице 1.1

Таблица 1. Типы ретрансляторов

	Ретранслятор III уровня	Ретранслятор II уровня
Внутриполосный полудуплексный	Тип I	Тип II
Внутриполосный полнодуплексный	Тип Ib	-
Внеполосный	Тип Ia	-

Для дальнейшего изучения влияния ретранслятора на работу соты выбран ретранслятор типа I, так как он может передавать управляющую информацию, например, об уровне сигнала, позволяет сэкономить полосу пропускания и обеспечивает меньшую задержку. Также, для ретрансляторов I типа уже существуют стандарты в рамках LTE-Advanced, тогда как ретрансляторы II типа находятся на стадии разработки.

Литература:

1. 3GPP TR 36.814 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Further Advancements for E-UTRA Physical Layer Aspects (Release 9).

2. Report ITU-R M.2134. Requirements related to technical performance for IMT-Advanced radio interfaces.

3. Воропаєва А.О. Оптимальне управління режимами прийому та передачі телекомунікаційних мереж// Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація. Випуск 1 (24). - Донецьк, ДонНТУ, 2013. С - 89-95.

М.А. Попов

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОГО АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РОСТА КРИСТАЛЛА НА ОСНОВЕ КОСВЕННЫХ ДАННЫХ

Национальный исследовательский университет «МИЭТ», г. Москва, Россия

Ключевые слова: алгоритм, кристалл, метод Киропулоса, выращивание кристалла.

Рассмотрена проблема контроля роста кристалла для метода Киропулса, для решения которой предлагается алгоритм расчета геометрических параметров роста кристалла на основе косвенных данных. В качестве источника входных данных используется сигнал датчика веса. Алгоритм имеет сложную структуру и учитывает множество факторов влияющих на процесс роста кристалла. В результате расчета с помощью алгоритма можно получить различные параметры роста, позволяющие в случае программной реализации алгоритма в виде модуля ростовой установки эффективно управлять процессом роста кристалла.

M.A. Popov

DEVELOPMENT OF AN EFFECTIVE ALGORITHM FOR DETERMINING THE GEOMETRICAL PARAMETERS OF CRYSTAL GROWTH BASED ON INDERECT DATA

National Research University of Electronic Technology, Moscow, Russia

Keywords: algorithm, crystal, Kyropoulos method, crystal growth.

The problem of controlling Kyropoulos method growth process was considered. The algorithm for calculating geometric parameters of crystal growth based on indirect data was offered to solve this problem. Weight sensor signal is used as an input data source. The algorithm has a complex structure and considers many factors affecting the process of crystal growth. Different growth parameters could be obtained with the algorithm. Software implementation of the algorithm as a module of crystal growth equipment could make crystal growth control more effective.

В условиях роста и развития электронной промышленности потребность рынка в полупроводниковых и окисных кристаллах постоянно возрастает, при этом требования к качеству выходной продукции ужесточаются. Использование современных технологий выращивания полупроводниковых и окисных кристаллов в электронике зачастую обеспечивает выход годных, не превышающий 70% веса исходной загрузки, что является недостаточным в условиях высокой конкуренции производителей и потребности в снижении себестоимости. Повышение эффективности производства кристаллов важно не только с т.з. снижения издержек и увеличения

прибыли, но и с т.з. улучшения качественных характеристик получаемых материалов. Возникает необходимость построения алгоритмов и математических моделей технологического процесса, обладающих достаточной полнотой.

Для эффективного контроля процесса роста кристалла важной задачей является получение информации о текущих значениях геометрических величин, характеризующих процесс изменения формы кристалла и мениска. Для кристаллов, выращиваемых широко распространенным методом Киропулоса, получению этих данных напрямую препятствуют, технологические особенности ростовых установок и процесса, в частности высокая температура и давление.

В таких случаях используются алгоритмы вычисления необходимых параметров на основе других характеристик процесса. Аналитический обзор литературы и презентационных материалов ведущих мировых производителей показал, что проблема контроля геометрических параметров роста далека от полного разрешения. Для широко применяемых методов, в частности, метода Киропулоса это зачастую обусловлено недостаточной глубиной проработки алгоритмов и моделей роста кристалла.

Предлагается алгоритм, учитывает множество факторов влияющих на процесс роста кристалла. Алгоритм позволяет по данным датчика веса рассчитать наиболее важные параметры роста.

Показания датчика веса были выбраны в качестве источника входных данных, т.к. это наиболее удобный для получения параметр. Для его получения необходимо лишь наличие самого датчика и эффективная фильтрация сигнала. Для фильтрации используется фильтр Калмана.

Работа алгоритма основана на системе уравнений, имеющих сложные взаимосвязи и учитывающие множество факторов. При расчете применяются различные контуры в зависимости от знака скорости кристаллизации. А так же уровня жидкости в тигле:

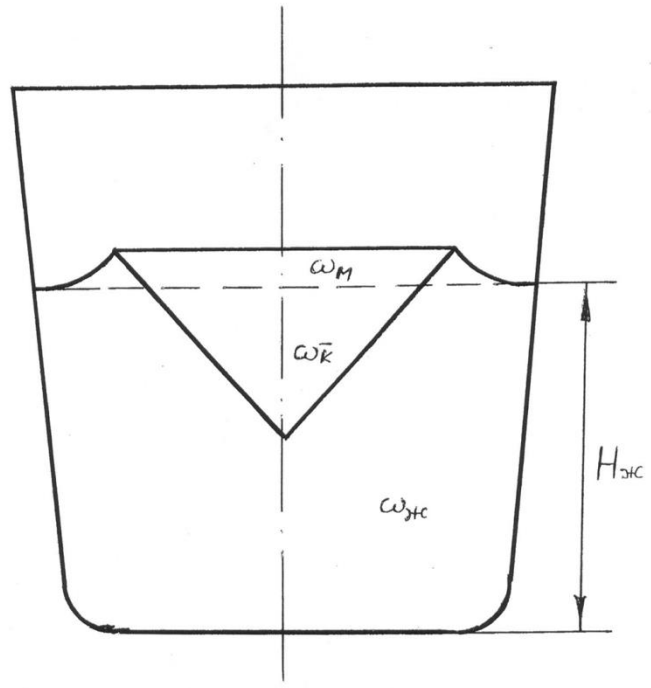


Рисунок 1.

$\omega_{H_ж} = \omega_ж + \omega_к^- - \omega_м$ -баланс объемов в расплаве, где $\omega_м$-объем мениска

Точный учет влияния геометрии тигля(конусности и донного скругления) производится геометрической функцией $H_ж = f(\omega_{H_ж})$,которая является обратной функцией от функции $\omega_{H_ж} = f^-(H_ж)$, имеющей вид:

при $H_ж \le R_c$,

$$\omega_{H_ж} = \pi \int_0^{H_ж} \left[R_Т - (H_Т - R_c) \cdot tg\alpha - R_c + \sqrt{2R_c \cdot H_ж - H_ж^2}\right]^2 dH_ж;$$

при $H_ж \geq R_c$,

$$\omega_{H_ж} = \omega_{H_ж = R_c} + \pi \int_{R_c}^{H_ж} [R_Т - H_Т \cdot tg\alpha + H_ж \cdot tg\alpha]^2 dH_ж.$$

Для вычисления радиуса используется уравнение Эйлера-Лапласа.

$$\begin{cases} h_м = a\left(\dfrac{1 - sin\theta_м}{1 + 0{,}6915\left(\frac{r_к}{a}\right)^{-1{,}1}}\right)^{0.5} & (1) \\ \dfrac{dh_м}{dt} = \dfrac{\partial h_м}{\partial \theta_м} \cdot \dfrac{d\theta_м}{dt} + \dfrac{\partial h_м}{\partial r_к} \cdot \dfrac{dr_к}{dt} & (2) \end{cases}$$

Решается относительно $r_к$, где $\frac{\partial h_м}{\partial \theta_м}$ и $\frac{\partial h_м}{\partial r_к}$ частные производные из уравнения (1).

Рассчитываемый радиус является наиболее важным выходным параметром. График зависимости радиуса от длины кристалла соответствует его геометрической форме кристалла (асимметрия не учитывается).

В силу технологической близости методов Киропулоса и Чохральского без флюса, возможно применение модели для обоих методов с внесением минимальных изменений, что расширяет область ее применения. Ввиду универсальности алгоритма, требующего минимальной адаптации к конкретному материалу и установке и широкому распространению методов Киропулоса и Чохральского без флюса, получаемые результаты могут быть востребованы производителями кристаллов для микроэлектроники, лазерной и оптико-механической промышленности, а также производителями ростового оборудования. Результаты могут использоваться для повышения эффективности контроля за ходом процесса выращивания кристаллов, и, соответственно, повышения качества получаемого материала. Программная реализация разрабатываемых модели и алгоритмов может быть использована в качестве элемента АСУ ТП.

А.В. Борзенко, Н.Г. Бикбулатова

ОТКРЫТЫЕ СТАНДАРТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ ДОКУМЕНТОВ

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики» Уральский технический институт связи и информатики (филиал), г. Екатеринбург, Россия

Описана проблема современных открытых стандартов электронных документов и их использование в программном обеспечении. Сформулированы основные проблемы стандарта Office Open XML (ISO/IEC 29500). Дана характеристика основных версий стандарта.

A.V. Borzenko, N.G. Bikbulatova

OPEN STANDARDS FOR ELECTRONIC DOCUMENTS

Federal State Budget Institution of Higher Professional Education "Siberian State University of Telecommunications and Informatics" Ural Technical Institute of Communications and Informatics (Branch), Ekaterinburg, Russia

Described the problem of modern open standards for electronic documents and their use in the software. The basic problem of the standard Office Open XML (ISO / IEC 29500). Characteristics of main versions of the standard.

Государственные учреждения по всему миру всё больше осознают важность открытых стандартов в области информационных технологий, поскольку последние способствуют реализации права на выбор поставщика программного обеспечения (ПО) и технологий. Использование открытых стандартов дает возможность взаимозамены используемых систем, способствует снижение расходов и продвижению вперёд инноваций. Сама идея того, что для государственного документооборота должен использоваться открытый формат, стала уже сама собой разумеющейся, а использование открытых стандартов рассматривается как неотъемлемая часть стратегий создания систем электронного правительства.

Хотя данная тенденция нашла отражение в создании открытого формата документов Open Document Format (ODF), который получает всё большее признание и постепенно начинает использоваться всё большим числом госучреждений, в то же время продолжается неразбериха с реализацией стандартов, претендующих на статус альтернатив для ODF.

В первую очередь необходимо понимать, что, когда речь идёт о стандартах, успешность измеряется в том, какие проблемы стандарт позволяет решить и какие он предоставляет возможности для инноваций. Чаще всего среди причин создания и введения открытых стандартов в области информационных технологий называют потребность в интероперабельности, обеспечение возможности выбора и гибкости.

В противоположность этому, формат Office Open Xml (OOXML) возник как реакция Microsoft на проблему отсутствия у них подходящего стандарта, осознанную в середине 2005 года, когда госучреждения начали требовать открытых стандартов, Евросоюз призывал к открытию форматов документов и всеми были действительно осознаны риски зависимости от одного поставщика. Без наличия в офисном ПО поддержки формата документов, соответствующего некоторому открытому стандарту, использование Microsoft Office в госучреждениях в разных странах могло встать под угрозу, в особенности в связи с тем, что открытым стандартам стали давать предпочтение.

При такой поспешности и довольно нелепых попытках переработать существующий проприетарный стандарт под требуемые цели, OOXML был создан без достаточных усилий к

достижению общего отраслевого решения, без попытки вместе с конкурирующими сторонами выработать приемлемый для всех индустриальный стандарт.

Возникло множество замечаний, указывающих на то, в каких аспектах OOXML зависит от операционной системы Windows. И только после целого ряда изменений, внесённых Microsoft в спецификацию, ISO согласилась признать его допустимым.

По сути, для того чтобы добиться принятия спецификации в качестве международного стандарта ISO, Microsoft согласилась вынести части OOXML, которые были зависимыми от ОС Windows и могли бы успешно быть реализованы только самим Microsoft, в «Переходную» часть стандарта, использование которой должно было быть ограничено исключительно переводом старых документов Microsoft Office в новые. Было недвусмысленно заявлено, что эта «Переходная» часть спецификации не должна использоваться для создания новых документов.

Конечным результатом стало утверждение спецификации OOXML в марте 2008 года в качестве стандарта ИСО/МЭК (ISO/IEC 29500) и признание двух его разновидностей — «Строгой» и «Переходной».

После нескольких лет с того момента, как OOXML был одобрен ИСО в качестве международного стандарта, формат всё ещё продолжает существовать в нескольких редакциях, ни одна из которых в точности не соответствует тому, что использует Microsoft в своих офисных программных продуктах.

Версия OOXML, утверждённая ECMA (ECMA 376). Данная версия была отвергнута ISO. Она некоторым образом соответствует тому, что выдаёт на выходе Office 2007, однако не содержит определений скриптов, макросов, DRM, привязок к Share Point и т.д. Данная версия содержит также множество зависимостей от платформы Windows. Использование ECMA-376, по существу, приковывает пользователей к продукту Microsoft Office.

«Строгая» (Strict) версия ISO/IEC 29500. Именно данная версия выдвигалась ISO для целей создания новых документов. Однако ни Office 2007, ни Office 2010 не могут записывать документы в «строгом» формате OOXML. Microsoft не давала никаких публичных обязательств относительно того, когда OOXML “Strict” будет полностью реализован.

«Переходная» (Transitional) версия ISO/IEC 29500. Вариант стандарта, который, по заявлениям ISO, не должен использоваться для новых документов. Ни Office 2007, ни Office 2010 не реализуют данную версию в точности. Более того, Office 2010 пишет документы с использованием нестандартной формы OOXML “Transitional”, которая включает много проприетарных расширений. Стандарт ISO не был дополнен данными расширениями с использованием обычной процедуры стандартизации.

Тот факт, что Microsoft, не реализуя «Строгую» версию стандарта, частным образом расширяет «Переходную» версию, означает, что те улучшения, которые позволили OOXML пройти стадию утверждения в ISO, на данный момент игнорируются.

Сложившаяся ситуация объясняет проблемы в поведении и отображении документов в различных программных решениях разных производителей. Несоответствие внутренней структуры файлов, создаваемых в офисных пакетах разных производителей порождает внезапные коллизии при просмотре и редактировании таких документов. Основой построения любых приложений для работы с офисными документами является синтаксический движок, осуществляющий анализ структуры и содержания xml файлов описывающих структуру соответствующего документа. Создание универсального движка позволило бы избавиться от разночтений различных редакций стандарта и избежать различия при построении и отображении документов. Однако это несет в себе множество сложностей. Разработка такого программного продукта несет в себе огромное количество трудозатрат. Экономическим обоснованием такой разработки может стать создание системы электронного правительства и ее интеграция со стандартом OOXML.

Хотя не все организации, использующие открытые стандарты, одинаковы, в целом они стараются избегать зависимости от конкретного поставщика, снижать затраты, повышать совместимость, расширять доступ общественности к официальным документам и обеспечивать их долговременное хранение. Некоторые, но не все, также явно озвучивают цель способствования развитию конкуренции и даже способствования использованию открытых стандартов.

Не зависимо от того, к первой или второй области относятся цели того или иного госучреждения, до тех пор, пока со стороны Microsoft и других поставщиков ПО не будет полной поддержки «Строгой» версии OOXML (ISO/IEC 29500), госучреждения, полагающиеся на любые версии OOXML, могут расчитывать лишь на зависимость от конкретного проприетарного решения,

которое не будет соответствовать их основным целям и запросам.

Литература:
1. http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=51463
2. http://www.ecma-international.org/ publications/standards/Ecma-376.htm
3. http://www.ifap.ru/library/book374.pdf

О.Ю. Звягинцева, О.А. Мухорьянова

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ БИЗНЕСА

Российский государственный социальный университет, филиал в г. Ставрополе, г. Ставрополь, Россия

Ключевые слова: информация, информационная безопасность, система, свойства систем, коммерческая информация, коммерческая тайна.

Описаны проблемы информационной безопасности бизнеса в условиях современной экономики, описаны цели и способы получения конфиденциальной информации о работе предприятий-конкуретнтов, определена необходимость обеспечения защиты коммерческой информации предприятий от несанкционированного доступа.

O.Yu. Zvyagintseva, O.A. Mukhoryanova

ACTUAL PROBLEMS OF INFORMATION SECURITY OF BUSINESS

The Russian state social university, branch in Stavropol, Stavropol, Russia

Keywords: information, information security, system, properties of systems, commercial information, trade secret.

Problems of information security of business in the conditions of modern economy are described, the purposes and ways of obtaining confidential information on work of the enterprises-rivals are described, need of ensuring protection of commercial information of the enterprises from unauthorized access is defined.

В настоящее время, в век информационных технологий, безопасность в области информации является одной из самых важных проблем для общества. Обеспечить безопасность информации – задача, которую ставят перед собой не только специалисты в области безопасности, но и руководители организаций. Информационная безопасность – одна из наиболее важных сфер в бизнесе.

Информационная безопасность – это состояние объекта, при котором воздействие на его информационную сферу не повлечет за собой существенного ущерба либо вреда. В бизнесе информационная безопасность базируется на четырех основных факторах: экономический, социальный, политический и технический.

Реальность современных экономических условий такова, что ведение бизнеса невозможно без внедрения компьютеров и использования компьютерных технологий. Эти процессы значительно упростили работу в данной сфере. Но наряду с этим появились и проблемы, наиболее серьезной из которых является защита информации.

К сожалению, существует большое количество проблем, «слабых мест» в системе защиты информации, например, в электронной коммерции. Когда человек подключается к Интернету, он непосредственно имеет дело с системами. Интернет – сложная система, соединяющая миллионы компьютеров по всему миру.

Системы имеют несколько особенных свойств:

1. Сложность: любая компьютерная программа создается по определенному шаблону, модели. После создания программа подвергается доработке и корректировке. Так,

информационные системы безопасности строятся по принципу защиты бизнеса.

2. Неожиданность: утечка информации может происходить быстро.
3. Сбои в работе: при сбое работе программное обеспечение может стать уязвимым.

Сочетание этих свойств порождает возможность несанкционированного доступа.[3]

Например, осенью 2013 года российские технические специалисты обнаружили в прибывшей партии китайской бытовой техники ЧИПы, рассылающие спам и вирусы через Wi-Fi. В Санкт-Петербурге также в партии бытовой техники, прибывшей из Китая, при детальном обследовании технические эксперты обнаружили специальные чипы, которые при подключении бытового прибора в сеть сканируют окружающее пространство в радиусе 200 метров на предмет обнаружения устройств, работающих по протоколу Wi-Fi. И если чипу не удавалось подключиться к незащищенным устройствам, он начинал рассылать спам и вирусы.

Для защиты информации нужно представлять себе вероятные пути несанкционированного получения информации, а также возможные угрозы утечки информации. Сбор информации о хозяйственной деятельности ведется повсеместно, как с целью изучения потенциальных возможностей конкурентов, так и с целью определения его сильных и слабых сторон.

Применяются следующие способы получения информации о конкурентах:

1. Получение информации через агентов фирмы о конкурирующей организации, от специалистов соперника на выставках, на биржах и так далее;
2. Подкуп работников конкурирующей фирмы, который за вознаграждение снабжает данную фирму конфиденциальной информацией;
3. Добывание информации о конкурентах путем засылки агента в фирму для добывания конфиденциальной информации;
4. Наблюдение за работой фирмы-конкурента. [1]

Широко известен термин «утечка» информации, под которой понимается ее несанкционированное разглашение. Основным признаком, характеризующим утечку информации, считается факт завладения защищаемой информацией лицом, которому доступ к ней категорически запрещен.

Утечка информации происходит либо из-за нарушения правил защиты, либо из-за принятия недостаточных мер защиты информации, поэтому для руководства, пытающегося уберечь доступ к коммерческой информации, изыскание способов минимизация угроз являются одной из актуальных задач современного ведения бизнеса.

Коммерческая информация является коммерческой тайной – то есть той информацией, которую организация имеет право скрыть. В качестве мероприятий, проводимых на предприятии по определению сведений, относящихся к коммерческой тайне, можно выделить:

1. Создание комиссии из числа специалистов ведущих структурных подразделений, которая будет выполнять различного рода экспертные функции;
2. Выработка членами созданной комиссии определенного варианта списка признаков, определяющих коммерческую тайну;
3. Анализ списка признаков;
4. Утверждение списка руководителем.

При этом всю информацию организации делят на информацию стратегического характера, технологическую и деловую информацию.

Защита информации всегда требует затрат, следовательно, организации следует определить именно ту информацию, в которой нет ничего лишнего, и которая действительно представляет определенный интерес. [2]

Способы защиты информации обычно классифицируют по двум признакам: владельцу информации и по группам используемых для защиты информации сил, средств, а также методов.

К первой группе могут быть отнесены следующие направления:

- защита государственной тайны
- защита коммерческой тайны.

Ко второй группе относятся следующие основные направления:

- правовая защита информации,
- организационная защита информации,
- программно-математическая защита информации.

Организация в процессе своей деятельности должна принимать меры по защите

коммерческой тайны, а именно: контроль со стороны руководства предприятия и специалиста по безопасности, выявление каналов утечки защищаемой информации и, безусловно, мероприятия по их устранению.

Таким образом, информационная безопасность бизнеса на сегодняшний момент – одна из важнейших областей деятельности организаций. И защита, выстраиваемая в этом направлении, обязательно должна учитывать основные свойства системы – сложность, непредсказуемых действий и возможные сбои в работе.

Литература:

1. Мухорьянова О.А, Недвижай С.В. Компьютерные технологии как инновационная составляющая деятельности туристских предприятий // Наука и образование в XXI веке: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции (г. Тамбов, 30 сентября 2013 г.): в 34 частях. Часть 27; М-во образ. И науки РФ. Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука_Общество», 2013. - 165 с.
2. Силаенков А.Н. Проектирование системы информационной безопасности: учеб. пособие – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2009. – с. 100
3. Чашкин В.Н. Управление информационной безопасностью как элемент системы управления информационно-технологической деятельностью организации / Безопасность информационных технологий. 2009. № 1. с. 123-124.

К.И. Ильницкая, Ю.В. Заварыкина

КРИПТОГРАФИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Уральский юридический институт МВД России, г. Екатеринбург, Россия

Ключевые слова: криптология, криптография, шифрование, технические средства охраны, электронная подпись.

Описанынекоторые исторические моменты возникновения криптографии как науки, методы криптографического представления информации.Рассмотрены различные способы шифрования информации. Приведены сферы применения криптографии в современном обществе– от шифрования данных при передаче информации (что было целью криптографии с давних времен), хранении и обработки паролей до криптографической защиты военной радиосвязи.Уделено внимание электронной подписи, как объекту, полученному в результате криптографического (шифровального) преобразования информации и позволяющего удостовериться в целостности и аутентичности данных.

K.I. Ilnitskaya, Y.V. Zavarykina

CRYPTOGRAPHIC PROTECTION OF INFORMATION: HISTORY AND MODERNITY

Ural law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Yekaterinburg, Russia

Keywords: cryptologia, cryptography, encryption, technical means of protection, electronic signature.

Describes some of the historical times of cryptography as a science, cryptographic methods of information presentation. We discuss different methods of data encryption. Given the scope of application of cryptography in modern society – from the data encryption in the transmission of information (what was the purpose of cryptography from ancient times), storage and handling passwords to cryptographic protection of military communications. Paid attention to the electronic signature, as the object received as a result of cryptographic (encryption) of information transformation and allows to verify the integrity and authenticity of data.

На протяжении многих вековшифры, коды, тайные знаки и тайные языки использовались для маскировки информации – сокрытия от посторонних смысла передаваемых сообщений. По мере совершенствования способов коммуникации потребность в маскировке информации увеличивалась. Соответственно увеличивалась потребность раскрывать секреты. Между теми, кто составляет тайные сообщения, и их противниками – теми, кто пытается разгадать их смысл, родилась криптология. Название происходит от греческих слов *kryptos* – «тайный», «скрытый» и *logos* – «слово», «знание». Криптология включает в себя два противоположных направления: криптографию –методы маскировки информации и криптоанализ– методы раскрытия этой информации.

Словарь Ожегова понятие криптография трактует как тайнопись. Существуют различные определения криптографии.

Криптография (*cryptography*) – наука о способах преобразования (шифрования) информации с целью защиты ее от незаконного или нежелательного использования. Одним из видов такого преобразования является шифрование информации, которое призвано обеспечивать практическую невозможность ее прочтения или изменения незаконными пользователями.

Изначально криптография изучала методы шифрования информации – обратимого преобразования открытого (исходного) текста на основе секретного алгоритма или ключа в шифрованный текст (шифротекст).

Имеются свидетельства, что криптография, как техника защиты текста, возникла вместе с письменностью, что способы тайного письма были известны уже древним цивилизациям Индии, Египта и Месопотамии. Первым упоминанием об использовании криптографии принято считать использование специальных иероглифов около 3900 лет назад в Древнем Египте.

Известно, что в конце V века до н.э. для скрытия передаваемых сообщений в войне Спарты против Афин использовалась «скитала» (известный как шифр Древней Спарты). Скитала представляла собой длинный стержень, на который наматывалась лента из пергамента. На ленту наносился текст вдоль оси скиталы, так, что после разматывания текст становился нечитаемым. Для его восстановления требовалась скитала такого же диаметра.

Рисунок 1. Скитала

В Средние века криптография широко используется дипломатами, купцами и даже простыми гражданами (моноалфавитные шифры, характеризуются однозначным соответствием символов исходного текста и символов шифротекста). Постепенно, по мере распространения техники частотного криптоанализа, шифры усложняются, что приводит к появлению шифров омофонической замены (каждый символ открытого текста заменяется на один из нескольких возможных символов), а затем и полиалфавитных(многоалфавитных) шифров.

Первая организация, посвятившая себя целиком криптографии, была создана в Венеции (Италия) в 1452 году. Три секретаря этой организации занимались взломом и созданием шифров по заданиям правительства. В 1469 году появляется шифр пропорциональной замены «Миланский ключ».

В 1550 году итальянский математик ДжероламоКардано (GirolamoCardano), состоящий на службе у папы римского, предложил новую технику шифрования – решётку Кардано.Этот способ сочетал в себе как стеганографию (искусство скрытого письма), так и криптографию. Затруднение составляло даже понять, что сообщение содержит зашифрованный текст, а расшифровать его, не имея ключа (решётки) в то время было практически невозможно.

В XIX веке были сформулированы требования, которым должна удовлетворять любая защищённая система (Огюст Керкгоффс), открыт метод, позволяющий быстро и эффективно вскрывать практически любые шифры того времени (Фридрих Касиски).

В начале 1920-х годов почти одновременно в разных странах появляются патенты и электромеханические машины, использующие принципы криптографического диска (ротора) и автоматизирующие процесс шифрования, появляются первые шифровальные машины.

Рисунок 2. Шифровальная машина Энигма

В настоящее время криптография включает множество различных разделов: симметричные криптосистемы, асимметричные криптосистемы, системы электронной подписи, управление ключами, хеш-функции, получение скрытой информации, квантовую криптографию.

Перечислим лишь некоторые сферы применения криптографии в современном информационном обществе:

1. Шифрование данных при передаче по открытым каналам связи (например, при совершении покупки в Интернете сведения о сделке, такие как адрес, телефон, номер кредитной карты, обычно зашифровываются в целях безопасности).
2. Обслуживание банковских пластиковых карт.
3. Хранение и обработка паролей пользователей в сети.
4. Сдача бухгалтерских и иных отчетов через удаленные каналы связи.
5. Банковское обслуживание предприятий через локальную или глобальную сеть.
6. Безопасное хранение данных на жестком диске компьютера (в операционной системе MSWindows даже имеется специальный термин – шифрованная файловая система (EFS)).
7. Криптографическая защиты мобильной информации, предварительное шифрования данных, передаваемых по каналам Wi-Fi или сетям GSM-операторов.(применяются сертифицированные средства криптографической защиты).
8. Хранения данных, полученных во время последнего сеанса связи с корпоративным сервером. Данные сохраняются в памяти устройства и нуждаются в защите, как правило, с применением шифрования. Такой подход получил название «контейнеризация».
9. Криптографическая защита используется для военной радиосвязи технических средств охраны и правоохранительных органов и для передачи ценной научной, технологической и коммерческой информации. Существуют простые и эффективные алгоритмы криптокодирования, помехоустойчивого кодирования, передачи пакетов сигналов. Эти алгоритмы разработаны на базе теории сигналов, криптографии и помехоустойчивого кодирования.
10. Использование электронной подписи (реквизит электронного документа, полученный в результате криптографического (шифровального) преобразования, предназначенный для защиты этого документа от подделки, а также от внесения несанкционированных изменений). Сфера правоотношений по применению электронной подписи в Федеральном законе Российской Федерации от 6 апреля 2011 года № 63-ФЗ «Об электронной подписи» не ограничена. Федеральный закон регулирует отношения в области использования электронных подписей при совершении гражданско-правовых сделок, оказании государственных и муниципальных функций, при совершении иных юридически значимых действий, а также правоотношения в сфере взаимодействия с госорганами, что является одним из этапов формирования электронного правительства в стране.

Защита информации от несанкционированного доступа всегда являлась одной из важнейших проблем информационного взаимодействия. Криптография является одним из мощных средств обеспечения конфиденциальности и контроля целостности информации. Во многих отношениях она занимает центральное место среди программно-технических методов безопасности.

В век компьютеров, телекоммуникаций, новых информационных технологий, использование которых неизбежно влечет за собой появление новых рисков утечки данных, поэтому всегда будет возникать необходимость в защите передаваемой информации.

Литература:

1. Жуков А.Е. Математические модели криптографии // защита информации. Инсайд. 2011, № 5, с.78-83.

2. Жуков А.Е. Математические модели криптографии // защита информации. Инсайд. 2011, № 6, с.40-46.

3. Кан Дэвид. Война кодов и шифров: История четырех тысячелетий криптографии / Пер. с англ. Е.С. Алексеева. – М.: РИПОЛ Классик, 2004. – 528 с.

4. Капустина А.Г. Федеральный закон об электронной подписи – что нового? // Защита информации. Инсайд. 2011, № 3, с. 20-22.

5. Поляков А.С. Простой способ шифрования информации // Защита информации. Инсайд. 2011, № 5, с. 84-87.

6. Риксон, Фред Б. Коды, шифры сигналы и тайная передача информации / Фред Б. Риксон; пер. с англ. А. Галыгина. – М.: АСТ: Астрель; Владимир: ВКТ, 2011. – 656 с.

А.С. Один

СРЕДСТВО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ РАДИОСВЯЗИ: ИМИТАТОР РАДИОСЕТЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Московский технический университет связи и информатики, г. Москва, Россия

Ключевые слова: имитация радиосетей специального назначения, моделирование радиосигналов, радиоэлектронная борьба, сложная сигнальная обстановка.

В статье представлена одна из развивающихся технологий радиоэлектронной борьбы, обеспечивающая безопасность радиосвязи, и описано реализующее ее устройство. Раскрыты назначение, принцип действия, выполняемые функции, структура имитатора радиосетей специального назначения и перечислены особенности его работы. Раскрыты способ задания параметров для моделей радиосигналов и алгоритм их реализующий. Приведена структура формируемых имитатором радиосигналов. Указана технология, на базе которой реализован имитатор, и преимущества ее использования. Перечислены области применения имитатора радиосетей.

A.S. Odin

TECHNOLOGY OF SAFETY RADIO: SPECIAL RADIO NETWORKS SIMULATOR

Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow, Russia

Keywords: simulation of special radio networks, modeling of radio signals, complex signal environment, electronic warfare.

Presented one of the emerging technologies of electronic warfare, providing safety radio network and described realizing device. Revealed assignment, operating principle, functions, structure of the special radio network simulator and listed features of work. Disclosed the method for parameter setting models of radio signals and implemented algorithm. Presented the structure of radio signals formed by simulator. The article contains base technology of the simulator implementation and the using advantages. Listed simulator

application fields.

Переход информации в разряд важнейших ресурсов человечества и возникновение проблем обладания этими ресурсами ведет к пересмотру основных стратегических концепций ведения боевых действий в XXI веке.[1]

Современный этап развития радиоэлектронной борьбы (РЭБ) характеризуется бурным развитием информационных технологий и внедрением их в вооруженные силы, возникновением в развитых зарубежных странах новых концепций ведения вооруженной борьбы, таких как "Информационное превосходство", "Информационная война", "Информационные операции" и др.[2]

Одним из способов нарушения эффективной работы или срыва операций по радио- и радиотехнической разведке (РРТР) противника являются средства РЭБ, способные в автоматическом режиме имитировать работу средств радиосвязи собственных войск. К таким средствам РЭБ относятся автоматизированные имитаторы радиосетей специального назначения, способные создавать ложную радиоэлектронную обстановку (радионаправлений и радиосетей узлов связи пунктов управления) для отвлечения усилий радиоразведки противника на идентификацию и отбраковку имитационных сигналов.

Целью имитатора радиосетей специального назначения является создание сложной сигнальной обстановки для снижения эффективности работы средств РРТР противника при условии электромагнитной совместимости с радиосредствами собственных войск.

Работа имитатора направлена на увеличение времени вскрытия радиосети средствами РРТР противника, снижение эффективности воздействия на собственные радиоэлектронные объекты средств функционального поражения, радиоэлектронного подавления и самонаводящегося на излучения оружия противника, а также имитацию функционирования узлов связи в районах, оставленных после передислокации войск.

Размещение на местности и использование таких имитаторов позволяет добиться информационного превосходства над противником, а в случае применения им средств обычного и высокоточного поражения по источникам радиоизлучений - отвлечь эти средства на нанесение ударов по ложным объектам и тем самым сохранить личный состав, вооружение и военную технику.

Для эффективной защиты УС имитатор радиосетей:

- формирует и излучает радиосигналы с заданными оператором параметрами, тождественные сигналам истинных радиосредств;
- управляется дистанционно и имеет возможность оперативно менять режим работы в соответствии с изменением оператором параметров излучаемых радиосигналов;
- создает сложную сигнальную обстановку и безостановочно нагружает средства РРТР противника.

Основной частью имитатора радиосетей является устройство формирования сигналов (УФС), реализованное на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), выполняет функции источника (генератора) передаваемой ложной информации, задающего генератора частоты, генератора псевдослучайного (ГПС) кода, синтезатора частот, модулятора, полифазного фильтра и смесителя.

Структурная схема имитатора радиосетей специального назначения приведена на рис. 1.

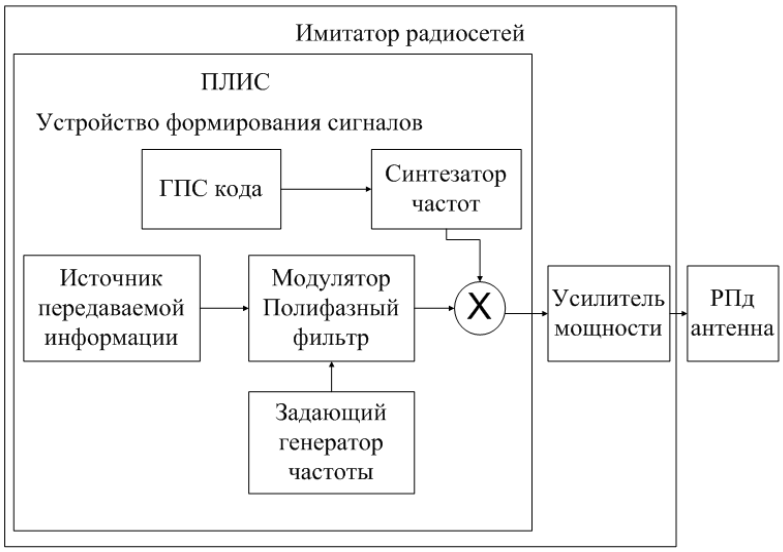


Рисунок 1. Структурная схема имитатора радиосетей

Задающий генератор частоты формирует несущий сигнал на заданной частоте и модулирует его информационным сигналом, сформированным на основе исходных данных (параметров сигнала) и псевдослучайно сгенерированных данных. Сигнал фильтруется и интерполируется полифазным фильтром, поступает на смеситель. При работе в режиме псевдослучайной перестройки рабочей частоты синтезатор частот на основе ГПС кода задает алгоритм перестройки несущей частоты. Сформированный таким образом сигнал усиливается в корпусе имитатора и излучается передающей антенной.

Структурная схема описанного алгоритма формирования радиосигналов представлена на рис.2.

Рисунок 2. Структурная алгоритма формирования радиосигналов

Имитатор радиосетей на основе ПЛИС имеет следующие особенности:

- малые массогабаритные характеристики, что позволяет эффективно использовать его и активно перемещать на местности;
- возможность имитации существующих средств связи с расчетом на их модернизацию;
- масштабируемость, достигающаяся увеличением объема оперативной памяти, обновлении прошивки ПЛИС и обновлением текущей версии специального

программного обеспечения (СПО).

СПО предназначено для дистанционного управления имитатором радиосетей, оно представляет собой интерфейс оператора и используется для:

- ввода оператором значений исходных данных (параметров) для формирования модели сигнала и срочного запуска ее на излучение;
- редактирования параметров созданных моделей сигналов;
- управления и слежения за процессом работы имитатора в реальном масштабе времени;
- защиты паролем доступа к возможности ввода параметров сигнала оператором.[3]

Оператор поочередно заполняет поля, выбирая параметры формируемых моделей сигналов.

Применение СПО предоставляет следующие удобства при управлении имитатором радиосетей:

- работу имитатора в режиме многоканального программно-регулируемого изменения типов модуляции, битовой скорости, времени излучения и режимов расширения спектра;
- передачу радиосигналов по КВ/УКВ радиоканалам с привязкой к масштабу реального времени.

В эфир имитатор радиосетей излучает радиосигнал следующей структуры (рис. 3):

Рисунок 3.Структура модели радиосигнала

Представленная технология используется в имитаторах радиосетей специального назначения, а также может быть задействована в комплексах радиоподавления, создаваемых в интересах уженных сил и других силовых ведомств РФ. Имитаторы радиосетей находят применение в оснащении опытных районов при испытании существующих и модернизированных образцов техники радиосвязи, для оценки электромагнитной совместимости и помехозащищенности радиосетей, что позволяет повысить эффективность проведения натурных испытаний.

Литература:

1. Сахнин А.А. Игнатов В.В. Радиоэлектронная защита систем и средств связи. – СПб.: Тема, 2001, с. 7-8

2. Кубанков А.Н. и др. Информационная безопасность. – М.: Физтех, 2009, с.2-3.

3. Белов В.Б., Козачек Н.В., Один А.С. и др. Имитатор радиосетей // Отчет по ОКРОАО«ВНИИ «ЭТАЛОН», 2013, с.14-88.

А.А. Замула, *Е.А. Островерхова, *М.А. Корниенко

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина, г. Харьков, Украина
*Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков, Украина

Ключевые слова: эффективность инвестиций, система защиты информации, оценка эффективности, информационная безопасность, финансовые методики.

В докладе рассматриваются подходы к определению необходимости создания защищенных систем обработки информации, и в частности предлагаются методы оценки эффективности инвестиций в построение систем защиты информации. Особое внимание уделяется традиционным финансовым методам, как наиболее аргументированным с математической точки зрения. Но, поскольку эти методы являются лишь небольшой частью разнообразной группы методов, используемых для оценки экономической эффективности, предлагается разумное сочетание множества методов для получения оптимального вывода о целесообразности вложения средств.

A.A. Zamula, *E.A. Ostroverkhova, *M.A. Kornienko

METHODS ANALYSISOFEVALUATION OF THE INVESTMENT EFFICIENCYIN INFORMATION SECURITY SYSTEMS BUILDING

V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine
*Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine

Keywords: investment efficiency, information security system, efficiency evaluation, information safety, financial methods.

In the report, the approach todetermining the need for a secure information processing systemswas considered, namely the methods of evaluation of the investment efficiency in information security systems building were considered here. Particular attention is paid to traditional financial methods as the most reasoned from a mathematical perspective. But since these methods are only a small part of a diverse group of methods used to evaluation the cost-effectiveness, they must be reasonable combination for optimal conclusion the appropriateness of investing.

В информационно-телекоммуникационных системах (ИТС), в которых обрабатывается информация с ограниченным доступом и некоторые виды открытой информации, должны создаваться так называемые комплексные системы защиты информации (КСЗИ) с подтвержденным соответствием. Подтверждение соответствия реализуется на основе проведения государственной экспертизы в соответствии с действующим законодательством [1]. Одним из требований к построению системы защиты информации в ИТС является ее экономичность. Это значит, что затраты на построение КСЗИ должны определяться по принципу «стоимость – эффективность», а также инвестиции в КСЗИ должны быть окупаемыми, а значит не превышать возможных убытков от реализации угроз информационной безопасности.

Можно выделить несколько критериев оценки эффективности инвестиций в информационную безопасность:

- оценка по денежным потерям;
- оценка рисков;
- оценка выгоды;
- уменьшение вероятности инцидента;

– систематизация данных.

Оценка по денежным потерям и оценка выгоды – понятия с обратной зависимостью. Нет смысла в создании системы защиты информации, убытки от утечки которой в будут меньше затрат на ее создание. Именно поэтому проектированию системы защиты должен предшествовать процесс оценки стоимости информации и выгоды от ее защити.

Для расчета оценки инвестиций могут использоваться несколько разных методик:

– традиционные финансовые методы;
– вероятностные методы;
– методы качественного анализа.

Вероятностные методы позволяют оценить вероятность возникновения риска информационной безопасности и появления новых возможностей от КСЗИ (повышение конкурентоспособности КСЗИ и ИТС в целом, снижение возможных рисков и т. п.). К вероятностным методам относят метод обеспечения экономической целостности, метод прикладной информационной экономики и метод реальных опционов, учитывающий возможности изменения условий и выбора [2].

Методы качественного анализа используют не только количественные, но и качественные показатели, а именно: рассматривают цели, приоритеты и соответствующие показатели проектов систем защиты информации [3]. К методам качественного анализа относят метод управления портфелем активов, метод потребительского индекса, метод информационной экономики, экспертные методы, а также сбалансированная оценочная ведомость.

К финансовым методам оценки эффективности инвестиций относят метод чистого приведенного дохода, метод внутренней нормы доходности, метод периода окупаемости, методы оценки возврата инвестиций, метод совокупной стоимости владения, метод совокупного экономического эффекта, метод быстрого экономического обоснования, метод экономической добавленной стоимости и другие. В докладе приводится ананлиз указанных методов.

Метод экономической добавленной стоимости (*EVA*) оценивает доходы и одновременно учитывает капитал, использованный для получения этих доходов:

$$EVA = NOPAT - PC = (ROTA - WACC) \cdot TA, \quad (1)$$

где *NOPAT* – чистая операционная прибыль после выплаты налогов, *PC*– плата за капитал, *ROTA*– доходность совокупных активов, *TA* – совокупные активы, *WACC* — средневзвешенные затраты на капитал.

Метод совокупной стоимости владения(*TCO*) рассчитывает общую величину целевых затрат для того, чтобы ее можно было количественно оценить и сравнить в дальнейшем с прибылью:

$$TCO = DC + IC1 + IC2, \quad (2)$$

где *DC*– прямые затраты, *IC1*и *IC2* – косвенные затраты разных категорий

Метод оценки возврата инвестиций (*ROI*) предполагает расчет показателя:

$$ROI = \frac{Eff(I)}{I}, \quad (3)$$

где *I*– инвестиции, а*Eff(I)* – эффективность возврата инвестиций. Если *ROI* больше единицы – инвестиции прибыльны, если меньше – убыточны.

Метод чистого приведенного дохода (*NPV*) позволяет сопоставить величины инвестиций в КСЗИ с общей суммой денежных средств, поступающих в течении прогнозируемого срока инвестиций:

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{CIF_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^{n} \frac{COF_t}{(1+r)^t}, \quad (4)$$

где *CIFt* – денежные поступления, *COFt* – денежные выплаты, *t* – период реализации инвестиционного проекта, *(1+r)* – коэффициент дисконтирования.

Метод *NPV* показывает, действительно ли данные инвестиции в течение жизненного цикла КСЗИ достигают использованного в расчетах уровня доходности r. Если *NPV* больше нуля, то проект возместит первоначальные затраты, обеспечит получение прибыли при заданной ставке r, а также резерв равный величине *NPV*, в данном случае проект следует принять. Если *NPV* равно нулю, то инвестиционный проект окупит затраты, но не принесет дохода. Если *NPV* меньше нуля, то проект является убыточным, принимать его не стоит. Недостатками данного метода являются: невозможность оценить порог рентабельности и запас финансовой прочности.

Метод внутренней нормы доходности (*IRR*) рассчитывает такую ставку, при которой дисконтированная стоимость чистых поступлений от КСЗИ равна дисконтированной стоимости от инвестиций в КСЗИ, а величина чистого приведенного дохода – нулю:

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{CIF_t}{(1+IRR)^t} - \sum_{t=1}^{n} \frac{COF_t}{(1+IRR)^t} = 0 \quad . \qquad (5)$$

Рассчитанная *IRR* позволяет сделать выводы: если *IRR* больше r, инвестиционный проект обеспечивает положительную *NPV* и его следует принять; если *IRR* меньше r, то инвестиционные затраты превышают доходы по проекту и проект принимать не следует.

Недостатками данного метода являются: нереалистичное представление о ставке реинвестирования получаемых доходов по ставке *IRR*, а также непригодность *IRR* для анализа неординарных инвестиционных потоков.

Метод периода окупаемости (*PP*) позволяет оценить промежуток времени, через который осуществится полный возврат инвестиций за счет доходов от реализации КСЗИ:

$$PP = t + Ot, \qquad (6)$$

где*t* – количество периодов, предшествующих году, в котором был осуществлен полный возврат инвестиций (в частном случае – количество лет);

Ot – остаток года, в котором был осуществлен полный возврат инвестиций.

PP считается приемлемым, если он меньше установленного срока жизни КСЗИ, и не принимается, если КСЗИ не окупается до ликвидации.

Метод совокупного экономического эффекта (*TEI*)учитывает как затраты, так и результаты применения КСЗИ, гибкость с учетом возможных рисков.Следует давать три оценки: затраты на КСЗИ, получаемые результаты от их реализации, гибкость КСЗИ с учетом рисков.

Но несмотря на серьезную концептуальную основу – классическую теорию определения экономической эффективности, для данных методов характерна ограниченность применения. Соответственно, для принятия обоснованного решения о целесообразности инвестиций в систему защиты информации только традиционных финансовых методов не достаточно, их необходимо использовать в комплексе с вероятностными методами и методами качественного анализа.

Литература:

1. Горбенко І. Д., Горбенко Ю. І. Прикладна криптографія. Теорія. Практика: Монографія. – Х.: «Форт», 2012, – 870 с.

2. Басовский Л. Е. Экономическая оценка инвестиций / Л. Е. Басовский, Е. Н. Басовская. – М.: ИНФРА-М, 2007 – 241 с.

3. Левкина Н. Н. Вероятностные и качественные методы оценки эффективности инвестирования объектов интеллектуальной собственности / Н. Н. Левкина // Вопросы экономических наук. 2009 №1 (34).

А.В. Плясунова, О.А. Мухорьянова

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТЕЖЕЙ

Российский государственный социальный университет, филиал в г. Ставрополе, г. Ставрополь, Россия

Ключевые слова: информация, информационная безопасность, электорнные платежи, интернет-банкинг.

Описаны проблемы информационной безопасности бизнеса, в частности, в сфере финансовых услуг, сформулирован клиентоориентированный подход в банковской деятельности с использованием интернет-технологий, рассмотрены условия совершения платежей в электронной коммерции, требования, которые обязана удовлетворять система электронных платежей, представлены правила безопасного применения платежных систем.

A.V. Plyasunova, O.A. Mukhoryanova

INFORMATION SECURITY OF ELECTRONIC PAYMENTS

The Russian state social university, branch in Stavropol, Stavropol, Russia

Keywords: information, information security, elektornny payments, Internet banking.

Problems of information security of business are described, in particular, in the sphere of financial services, customer-oriented approach in bank activity with use of Internet technologies is formulated, conditions of commission of payments in electronic commerce, requirements which the system of electronic payments is obliged to satisfy are considered, rules of safe use of payment systems are submitted.

В настоящее время в финансовом мире значительное пространство заняли электронные платежные системы, и это связано с функциональной эволюцией средств платежа. Одновременно с изобретением безналичных платежных средств как абстрактного представления ценности, сформировались и различные виды платежных систем. Стремительное формирование электронной коммерции привело к разработке множества разных платежных систем, многофункциональные способности которых непрерывно усложняются и расширяются. В настоящее время с помощью электронных платежей можно осуществить расчеты практически по всем обязательствам и нуждам граждан (коммунальные платежи, кредиты, налоги, оплата за товары в магазинах, интернет-торговля и пр.).

Правда, менталитет россиян пока не дает системе электронных платежей объять своей паутиной всю страну. Привычка граждан иметь наличные денежные средства, анонимность наличных платежей делают эту систему не популярной среди граждан, например, старшего поколения.

Можно попробовать представить платежи электронными средствами как форму безналичных расчетов, хотя, исходя из отечественного законодательства, на фоне, аккредитивов, чеков, инкассо, они таковыми не являются.

В ближайшие несколько лет, по прогнозам многих банковских аналитиков, произойдут значительные изменения во взаимоотношениях банков и клиентов. Современный клиент, скорее, простит банку высокие тарифы за обслуживание через мобильные приложения или Интернет, нежели неудобства, связанные с необходимостью обязательного посещения банковского офиса. На авансцену современного банковского бизнеса выходит персональный банкинг, предусматривающий расширение банковских услуг за рамки традиционных банковских отделений. Проводимые американскими банками опросы показывают, что 62% респондентов отдали приоритет онлайн-новому банкингу по сравнению с отделениями, банкоматами, мобильными, телефонными и почтовыми банковскими операциями.

Несмотря на быстрое развитие во всем мире технологий дистанционного банковского обслуживания, практика работы ведущих зарубежных банков показывает, что наиболее эффективным способом привлечения клиентов, повышения их лояльности и увеличения объема продаваемых услуг является реализация концепции channel mix, то есть использования традиционных и современных каналов в их неразрывном единстве. При этом должны обеспечиваться удобство,

оперативность, безопасность, выгодность использования этих каналов и возможность для клиента по своему усмотрению перемещаться между ними в единой коммуникационной среде.

Небанковские посредники (мобильные системы платежей, платежные интернет-сервисы и т. п.) совершили, кажется, невозможное. В короткие сроки они «приучили» наших сограждан к получению сервиса в режиме 24 часа в сутки без выходных и перерывов. Клиенты банка теперь также ждут от банка предоставления услуг по получению доступа к платежным и кредитным сервисам дистанционно, причем в любые сроки и через любые доступные устройства. Соответственно, предложение каналов, через которые предоставляются банковские сервисы, должен соответствовать рыночному разнообразию и постоянно расширяться. Если в начале века для клиентов было достаточно иметь интернет-банкинг, то сейчас банк, не имеющий сервисы для всех наиболее популярных современных мобильных платформ, практически обречен на отток клиентов. И если для клиента такой сервис является лишь дополнением к спектру услуг, то для банков он требует концептуально иных технических и организационных решений и значительных материальных затрат.

Внедрение клиентоориентированных подходов и поиск банками эффективных каналов обслуживания и продаж вызвали необходимость развития и активного продвижения среди клиентов дистанционных каналов (сервисов каналов удаленного доступа). Офис западного банка постепенно становится высокопрофессиональным консультационным центром, а все рутинные операции переводятся на дистанционные технологии: Интернет, мобильный банкинг, информационно-платежные терминалы.

Можно сказать, что в розничном банкинге каналы доставки - это «место, где колеса сцепляются с дорогой». До недавнего времени банки редко воспринимали доставку как важный стратегический фактор. Ее рассматривали, в лучшем случае, как набор вспомогательных сервисов. Однако потребители, избалованные сервисом от провайдеров из других сфер, сейчас обращают на это все больше внимания. Они требуют, чтобы банки обеспечили интегрированное взаимодействие через все каналы: от отделений до онлайновых, мобильных и даже социальных сетей. Клиенты хотят иметь возможность получить по любому из каналов помощь или консультацию по специфическому банковскому продукту или сервису/ И если банк не способен выполнить подобные пожелания клиентов, то недовольный потребитель просто переходит на веб-сайт другого банка, при наличии большего количества конкурирующих банков это не составляет никаких сложностей.

С развитием IT-технологий сервисы каналов удаленного доступа становятся все более мультиканальными - клиент выбирает наиболее удобный в данный момент канал коммуникации или обслуживания, при этом каждый из каналов равнозначен и равноправен, хотя они и могут выполнять разную роль в концепции обслуживания клиентов банка. Сервисы каналов удаленного доступа играют свою особую роль, и каждый из них вносит свой вклад в восприятие банка как клиентоориентированного, способного не только обеспечить сохранность средств клиента, но и обеспечить доступность услуг банка в любое время практически с любой точки доступа.

В настоящее время, пока не изобретена твердая система стандартов, которая повлияла бы на формирование и принятие электронных платежных систем, актуальным является вопрос безопасности в электронных системах. Электронной платежной системой именуют совокупность способов и реализующих их субъектов, обеспечивающих в качестве платежного средства внедрение, например, банковских пластмассовых карт.

Для удачного функционирования платежной системы нужны специальные организации, исполняющие техническую помощь сервиса карт: коммуникационные центры, центры технического сервиса и т. п.

Все большей интерес привлекают к себе электронные платежные системы с внедрением микропроцессорных карт, которые несут информацию о состоянии счета покупателя, поскольку являются, в сущности, транзитным счетом. Все транзакции совершаются в режиме off-line. Такая система является вполне безопасной, благодаря высочайшей ступени защищенности кристалла с микропроцессором и совершенной дебетовой схеме расчетов. Карта с микропроцессором обходится покупателю дороже обыкновенной, хотя обычная платежная система, как оказалось, дешевле в эксплуатации за счет того, что в режиме off-line нет перегрузки на телекоммуникации.

Для обеспечения надежной работы и повышения уровня доверия к ее использованию у граждан должна быть четкая убежденность защиты электронной платежной системы. На наш взгляд, сохранность электрических банковских операций сейчас можно обеспечить на достойном уровне за счет использования инновационных способов криптографии, используемых для охраны

электрических платежных документов. При совершении платежей в системе электронной коммерции необходимо соблюдение следующих условий:

- конфиденциальность. Покупатель желает, чтоб его данные, к примеру номер кредитной карты, при проведении платежей через web-системы были доступны лишь организациям, имеющим на это законное право;
- сохранение единства и оригинальности информации;
- аутентификация, то есть покупатели и торговцы обязаны быть убеждены, что все стороны, участвующие в сделке, являются теми, за кого они себя выдают;
- авторизация, позволяющая найти присутствие средств у клиента;
- гарантии рисков торговца, связанных с возможными отказами от продукта и недобросовестностью клиента. В данном случае величина рисков обязана быть оговорена в особых соглашениях с организациями, входящими в торговые цепочки;
- минимизация платы за транзакцию. Здесь необходимо помнить, что плата за транзакцию заказа и расчеты за продукты, несомненно, включается в их цену, благодаря чему понижение цены транзакции усиливает конкурентоспособность, однако транзакция обязана быть оплачена во всех случаях, даже при отказе клиента от продукта;
- возможность оплаты любыми доступными клиенту платежными средствами.[3, с. 59]

В системе электронных платежей есть свои уязвимые места:

- пересылка платежных и остальных извещений между банком и покупателем, между банками, банком и банкоматами;
- обработка информации внутри организаций отправителя и получателя извещений.
- доступ покупателей к средствам, аккумулированным на счетах.

Перечислим основные трудности, возникающие при организации охраны электрических платежей:

- взаимное опознавание абонентов, то есть трудность установления обоюдной подлинности при установлении соединения;
- защита электронных документов, передаваемых по каналам связи, то есть трудности снабжения конфиденциальности и единства документов;
- защита процесса размена электронными документами, то есть неувязка подтверждения функции и доставки;
- обеспечение выполнения акта, то есть обоюдное сомнение между отправителем и получателем вследствие их принадлежности к различным организациям . [2, с. 72]

Пересылка платежных извещений связана со последующими чертами:

- внутренние системы организаций отправителя и получателя обязаны быть приспособлены для отправки и получения электронных документов, и гарантировать охрану при их обработке внутри организации;
- взаимодействие отправителя и получателя электронного платежа исполняется через канал связи.

Для обеспечения сохранности операций платежной системы рекомендуется не превышать минимальные лимиты сумм для разных регионов, видов бизнеса, по которым разрешены расчеты без авторизации. Если лимитная сумма превышена или есть сомнения в личности покупателя, то необходимо начинать функцию авторизации. При авторизации фирма приобретает доступ к информации о состоянии счета покупателя и может определить карту покупателя и его платежную дееспособность в размере суммы сделки. Одна копия остается в компании, вторая передается покупателю, третья остается в банк-эквайере и служит базой для возврата суммы платежа предприятию со счета покупателя. [1, с. 86]

Рассмотрим основные требования, которые обязана удовлетворять система электронных платежей:

- система обязана гарантировать охрану данных платежных поручений от несанкционированной конфигурации и трансформации;
- система не обязана усиливать способности преступника по организации атак на устройство покупателя;

- система обязана гарантировать охрану данных, расположенных на сервере от несанкционированного чтения и трансформации;
- система обязана гарантировать или помогать системе охраны локальной сети от действия из глобальной сети. [1, с. 96]

В ходе разработки конкретных систем охраны информации электронных платежей, предоставленная модель и запросы обязаны быть повергнуты предстоящей детализации.

Существует несколько правил для безопасного применения платежных систем:

1. Перед вводом пароля убедитесь, что употребляется защита, адрес в строке браузера обязан начинаться с https.
2. Дополнительно защищайте свои платежи (к примеру, используйте код протекции на Яндекс. Деньгах).
3. Используйте одноразовые пароли;
4. Не доверяйте неизвестным людям, обещающим большой презент, прося маленькую сумму средств за «роль в акции» или «оформление перевода».
5. Не приобретайте у незнакомых лиц игровую валюту. Если такие приобретения не одобряются официальными представителями этой игры или общественной сетью, вы рискуете утратить средства совместно со своими приобретениями.
6. Не участвуйте в денежных махинациях и пирамидах, обещающих моментальный заработок и требующих вложения средств.

Литература:

1. Гайкович Ю.В, Першин А.С. Безопасность электронных банковских систем.- М: Единая Европа, 2009.

2. Демин В.С. и др. Автоматизированные банковские системы. — М: Менатеп-Информ, 2010.

3. Деднев М.А. Защита информации в банковском деле и электронном бизнесе / М.А. Деднев Д.В. Дыльнов, М.А. Иванов.- М.: Изд-во «ОЦ КУДИЦ-ОБРАЗ», 2009.

С.А. Жигалкина, В.В. Кормильченко

СОЦИАЛЬНАЯ СЕТЬ КАК ЭЛЕМЕНТ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Северо-Кавказский филиал Московского Технического университета связи и информатики, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: социальная сеть, Эшелон, информационная безопасность, информационные ресурсы, национальное законодательство, СОРМ, интерфейс, персональные данные.

В статье речь идет о всемирных социальных сетях, которые в настоящее время стали общедоступными и распространенными. Рассмотрены разновидности социальных сетей в различных странах и их значение для сохранения безопасности и целостности информационных ресурсов государства и защищенности, законных прав личности и общества в информационной сфере. Обоснована необходимость информационной безопасности в интернете и защиты персональных потоков данных, интеллектуальной собственности и авторского права.

S.A. Zhigalkina, V.V. Kormilchenko

SOCIAL NETWORK AS AN ELEMENT OF INFORMATION SECURITY

North-Caucasian branch of the Moscow technical university of communication and informatics, Rostov-on-Don, Russia

Keywords: social network, Echelon, information security, information resources, national

legislation, SORM, interface, personal database.

The article deals with the worldwide social networks that currently became generally available and widespread. The article considers varieties of social networks in different countries and their significance for keeping security and integrity of state information resources as well as security, individual and society legal rights in the information field. The paper proves the necessity of information security in the Internet, and protection of personal data flow, intellectual property and copyright.

За последние десятилетие социальные сети стали настолько общедоступными и распространенными, что ежедневное количество пользователей уже достигло 60 миллионов человек. Социальной сетью можно назвать онлайн сервис, предоставляющий возможность людям разного возраста, разных слоев общества, с разными интересами, общаться, делиться профессиональными навыками, обмениваться информацией, вести «закрытую переписку», заниматься PR раскруткой своего бизнеса и многое другое.

Несколько лет назад было популярно создавать «Домашнюю страничку», это небольшой сайт, который содержит основную информацию: ФИО, дата рождения, место рождения, несколько фотографий и контактные данные. С появлением социальных сетей эти странички перестали пользоваться популярностью. В социальных сетях можно сделать гораздо больше, даже не пользуясь знаниями программирования и не ориентируясь в интернете, ведь процедура регистрации упрощена, просто введи свой номер телефона и все, это уже должно нас немного насторожить, ведь попади эта информация не в те руки, мы будем как на ладони.

На данный момент эти веб сайты, так называемые социальные сети являются важным элементов информационной безопасности страны, под которой понимается сохранение безопасности и целостности информационных ресурсов государства и защищённости законных прав личности и общества в информационной сфере. Дальнейшее развитие этих сетей происходит под негласным контролем государства. Обратимся хотя бы к Сноудену, который стоит за разоблачением АНБ, да ничего принципиально нового он не раскрыл, но он неопровержимо доказал факт массовой всемирной слежки, а именно прослушки телефонов, и формировании полученных данных в архив, с неограниченным сроком хранения, подтвердил существование британской разведывательной системы по перехвату данных, передаваемых через трансатлантические оптоволоконные кабели. Все это наводит на мысль, о том, что социальные сети США, такие как Facebook также являются важными составляющими системы контроля над жителями планеты и средством политического влияния. Страны, успевшие в нужный момент сформировать свои собственные социальные сети, лидирующие по количеству пользователей и способные противостоять экспансии Запада, смогли сохранить свой суверенитет. По некоторым данным Facebook направило немалое количество усилий и вложений на свое процветание в нашей стране, но не смогла занять лидирующее положение и противостоять социальной сети «Вконтакте». [1]

По словам Джулиана Ассанжа австралийского интернет-журналиста и телеведущего, основателя сайта WikiLeaks, социальная сеть Facebook, поисковая система Google и Yahoo «орудия шпионажа» американской разведки, они обладают секретным интерфейсом слежения за пользователями, которым активно пользуются спецслужбы США и Великобритании. [1]

«Эшелон» является главной гордостью АНБ (Агентства Национальной Безопасности) США, он возник в 1971 году. Эшелон представляет собой систему, которая контролирует все электронные коммуникации, систему радиоэлектронной разведки, ее главным оператором является Агентство национальной безопасности США. Сноуден раскрыл информацию о том что, мониторингу социальных сетей, там отведен самый большой объем технологических ресурсов – более 24%. [2]

«Эшелон» обладает разветвленной инфраструктурой, охватывающей весь мир, он включает в себя станции наземного слежения, спутники, центры обработки информации и т. д. Согласно данным, представленным Европарламентом, «Эшелон» в состоянии вести перехват микроволновых радиопередач, спутниковых коммуникаций, средств мобильной связи, а также сообщений, передаваемых по оптоволоконным каналам. В ходе слушаний парламентарии обвинили пять англоязычных стран: США, Великобританию, Канаду, Австралию и Новую Зеландию, в промышленном шпионаже с помощью этой системы. Также выяснилось, что Западную Европу, Северную Африку и Россию до Уральского хребта контролирует Британский правительственный центр связи. За Американский континент и восточную часть России отвечает АНБ США, а тихоокеанскими и южноазиатскими регионами занимаются спецслужбы Австралии и Новой Зеландии. [1]

Социальные сети выполняют роль собирательных центров, они структурируют всю приобретенную информацию о населении любой страны по всем целевым критериям. Сотрудник одного из подразделений спецслужб заявил: «А зачем нам давить на социальные сети, когда мы можем в рамках СОРМ снять информацию с серверов без их ведома?». СОРМ - это набор технических средств для обеспечения функций оперативно - розыскных мероприятий, по своим функциям она похожа на Эшелон, но локального характера. Этой спецслужбе вовсе необязательно прослушивать все мобильные телефоны в стране, их не интересуют обычные среднестатистические разговоры, их целевой аудиторией являются террористы мошенники.[1]

Профессор Оксфордского университета Виктор Майер-Шёнбергер написал книгу «Большая Информация: Революция, которая изменит наш образ Жизни, Работы и Мысли», в которой показал, как работает это собирание данных. Большинство людей знают, что в социальных медиа идёт непрерывный сбор данных, но они не представляют, насколько интимны эти детали. Информацию о посещаемых нами страницах хранит не только наш браузер, но и такие поисковые машины, как Google, Apple, Gmail, в которых задействовованы «облачные» технологии, они занимаются одновременно сбором и анализом нашей информации сразу по нескольким параметрам: прослушанная музыка, просмотренные сайты, пройденные взглядом тексты, написанные и полученные письма, оплаченные счета и записи в социальных сетях анализируются не только по частоте посещений или активности, но и по количеству букв и знаков, по переходам от сайта к сайту, наконец, по времени до секунды, которое мы используем. Записывается даже то, как долго мы читаем абзац, как быстро проматываем страницу, где задерживаемся глазами, что именно мы копируем, или просто выделяем. Потом эта информация анализируется и составляется наш личностный портрет, который всё время корректируется и дополняется.[3]

Джин Джао китайский журналист, заявил, что вместо американских социальных сетей, у них есть свои аналоги: *XiaoNei и Weibo*. Китай оказалась первой страной, создавшей свои социальные сети, серверы которых находятся на их территории, и контролируются китайскими спецслужбами. По его словам, КНР разрешает пользоваться новым продуктом, до тех пор, пока не будет создан аналог, так произошло и с Facebook. Проекты XiaoNei и Weibo были запущены сразу после его создания в 2004 году, их финансирование находилось в приоритетном порядке. Западные социальные сети, Facebook и Twitter запрещены в Китае с 2009 года. Россия хоть и допустила распространение этих социальных сетей у нас в стране, но она не дает им занять лидирующую позицию по отношению к нашим сетям. Социальная сеть «Вконтакте» значительно опережает Twitter и Facebook, операторы связи предоставляют ей мощный канал, поэтому скорость загрузки страниц там одна из самых высоких. На 1 января 2014 года у «Вконтакте» было 46 млн ежедневных пользователей, у «Одноклассников» – 40 млн, а у Facebook – всего 1,2 млн. Национальные социальные сети «контролируют» практически все взрослое городское население страны, а западный конкурент довольствуется мизерной долей общества. [1]

30-31 января 2014 г. в Москве проходил 16-й Национальный форум Информационной безопасности «Инфофорум-2014», на котором обсуждались проблемы информационной безопасности и проблемы развития информационного общества в РФ. Важной темой форума стала «Безопасность в интернете», участники обсудили вопросы защиты интеллектуальной собственности, авторского права и защиты персональных потоков данных. Людям должно быть известно, что размещая сведения о себе в социальных сетях, они доверяют эту информацию тысячам людей. Алексей Мошков, начальник Бюро специальных технических мероприятий МВД России отмечал, что согласно оценкам экспертов, около 30% пользователей делятся сведениями личного характера с людьми, о которых им ничего не известно. [4] Проведенное социологическое исследование в СКФ МТУСИ показало, что: 80% опрошенных указали социальную сеть «Вконтакте», как наиболее для них приемлемую, и в качестве цели использования указали общение, новые знакомства, учеба; 55% указали изменение режима сна и появление бессонницы; 80% сказали, что если социальная сеть станет платной, то они продолжат ее пользоваться; 70% опрошенных проводят в соц. сети от 1-3 часов в день; и наконец, 95% задумывались, о том, что за ними могут следить спец. службы, и всю информацию прослеживать, собирать, а затем использовать в своих целях. В качестве информации, которую они выкладывают о себе, все ребята указали ФИО, дата рождения, адрес проживания, место учебы и работы и несколько своих фотографий, в принципе готовое «досье». Я не предлагаю сидеть дома в четырех стенах, не выходить на связь с окружающим миром, но необходимо, чтобы люди понимали всю важность того, что происходит сейчас во всемирной паутине. Как отметил Алексей Мошков: «Нужно, прежде

всего, не терять благоразумия, трезво рассуждать, проверять полученную информацию и не гнаться за обещанной призрачной выгодой».

Литература:
1. http://expert.ru/2013/11/20/kak-vkontakte-i-odnoklassniki-otstoyali-nezavisimost-rossii/
2. http://planetdeusex.ru/dx/podrobnee-ob-eshelone/
3. http://voprosik.net/snouden-pnul-bolshogo-brata/
4. http://www.garant.ru/info/infopartner/508559/
5. http://rsbportal.com/publ/specsluzhby/7_sekretov_ameriki_raskrytye_snoudenom/6-1-0-365
6. http://www.business-gazeta.ru/article/86767/

Е.В. Одияненко, Г.Н. Розоринов, А.В. Платоненко

СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Государственный университет телекоммуникаций, г. Киев, Украина

Ключевые слова: синтез, оптимальная структура, система защиты информации.

В работе рассматривается методика синтеза оптимальной структуры системы защиты информации. Показано, что выполнить оптимальный синтез систем защиты информации, с целью создания системы, обеспечивающей одновременное решение всех задач заданного класса в силу алгоритмической разнородности и сложности отдельных задач весьма затруднительно.

Приведена рациональная последовательность выполнения оптимального синтеза систем защиты информации.

E.V. Odiyanenko, G.N. Rozorinov, A.V. Platonenko.

SYNTHESIS OF THE OPTIMAL STRUCTURE OF INFORMATION SECURITY SYSTEMS

State University of telecommunications, Kiev, Ukraine

Keywords: synthesis, optimal structure, information security system.

The work considers technique of synthesis of the optimal structure of information protection system. It is shown that performance optimal synthesis of information protection systems with the aim of because of establishing a system for ensuring the simultaneous solution of all the tasks of given class algorithmic heterogeneity and complexity of individual problems is very difficult.

The rational sequence of execution of optimal synthesis of information security systems is given.

При проектировании СЗИ разработчик должен решать сложные задачи, связанные с созданием соответствующего математического и аппаратного обеспечения, реализацией требуемого уровня защищенности объекта. Кроме того, он должен учитывать особенности используемой аппаратуры и элементной базы, исходя из архитектуры системы и в условиях различных помеховых ситуаций.

Рассмотрим методику синтеза оптимальной структуры СЗИ.

Возможны два подхода к решению задачи синтеза структуры СЗИ, основанные на конфигурации системы вида:

- универсальная система – специализированная система;
- унифицированные блоки – специализированная система.

Первый вариант приемлем, когда система проектируется на стандартных элементах, то есть используются серийно выпускаемая аппаратура, мини - и микрочипы и т.д. В этом случае оптимизация структуры, заключается в соответствующем устранении избыточности аппаратных средств. Такой синтез системы наименее трудоемкий и к его достоинствам можно отнести:

- использование всего математического обеспечения, которым располагает управляющий компьютер;
- возможность отладки алгоритмов и программ на компьютере (прототипе) в реальном масштабе времени;
- сокращение сроков разработки.

Недостатком данного варианта синтеза является ограниченная минимизация системы, сложность и высокие требования к архитектуре и объему памяти. Однако синтез системы по этой методике обеспечивает программную совместимость.

Синтез системы на основе второго подхода предполагает создание полностью самостоятельной структуры системы, которая реализуется на унифицированных функциональных блоках и комплексах программного обеспечения в ней, позволяющих наилучшим образом реализовать алгоритмы решения заданных задач. Этот подход предполагает минимальную избыточность программного обеспечения, благодаря компромиссу между применением и выбором программных и аппаратных средств в системе. При этом системы, имеющие несколько уровней обработки информации и строящиеся на базе унифицированных функциональных блоков, позволяют обеспечить:

- высокую степень автоматизации процессов обработки информации;
- простоту выбора и изменения режимов работы;
- многообразие форм и форматов вводимых данных и параметров контроля, а также выводимых данных, полученных после обработки информации;
- простоту сопряжения системы с внешними устройствами.

Процесс проектирования и синтеза СЗИ на базе микропроцессоров можно разделить на два этапа: разработку и выбор аппаратных средств и программного обеспечения.

При разработке пакетов больших программ рационально использовать метод поэтапного уточнения с соблюдением принципа модульности, что уменьшает степень взаимодействия и взаимозависимости программных модулей и тем самым существенно облегчает отладку программ.

На этапе разработки аппаратных средств основной задачей разработчика является выбор оптимальной архитектуры системы, оптимальной структуры унифицированных блоков, определение объемов оперативной и постоянной памяти. При этом построении системы необходимо предусматривать включение, как унифицированных функциональных блоков, микрокомпьютеров, генераторов шума, измерителей магнитных полей, приемников, и т.п. Блочный принцип построения системы обеспечивает эффективное использование ее ресурсов при использовании унифицированных функциональных узлов.

Выполнить оптимальный синтез с целью создания системы, обеспечивающей одновременное решение всех задач заданного класса в силу алгоритмической разнородности и сложности отдельных задач весьма затруднительно, поэтому его рационально проводить в такой последовательности:

- сформировать требования к системе и на их основании выработать обобщенный алгоритм;
- синтезировать структуру системы в соответствии с обобщенным алгоритмом на базе разработанных унифицированных функциональных блоков;
- включить дополнительные модули для расширения структуры и программного обеспечения системы, что позволяет решать большее число задач.

Рассмотрим более подробно синтез СЗИ, алгоритм функционирования, который показан на рис. 1.

Синтез начинается с формализации требований к системе (шаг 1), на основании которых разрабатывается укрупненный алгоритм функционирования (шаг 2). На этом этапе определяются задачи, которые должна решать синтезируемая система.

Шаг 3 осуществляет разделение функций, реализуемых программно, что позволяет перейти к предварительному выбору архитектуры системы (шаг 4) и составлению выполняемого списка операций (шаг 5). Кроме того, на этом этапе производится оптимизация длины управляющих программ и оценка технических характеристик синтезируемой СЗИ (шаг 6).

Эта оценка позволяет проверить правильность выбора архитектуры и приблизительно оценить время выполнения программы с точки зрения обеспечения работы в реальном масштабе времени и имеющегося резерва времени. В случае получения отрицательной оценки (шаг 7) часть

программных операций переориентируется на выполнение их аппаратными средствами. При наличии резерва времени некоторые операции, выполняемые аппаратными средствами, можно выполнить программно. Такое гибкое перераспределение программных и аппаратных средств в системе позволяет достичь требуемых характеристик по защищенности и реакции на несанкционированные действия и атаки на информацию. С учетом выбранной аппаратуры, элементной базы и разработанной системы команд создаются унифицированные блоки, из которых будет создана система (шаг 10).

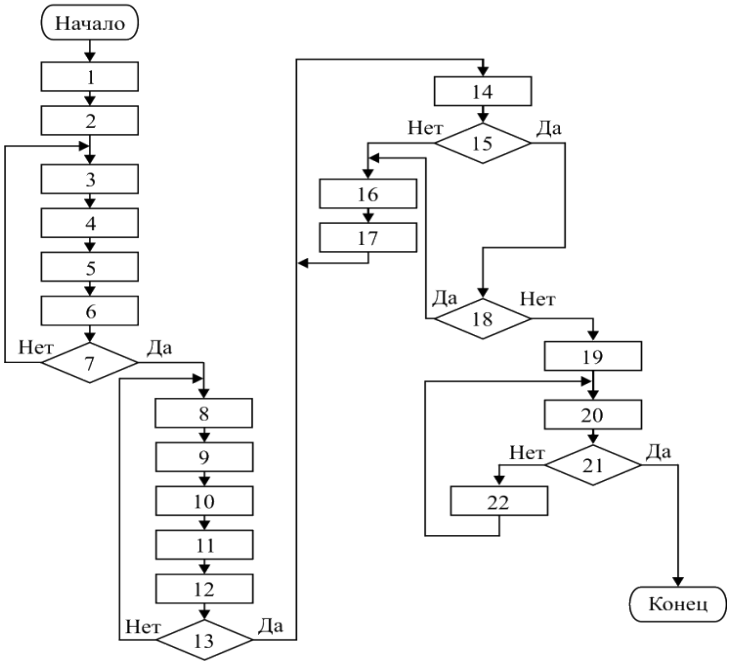


Рисунок 1. Алгоритм синтеза СЗИ

На этом этапе разрабатываются подсистемы СЗИ, а затем компонуется вся система с учетом предварительного выбора архитектуры и разработанных унифицированных функциональных блоков и подсистем (шаг 11), то есть детально разрабатывается архитектура СЗИ. Для дальнейшей отладки системы оценивается соответствие технических характеристик системы сформулированным требованиям (шаги 12, 13). Если оценка отрицательная, то повторяются шаги 8, 9, 10, 11 и 12, а при положительном результате определяют время выполнения программы (шаги 14, 15). При отрицательной оценке необходимо последовательно исправить функции, реализуемые программно и структурно (шаг 16), исправить структуру функциональных блоков системы (шаг 17), а также скорректировать шаги 14 и 15. Если время выполнения программ удовлетворяет, то проверяют величину временного запаса. Если временной запас велик, то повторяют процедуры 14, 15, 16 и 17, а при параллельно работающих программах повторяют шаг 19. Затем приступают к отладке управляющих программ в реальном масштабе времени (шаг 20). Если программа отлажена (шаг 21), то на этом синтез структуры СЗИ заканчивается. В противном случае переходят к корректировке структуры функциональных блоков системы и программ (шаг 22) с последующим выполнением шагов 20 и 21.

Литература:

1. Кириллов В.И. – Многоканальные системы передачи/ Кириллов В.И. – М.: Новое знание, 2003. – 751 с.

2. Браиловский Н.Н. – Особенности защиты информации при управлении воздушным движением/ Браиловский Н.Н., Моржов С.В., Хорошко В.А.// Вісник КМУЦА, №1-2, 2000. – С.110-114.

О.Г. Никифоров, К.А. Смирнов

О МОДЕЛИРОВАНИИ СИСТЕМЫ МНОГОУРОВНЕВОЙ МНОГОПОЗИЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ

Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт «Рубин», г. Санкт-Петербург, Россия

Ключевые слова: система многоуровневой многопозиционная защиты, моделирование, дестабилизирующие факторы, показатели эффективности, стохастическая модель

Рассматриваются вопросы математического описания стохастических процессов функционирования систем многоуровневой многопозиционной защиты, позволяющего учитывать широкую совокупность факторов, влияющих на эффективность функционирования таких систем. Выбраны показатели эффективности и сформирована стохастическая модель процесса защиты. Приводятся аналитические выражения для расчета значений вероятности выполнения системой многоуровневой многопозиционной защиты своих функциональных задач.

O.G. Nikiforov, K.A. Smirnov

MULTILEVEL AND MULTIPOSITION PROTECTION SYSTEM'S MODELING

Open Joint Stock Company «Research Institute «Rubin», St. Petersburg, Russia

Keywords: Multilevel and multiposition protection system, modeling, destabilizing factors, indicators of efficiency, probabilistic model

This article describes probabilistic multilevel and multiposition protection system's model. The model allows to take a wide range of factors, that influence to the efficiency of such systems. Efficiency indicators of such systems are selected. There are mathematical expressions for the indicators calculation.

В ходе исследования современных способов построения и функционирования систем защиты объектов различной природы от воздействия возможных дестабилизирующих факторов (ДСФ) определено, что наиболее эффективной является система многоуровневой многопозиционной защиты (ММЗ), базирующаяся на концепции создания глобальных и локальных физических и логических контролируемых зон и построенная на основе комплексного применения средств защиты, в наилучшей степени соответствующих особенностям построения конкретного объекта защиты и условиям его функционирования. При этом под системой многоуровневой многопозиционной защиты понимается организационно-техническая и/или аппаратно-программная система, процесс функционирования которой может быть декомпозирован на составляющие подпроцессы, результат работы каждого из которых является основой для работы следующего [1].

В соответствии с рассмотренными функциями и принципами система многоуровневой многопозиционной защиты может содержать ряд следующих уровней [2]:

- уровень непосредственной защиты, обеспечивающий предотвращение или существенное затруднение воздействия физических или логических атак на защищаемый ресурс объекта;
- уровень обнаружения ДСФ, обеспечивающий своевременное и достоверное обнаружение угрозы его воздействия и передачу информации об этом событии органу, принимающему решение на обеспечение его нейтрализации;
- уровень идентификации обнаруженных ДСФ и принятия решения на нейтрализацию их воздействия;
- уровень нейтрализации ДСФ.

Каждый из указанных уровней системы защиты может быть реализован с использованием различных технических и программных средств с их многопозиционным использованием, обеспечивающим высокую техническую и оперативную устойчивость работы системы защиты.

Из результатов исследования следует, что для создания таких систем защиты на этапе их разработки и проектирования необходим научно-методический аппарат, позволяющий производить

оценивание их эффективности. Однако известные в настоящее время методики не учитывают достаточно большого числа факторов, влияющих на эту эффективность, в частности, возможные алгоритмы работы средств и системы защиты в целом, техническую надежность средств защиты и систем передачи сигналов, способности аппаратных и программных средств защиты распознавать (идентифицировать) ДСФ, возможности такого воздействия ДСФ, которое не было предусмотрено разработчиками средств защиты, скрытность средств и системы защиты в целом от технических средств разведки и т.д. Все это обусловливает необходимость разработки научно-методического аппарата, позволяющего оценивать эффективность функционирования систем ММЗ от воздействия ДСФ различного характера, с учетом всех перечисленных выше факторов.

В соответствии с существующими в настоящее время взглядами, для оценки эффективности функционирования систем ММЗ целесообразно принять систему показателей, характеризующих с одной стороны возможности системы защиты по выполнению возложенных на нее задач по защите объекта от воздействия ДСФ, а с другой затраты на ее создание и функционирование [3]. Учитывая стохастический характер этого воздействия, в качестве таких показателей могут использоваться вероятность выполнения создаваемой системы ММЗ возложенных на нее задач по защите от воздействия дестабилизирующих факторов $P_{ММЗ}$ и затраты на ее реализацию $C_{ММЗ}$ [4].

Основу научно-методического аппарата для оценивания эффективности функционирования системы ММЗ от воздействия дестабилизирующих факторов составляет разработанная модель процесса ММЗ при нейтрализации угрозы воздействия ДСФ на объект защиты, при построении которой выделены важнейшие факторы, влияющие на этот процесс и определяющие совокупность исходных данных, необходимых для проведения оценок эффективности ММЗ. Очевидно, что независимо от физической природы объекта защиты, системы ММЗ и ДСФ для обеспечения эффективного функционирования системы защиты необходимо наличие следующих условий: наличие средств непосредственной защиты объекта от воздействия различных ДСФ, обнаружение и идентификация вида воздействия ДСФ, направленного на преодоления защитных свойств средств защиты; существование или создание условий, позволяющих соответствующим средствам принять меры по нейтрализации ДСФ (например по своевременности); а также непосредственно наличие возможности у средства или совокупности средств защиты по нейтрализации этих ДСФ.

Для определения значения вероятности $P_{ММЗ}$ в рамках оценки эффективности защиты рассмотрим модель системы ММЗ, в которой эта система представляются в виде иерархической совокупности уровней и позиций защиты.

Будем считать, что система ММЗ содержит n позиций защиты, каждая из которых содержит M_n рубежей, на которых реализуются все перечисленные выше уровни защиты. При этом предполагается, что все позиции системы защиты и их рубежи функционируют одновременно и независимо, и на каждой из позиций реализуются функции всех уровней системы защиты.

Сетевая модель, иллюстрирующая процесс выполнения системой ММЗ задачи по своему целевому предназначению при наличии угрозы воздействия ДСФ, представленная в виде вероятностного графа, приведена на рис. 1.

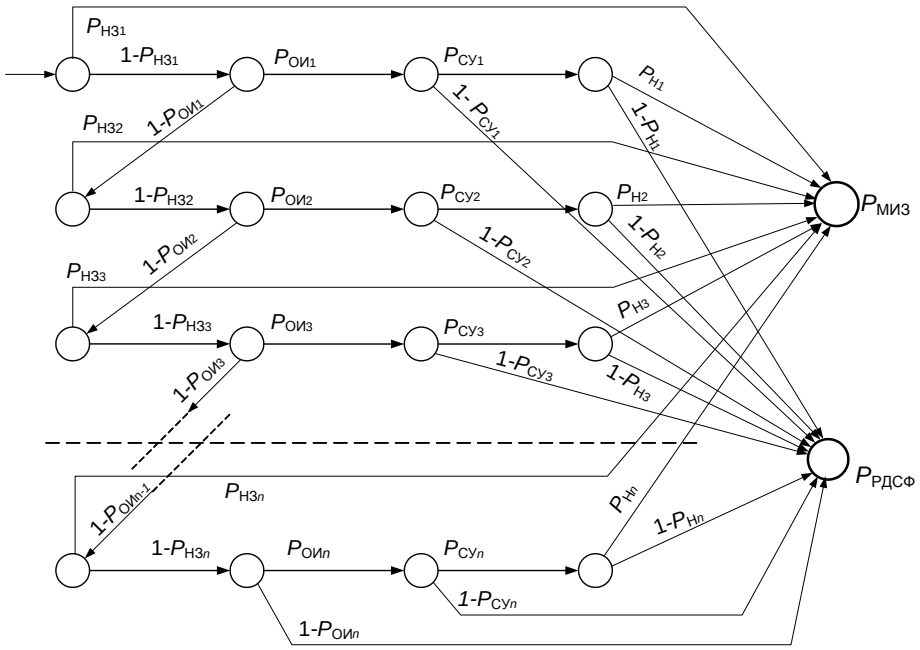


Рисунок 1. Вероятностный граф системы ММЗ

Литература:

1. Никифоров О.Г. Концептуальные вопросы построения многоуровневых многопозиционных систем защиты объектов и информации // 64 международная научно-техническая и научно-методическая конференция «Актуальные вопросы инфотелекоммуникаций в науке и образовании 20-14 февраля 2012 г. / Материалы. –СПб.: Издательство СПбГУТ, 2012, с. 77-79.

2. Никифоров О.Г. О научно-методическом подходе к оцениванию эффективности функционирования многоуровневых систем защиты // Вопросы радиоэлектроники. Сер. Системы отображения информации и управления спецтехникой. 2012. Вып. 2. С. 120-123.

3. Морозов Л.М., Петухов Г.Б., Сидоров В.Н. Методологические основы теории эффективности. Учебное пособие. –Л.: ВИКИ, 1982. – 236 с.

4. Никифоров О.Г., Бабошин В.А. О некоторых аспектах оценивания эффективности функционирования систем обеспечения безопасности элементов информационной инфраструктуры телекоммуникационных систем. // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. – Ростов-на-Дону: ПЦ «Университет» СКФ МТУСИ, 2011, с. 119-122.

А.В. Триполка, И.Д. Горбенко

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ АТАК НА ПРОТОКОЛЫ SSL/TLS

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков, Украина

Ключевые слова: протоколы, атаки, SSL, TLS, BEAST, BREACH, CRIME, SSL Strip, атака понижение версий, неполная (неправильная) проверка сертификата.

Целью работы является анализ ряда возможных атак на протоколы SSL/TLS. Рассматриваются такие атаки: BEAST, BREACH и CRIME, SSL Strip, атака понижение версий, неполная (неправильная) проверка сертификата, использования незащищенного контента с защищенной страницы, атака дополнения и атака повторного согласования параметров.

Основное внимание уделяется уязвимостям SSL/TLS и условиям, которые необходимо выполнять, чтобы избежать возможных атак.

A.V. Tripolka, I.D. Gorbenko

RESEARCH AND ANALYSIS OF ATTACKS ON SSL / TLS PROTOCOL

Kharkov National University of Radio Electronics, Kharkov, Ukraine

Keywords: protocols, attacks, SSL, TLS, BEAST, BREACH, CRIME, SSL Strip, downgrade attack, incomplete (incorrect) certificate verification .

The aim of the work is to analyze a number of possible attacks on SSL/TLSprotocols. We consider such attacks: BEAST, BREACH and CRIME, SSL Strip, downgrade attack , incomplete (incorrect) certificate validation, using of an unprotected content from a secure page, and theadditions renegotiation parameters attack.

Focuses on vulnerabilities of SSL/TLS and the conditions that must be met to avoid possible attacks.

Для аутентификации веб - сайтов применяется протокол Secure Socket Layer (SSL) [1], усовершенствованием которого является протокол Transport Layer Security версий 1.0,1.1 и 1.2, закрепленный в RFC 2246 [2], RFC 4346 [3] и RFC 5246 [4] соответственно. В настоящей работе приводится краткий обзор основных атак, применяемых в протокол TLS на фазе передачи данных. Все они возможны в моделях нарушителя, предполагают возможность проведения злоумышленником активных действий.

Действующими сторонами в протоколе SSL / TLS являются:

- сайт;
- клиент;
- центр сертификации ключей (ЦСК).

Инициатором взаимодействия является клиент. Он, как правило, не имеет собственного сертификата открытого ключа и соответствующего ему личного ключа, поэтому генерирует личный и соответствующий ему открытый ключ для каждого сеанса работы с сайтом.

В ответ сайт отправляет клиенту свой сертификат открытого ключа и запрос на согласование криптографических алгоритмов и параметров.

Клиент проверяет сертификат и обращается в ЦСК для проверки его действия путем запроса списков отозванных сертификатов (CRL) или по протоколу Online Certificate Status Response (OCSP). Если окажется, что сертификат веб-сайта недействителен, то протокол завершается .

Если сертификат сайта действующий, то клиент согласовывает с сайтом криптографические алгоритмы и параметры, которые будут использоваться, устанавливает общие ключи для симметричных алгоритмов шифрования и формирования кодов аутентификации сообщений.

Общие ключи для симметричных алгоритмов шифрования и формирования кодов аутентификации сообщений используются для установления защищенного канала связи между клиентом и веб-сайтом.

Целью нарушителя является навязывание ложных сообщений (веб-страниц) клиенту от имени веб-сайта и перенаправления сообщений от клиента на сайт нарушителя. Дополнительной целью нарушителя может перехват сообщений от веб-сайта клиенту и навязывания ложных сообщений от клиента. Таким образом целью нарушителя является нарушение конфиденциальности, целостности и подлинности передаваемых между клиентом и веб - сайтом.

Возможности нарушителя оцениваются как возможности спецслужбы технологически развитого государства. Нарушитель может:

- перехватывать сообщения, передаваемые между клиентом и веб - сайтом;
- модифицировать сообщения, передаваемые между клиентом и веб - сайтом;
- создавать и направлять сообщение канал связи между клиентом и веб - сайтом;
- перехватывать и модифицировать сообщения, передаваемые между клиентом и другими участниками информационного обмена (ЦСК, DNS -серверами, другими веб-сайтами и т.п.).

Целью работы является анализ ряда возможных атак на протоколы SSL/TLS. Рассматриваются такие атаки: BEAST, BREACH и CRIME, SSL Strip, атака понижение версий, неполная (неправильная) проверка сертификата, использования незащищенного контента с

защищенной страницы, атака дополнения и атака повторного согласования параметров. Основное внимание уделяется уязвимостям SSL/TLS и условиям, которые необходимо выполнять, чтобы избежать перечисленных атак.

Вышеупомянутые атаки используют следующие проблемные аспекты:

- смешанные HTTP и HTTPS ссылки;
- потенциальная возможность без ключевого чтения при повторном использовании вектора инициализации;
- уязвимость к навязыванию шифротекста;
- подмена версий протоколов и перечня алгоритмов во время «рукопожатий»;
- возможность модификации файлов, на которые имеются незащищенные ссылки.

После анализа были сделаны данные выводы:

С целью предупреждения атаки SSL Strip рекомендуется использовать политику HSTS [6], которая обеспечивает невозможность взаимодействия клиента и веб -сайта по незащищенному соединению.

Для предупреждения атак повторного согласования параметров необходимо использовать реализации протокола SSL/TLS с поддержкой поля Renegotiation Info, что несет в себе информацию, созданную с использованием криптографических преобразований на основе определенных данных о клиенте и веб-сайт, о последнем соединения между клиентом и сервером. Другим средством противодействия является запрет повторного согласования криптографических параметров по инициативе клиента.

Для защиты от атаки понижение версии и атак навязывание слабых криптографических алгоритмов необходимо запретить использование слабых криптографических алгоритмов и предыдущих версий протокола SSL/TLS, которые имеют известные уязвимости.

Для защиты от атаки BEAST необходимо использовать протокол TLS версии 1.1 и выше.

Для защиты от атак BREACH и CRIME необходимо запретить использование сжатия данных. В качестве метода защиты на уровне веб-приложений, предлагается случайным образом менять представления идентификаторов при каждом запросе, например, через операцию XOR случайной маской.

Для предупреждения атаки дополнения следует использовать алгоритм AES- CGM или использовать последние версии библиотек, в которых внесены соответствующие изменения.

Причина атаки обрезка заключается в неправильной обработке веб-приложениями событий SSL/TLS – сессии. Для противодействия этой атаке необходимо использовать протокол TLS версии не ниже 1.2. Веб-сайты имеют корректно обрабатывать события и ошибки завершения сессии и демонстрировать страницу с сообщением о завершении сессии только после действительного завершения сессии.

Чтобы избежать атак, связанных с неполной (неправильной) проверкой сертификата, веб-браузер клиента должен полностью реализовывать логику проверки сертификатов. Любые отклонения от стандартов могут стать причиной появления уязвимостей.

Чтобы избежать атаки с использованием незащищенного контента на защищенной странице, все элементы, входящие в состав защищенной веб-страницы, должны передаваться клиенту только по защищенному соединению, которое обеспечивается протоколом HTTPS.

В данном докладе были проанализированы атаки: BEAST, BREACH и CRIME, SSL Strip, атака понижение версий, неполная (неправильная) проверка сертификата, использования незащищенного контента с защищенной страницы, атака дополнения и атака повторного согласования параметров. По результатам исследования сделан вывод, что в настоящее время устойчивыми к описанным атак является протокол TLS 1.2 вместе с предложенными политиками и настройками безопасности, который обеспечивает большую сложность системных сообщений по сравнению с ранними версиями протокола и возможность использования более стойких алгоритмов.

Литература:

1. RFC 6101 TheSecureSocketsLayer (SSL) ProtocolVersion 3.0 [ВИнтернете]. Доступно: http://tools.ietf.org/html/rfc6101

2. RFC 2246 The TLS ProtocolVersion 1.0 [В Интернете]. Доступно: http://tools.ietf.org/html/rfc2246

3. RFC 4346 TheTransportLayerSecurity (TLS) ProtocolVersion 1.1 [ВИнтернете]. Доступно: http://tools.ietf.org/html/rfc4346
4. RFC 5246 TheTransportLayerSecurity (TLS) ProtocolVersion 1.2 [ВИнтернете]. Доступно:http://tools.ietf.org/html/rfc5246
5. D. Brumleyand D. Boneh. Remotetimingattacksarepractical. ComputerNetworks, 2005.
6. RFC 6797 HTTP Strict Transport Security (HSTS) [ВИнтернете]. Доступно: http://tools.ietf.org/html/rfc6797

А.И. Кураленко, А.П. Бацула

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАТЕГОРИРОВАНИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ УДОСТОВЕРЯЮЩИХ ЦЕНТРОВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР), г.Томск

Ключевые слова: Распределенный удостоверяющий центр, категорирование объектов, КриптоПро УЦ.

Отмечена особенность управления безопасностью распределенного удостоверяющего центрапутем категорирования объектов его инфраструктуры подлежащих защите. Построение системы обеспечения безопасности существенно упрощается, за счет того, что нет необходимости строить модель угроз и определять требования к каждому из объектов защиты. Составляющие распределенного удостоверяющего центра одной категории имеют одинаковые требования, поэтому определив требования к одному объекту, можно применить их и к остальным, и построить систему обеспечения безопасности информации. Представлена общая модельраспределенного удостоверяющего центра на базе программно-аппаратного комплекса КриптоПро УЦ и показан процесс категорирования на основе такой модели.

A.I. Kuralenko, A.P. Batsula

IN CATEGORIZING USE SECURITY DISTRIBUTED CERTIFICATION AUTHORITY

Federal State Educational Institution of Higher Professional Education
«Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics» (TUSUR), Tomsk

Keywords: Distributed certification authority, categorization of objects, Crypto Pro CA.

The peculiarity of distributed security management certification center by categorizing its infrastructure to be protected. Building security system is greatly simplified by the fact that there is no need to build a threat model and define the requirements for each of the objects to be protected. Components distributed certifying center of one category have the same requirements, so defining requirements for a single object, you can apply them to others, and to build a system of information security . A general model of distributed identification center based on hardware-software complex Crypto Pro CA and shows the process of categorization on the basis of such a model.

Основой жизнедеятельности любой системы, являются обслуживающие её инфраструктуры. Инфраструктуры, нарушение функционирования которых влечет за собой нарушение функционирования обслуживаемой ими системы с тяжелыми последствиями и значительным ущербом, являются критическими. Любая инфраструктура может быть структурирована и представлена как система взаимосвязанных объектов[1]. К критическим инфраструктурам относятся и распределенные удостоверяющие центры (РУЦ), так как объекты таких РУЦ взаимосвязаны и взаимозависимы, нарушение функционирования отдельных объектов может привести к нарушению функционирования всей системы. Поэтому важно построить систему обеспечения безопасности РУЦ как систему защиты всех его составляющих компонентов.

Для РУЦ существует проблема большого количества объектов УЦ. Обеспечение безопасности информации РУЦ нуждается в особых приемах управления их безопасностью. Применение классического подхода построения моделей нарушителя и угроз, оценка уязвимостей, построение моделей защиты и систем требований по каждому объекту очень трудоемка. Поэтому такой подход к построению систем обеспечения безопасности РУЦ не особо применим.

Решение проблемы большого количества объектов РУЦ может решаться через использование того обстоятельства, что инфраструктура РУЦ включает в себя большое количество одинаковых по типу объектов, а также объекты разных типов обрабатывают разное количества и состав данных подлежащих защите. Так выход из строя объекта инфраструктуры высшей категории, приведет к большим потерям, нежели выход объекта категорией ниже. Это дает возможность сделать вывод о том, что объекты одинакового типа можно категорировать, отнести их к одной категории. Что позволит определять рациональные требования по обеспечению информационной безопасности для конкретного объекта, их иногда называют профилем защиты объекта. Данный подход нашел свое применение, например в работе [2]. Так как типовых объектов у РУЦ не так уж и много, то построение системы защиты существенно упрощается. Категорирование дает возможность выполнять эти процедуры только для типовых объектов каждой категории, а потом применять выработанные таким образом решения по защите ко всем объектам необходимой категории.

Рассмотрим типовой состав компонентов РУЦ на базе программно-аппаратный комплекса(ПАК) Крипто Про УЦ (рис 1), на основе которого построено большинство аккредитованных[3] удостоверяющих центров.

Рисунок 1. Состав компонентов ПАК Крипто Про УЦ

Такой УЦ будет состоять из следующих основных компонентов:

Центр Сертификации(ЦС) предназначен для формирования сертификатов пользователей и администраторов УЦ, списков отозванных сертификатов, хранения эталонной базы сертификатов и списков отозванных сертификатов.

Центр Регистрации(ЦР) предназначен для хранения регистрационных данных пользователей, запросов на сертификаты и сертификаты пользователей, предоставления интерфейса взаимодействия пользователей с УЦ.

АРМ Администратора ЦР предназначен для выполнения организационно-технических мероприятий, связанных с регистрацией пользователей, формированием служебных ключей и сертификатов пользователей и управления ЦР [4].

Общая модель РУЦ на базе ПАК Крипто Про УЦ представлена на рис.2. Такая схема РУЦ является исчерпывающей и включает различные схемы разворачивания ПАКа. Она состоит из головного ЦС, некоторого количества *N*подчиненных ему ЦС. Возможен случай, когда существует только головной ЦС, а подчиненные отсутствуют. К каждому из *N*подчиненных ЦС сопоставлены *M*ЦР. Ну и наконец, каждому из *M*ЦР подцепляются *J* АРМ Администратора ЦР. Вариации предложенной модели могут быть разные, в зависимости от необходимости использования компонентов РУЦ в конкретном случаи. Подробнее о таких моделях и их применениях сказано в [4,5].

Используя общую модель РУЦ на базе ПАК Крипто Про УЦ, а также сведения об отдельных компонентах, которые изложены выше, произведено категорирование объектов. Так головной ЦС относится к первой категории, подчинённые ЦС ко второй, ЦР к третье, и АРМы Администратора ЦР соответственно к четвертой (рис 2). Для объектов одной категории определяется перечень требований к системе обеспечения безопасности информации, и соответственно определяются типовые организационные и технические меры соответствующие предъявляемым требованиям. Так, например, для объектов четвертой категории будут использоваться одни и те же средства

защиты, будет разработана одна и та же организационно-распорядительная документация. Практическое решение создания систем обеспечения безопасности РУЦ на основе ПАК Крипто Про УЦ РУЦ будет показано авторами в других работах.

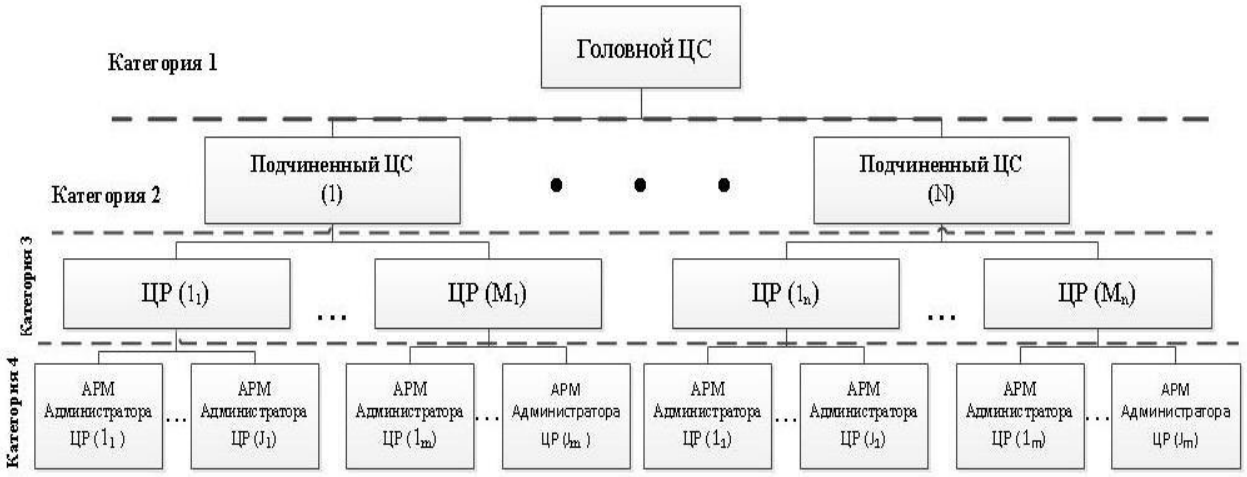


Рисунок 1. Общая модель РУЦ

Таким образом, авторами данной работы предложен подход к построению системы обеспечения информационной безопасности РУЦ на основании категорирования объектов его инфраструктуры по типу и объему обрабатываемой и передаваемой такими объектами информации. Данный подход отличается простотой по сравнению с классическими методами, базирующимися на составление моделей нарушителей и угроз для каждого из объектов инфраструктуры РУЦ. Построена типовая модель РУЦ на базе ПАК КриптоПро УЦ, на основе которой показан процесс категорирования объектов инфраструктуры такого РУЦ.

Литература:

1. В. А. Пучков, Д. С. Черешкин, К. В. Черныш, А. А. Кононов. Использование категорирования в обеспечении безопасности критических инфраструктур национального масштаба. Труды ИСА РАН, 2009. Т. 41. с. 6-13.
2. И.А. Кукало, А.П. Кшнянкин, С.Н. Гривцов. Модель угроз системы физической защиты линейной части магистрального нефтепровода. Известия Томского Политехнического Университета, № 5 / том 322 / 2013.с.37-41.
3. Федеральный закон Российской Федерации от 6 апреля 2011 г. N 63-ФЗ "Об электронной подписи"
4. ЖТЯИ.00067 02 90 01 КриптоПро УЦ Общее описание
5. Горбатов В.С., Полянская О.Ю.Основы технологии PKI. - М.: Горячая линия - Телеком, 2004. -248 с.
6. Кураленко А.И. Оценка защищенности системы обеспечения безопасности информации удостоверяющего центра. «Системы высокой доступности» №3 2013г.128-130с.

М.А. Барановский, А.А. Теренова

ТИПЫ ФАЙЛОВЫХ СИСТЕМ И ИХ ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ СКРЫТОГО ВСТРАИВАНИЯ ДАННЫХ

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков, Украина

Ключевые слова: встраивание, файловые системы, безопасность, информация, FAT, NTFS, файлы, данные.

Описаны наиболее распространенные типы файловых систем для хранения данных, а также их потенциальные возможности для скрытого встраивания информации. В работе автор анализирует файловые системы в контексте их использования как стеганосистем, то есть систем, предназначенных для встраивания секретных данных с целью их последующего извлечения уполномоченным пользователем на приемной стороне. Сделаны выводы касательно возможности и целесообразности использования тех или иных файловых систем для скрытной передачи данных. Проведенный анализ позволит разработать конкретные методы встраивания информации, а также методы противодействия такой передаче данных.

M.O. Baranovskyi, A.A. Terenova

FILE SYSTEM TYPES AND THEIR POTENTIAL FOR DATA EMBEDDING

Kharkiv national university of radioelectronics, Kharkiv, Ukraine

Keywords: embedding, file systems, security, information, FAT, NTFS, files, data.

This paper describes the most common types of file systems for data storage, as well as their potential for embedding hidden information. In this paper, the author analyzes the file systems in the context of their use as steganographic systems, the systems for embedding secret data with a view to their subsequent retrieval by an authorized user on the receiving side. Conclusions regarding the feasibility and advisability of using those or other file systems for secret data transfer. The analysis will develop specific methods for embedding information as well as methods for countering such transmission.

На данный момент в мире существует и используется множество типов файловых систем. Файловая система определяет порядок организации, хранения и именования данных на различных носителях информации (в компьютерах, цифровых фотоаппаратах, мобильных телефонах и другом электронном оборудовании), другими словами, определяется формат содержимого и способ физического хранения информации, которую принято группировать в виде файлов. В разных файловых системах предъявляются различные требования к максимальному размеру файлов, имени и набору атрибутов файлов.

Рассмотрим организацию хранения информации на жестких дисках, флеш-накопителях и других электронных носителях информации. Накопители в общем случае представляют собой жесткие магнитные диски, разбитые на сектора и кластеры – ячейки, в которых непосредственно хранится записанная информация. Драйверы файловой системы организуют кластеры в файлы и каталоги (реально являются файлами, содержащими список файлов, содержащихся в данном каталоге). Драйверы также отслеживают к каким кластерам в данный момент обращается система, какие кластеры заняты, какие свободны, а также помеченные как неисправные. Данные в памяти хранятся в виде файлов, но сами файлы не являются чем-то неделимым, они «разбиты» на части и «разбросаны» по разным кластерам носителя. Это происходит из-за того, что доступ к свободному месту часто требуется одновременно или попеременно нескольким процессам, работающим со многими файлами и изменяя их. Изменение размеров файлов делает неизбежной запись разных частей файлов отдельно друг от друга. Можно сказать, что файлы «перемешаны» или «переплетены» друг с другом. Когда прикладная программа обращается к файлу, она не знает, как именно представлены данные на накопителе и на каком физическом типе накопителя расположены запрашиваемые данные. Приложение знает лишь имя файла, его размер и некоторые атрибуты, которые она получает от драйвера файловой системы. Файловая система устанавливает, где и как на носителе информации будет записан файл.

Файловые системы принято классифицировать по категориям:

- для носителей с произвольным доступом (жесткие диски), к ним относятся FAT32, NTFS, ext4 и другие;
- для оптических носителей (CD, DVD): ISO 9660, UDF и др.;
- для носителей с последовательным доступом (магнитные ленты): QIC;
- для флеш-памяти: YAFFS, exFAT;
- виртуальные (AEFS), сетевые (NFS, CIFS, SSHFS, GmailFS) и специализированные системы.

В нашей работе в первую очередь мы рассмотрим файловые системы с произвольным доступом. От файловой системы зависят атрибуты файлов. Например, системы NTFS и FAT32 (наиболее часто используются в операционных системах MS Windows) позволяют присваивать атрибуты «только для чтения», «скрытый», «системный», «архивный», а ext4 (вместе со своими более ранними версиями используется в операционных системах Linux) предлагает атрибуты «установка пользовательского ID», «установка группового ID» и другие.

Ранее система FAT32 (а до нее FAT16) использовалась в операционных системах семейства Windows, затем на смену ей пришла NTFS, она же используется для разметки дисков в последних версиях операционной системы по умолчанию. Однако, FAT32 все еще используется на накопителях, использующих флеш-память, поскольку обеспечивает более высокую скорость чтения, записи и копирования данных. В FAT32 форматируются практически все карты памяти, используемые в цифровых фотоаппаратах. FAT используется в большинстве портативных аудиоплееров и навигаторов. Даже мобильные телефоны и планшеты под управлением Android используют карты памяти (miniSD, microSD), отформатированные в FAT32.Данная файловая система обладает рядом ограничений, как на максимальный объём раздела (возможность работы с томами до 8 терабайт), так и на максимальный размер файла (файлы до 4 гигабайт). Эта файловая система достаточно примитивна и не обладает встроенными средствами контроля целостности информации, встроенным сжатием и шифрованием, а также разделением прав доступа. Но у FAT есть свои преимущества: компактность (под нужды файловой системы отводится совсем немного места), простота реализации и низкая ресурсоёмкость. Эти достоинства обуславливают привлекательность этой системы для разработчиков мобильных устройств.

Рассмотрим подробнее наиболее распространенные файловые системы FAT32 и NTFS. По принципу построения FAT похожа на оглавление книги, т. к. операционная система использует ее для поиска файла и определения кластеров, которые этот файл занимает на жестком диске. Таблица расположения файлов (FileAllocationTable) находится практически в самом начале диска. Структура диска FAT:

1. Загрузочные секторы главного и дополнительного разделов;
2. Загрузочный сектор логического диска;
3. Корневой каталог;
4. Область данных;
5. Цилиндр для выполнения диагностических операций чтения/записи;

Таблица и ее резервная копия содержат следующую информацию о каждом кластере тома:

- Unused (кластер не используется).
- Clusterinuseby a file (кластер используется файлом).
- Bad cluster (плохойкластер).
- Last cluster in a file (последнийкластерфайла).

FAT32 обладает такими достоинствами, как:

- Высокая скорость работы;
- Низкое требование к объему оперативной памяти;
- Эффективная работа с файлами средних и малых размеров;
- Более низкий износ дисков, вследствие меньшего количества передвижений головок чтения/записи.

Недостатки системы:

- Низкая защита от сбоев системы;
- Неэффективная работа с файлами больших размеров;
- Ограничение по максимальному объему раздела и файла;
- Снижение быстродействия при фрагментации;
- Снижение быстродействия при работе с каталогами, содержащими большое количество файлов.

NTFS (New Technology File System) является более современной файловой системой, позволяющей работать с большими объемами данных, однако, обладает как преимуществами, так и недостатками. При разметке диска в NTFS он (диск) разбивается на две неравные по размеру части. Первая отводится под MFT (Master FileT able), эта часть занимает примерно 10-12% занятого пространства на диске, остальное занимают непосредственно данные. MFT лежит в начале диска и представляет собой, по сути, файл со служебной информацией. В этой зоне содержится 16

метафайлов (служебных файлов), отвечающих за какую-либо область работы. Например, LogFile – файл журналирования, Boot – загрузочный сектор, BitMap – карта свободного места раздела, MFT – собственно общая таблица файлов. Каждая запись в этой таблице соответствует одному файлу и занимает приблизительно 1 килобайт. Иными словами, это каталог всех файлов на диске. Также существует копия записей, хранящихся в MFT, которая используется при утере данных из MFT. Теоретически в MFT зоне должна находиться только служебная информация, но в случае, если данные пользователя не помещаются в отведенное им место, они могут занимать часть памяти в зоне MFT. Впоследствии это приводит к тому, что файлы начинают дополнительно фрагментироваться, что чревато дополнительными проблемами при обработке данных. Однако, система построена таким образом для повышения надежности. NTFS разбита на кластеры от 512 бит до 64 килобит (обычно 4 килобита). Файлы в системе представляют собой потоки данных, обращение к которым происходит при помощи различных атрибутов и работы метафайлов. Помимо прочего, NTFS имеет встроенную функцию сжатия. Сжатие происходит блоками, таким образом, одна часть файла может сжата, а другая – нет. В NTFS присутствует понятие транзакции, то есть полностью законченного действия. Если действие (например, запись) выполнено успешно до конца, об этом делается соответствующая запись. Журналирование помогает контролировать работоспособность файловой системы. Также в системе может использоваться шифрование данных, даже при переустановке системы к зашифрованным файлам без соответствующей санкции нельзя будет получить доступ.

Достоинства NTFS:

- Быстрая скорость доступа к файлам малого размера;
- Размер дискового пространства на сегодняшний день практически не ограничен;
- Фрагментация файлов не влияет на саму файловую систему;
- Высокая надежность сохранения данных и собственно самой файловой структуры;
- Высокая производительность при работе с файлами большого размера;

К недостаткам можно отнести:

- Более высокие требования к объему оперативной памяти по сравнению с FAT 32;
- Работа с каталогами средних размеров затруднена из-за их фрагментации;
- Более низкая скорость работы по сравнению с FAT 32.

При сравнении FAT32 и NTFSнужно упомянуть о фрагментации. Скорость работы NTFSзаметно снижается при заполнении свободного пространства на 80-90%. Это связано с фрагментацией служебных и рабочих файлов, и чем дольше продолжается работа с таким загруженным диском, тем сильнее фрагментация файлов и ниже производительность.

Проанализировав эти данные, а также логику работы алгоритмов поиска фрагментов данных, можно прийти к выводу, что FAT32 является более предпочтительной системой для скрытого встраивания данных. Встраивание может происходить по разным алгоритмам. Например, выбрав несколько файлов из хранящихся на диске, можно так манипулировать фрагментами этих файлов, хранящимися в файловой системе, чтобы скрыть сообщение во взаимном расположении частей этих файлов. То есть, к примеру, расположение фрагмента файла Б сразу после фрагмента файла А можно считать логической единицей, наоборот – нулем. Используя несколько больших по объему файлов на сильно фрагментированном носителе, можно скрывать подобным образом большие сообщения совершенно незаметным для пользователей и системы образом.

Дальнейшему анализу подлежат другие типы файловых систем и конкретные методы встраивания данных с целью их скрытого хранения и передачи.

Литература:

1. Электронный ресурс: Microsoft Corporation. How NTFS Works: Local File Systems - http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc781134(WS.10).aspx

2. Электронный ресурс: Microsoft Corporation. FAT Technical Reference: http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc758586(v=ws.10).aspx

3. Электронный ресурс: Understanding File-Size Limits on NTFS and FAT: http://www.winnetmag.com/Article/ArticleID/38803/38803.html

4 В.В. Домарев – Защита информации и безопасность компьютерных систем, Киев, DiaSoft, 1999 г.

И.А. Голышев, С.В. Мухачев

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Уральский юридический институт МВД России, г. Екатеринбург, Россия

Ключевые слова: Интернет, информация, надзор, регулирование правоотношений, государственный орган, ответственность.

В работе представлена информация об особенностях правового регулирования общественных отношений, возникших с развитием глобальной сети Интернет. Описаны некоторые проблемы, возникающие при реализации прав и свобод, связанных с получением и распространением информации в Сети. Обозначены субъекты, реализующие правовое регулирование правоотношений в сети Интернет. Перечислены некоторые нормативно-правовые акты и нормы права, затрагивающие, в той или иной мере, правоотношения в Сети. Приведены статистические сведения и примеры по некоторым регионам России, связанные с регулированием обозначенных правоотношений.

I.A. Golyshev, S.V. Muhatchev

SOME PECULIARITIES OF LEGAL REGULATION OF THE INTERNET

Ural law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Yekaterinburg, Russia

Keywords: Internet, information, supervision, regulation of legal relations, the state body responsible.

The work presents information about the specifics of legal regulation of public relations arising with the development of a global network the Internet. Discusses some of the problems arising during realization of the rights and freedoms associated with receiving and disseminating information in the Network. The designated entities, implementing legal regulation of legal relations in the Internet. Lists some normative-legal acts and legal norms that affect, in one way or another, the legal Network. The statistical information and examples on some regions of Russia, related to the regulation are marked relations.

С возникновением глобальной компьютерной сети Интернет возникли новые общественные отношения.

История глобальной сети Интернет насчитывает около 40 лет. Согласно статистическим данным, количество пользователей сети Интернет в мире достигло 2,5 млрд человек, что составляет 36% населения земного шара. Россия по количеству пользователей в 2012 году вышла на первое место в Европе и на шестое место в мире [1].

Интернет создает уникальные возможности для общения, передачи больших объемов информации, торговли, банковской деятельности и т.д. Однако до сих пор ни в одной из стран мира нет кодифицированного законодательства, регулирующего правоотношения в сети Интернет. Существующие нормативно-правовые акты регулируют частные аспекты функционирования Сети. Не является исключением и Россия.

Правоприменение в этой области также недостаточно развито, усложняется отсутствием федерального закона о Российском сегменте сети Интернет, ее экстерриториальным характером и другими факторами.

В соответствии с п. 1 ст. 10 «Конвенции о защите прав человека и основных свобод» [2] каждый имеет право свободно выражать свое мнение. Это право включает свободу придерживаться своего мнения, получать и распространять информацию и идеи без какого-либо вмешательства со стороны публичных властей и независимо от государственных границ. Реализация указанного права может быть ограничена законом с целью уважения прав и репутации других лиц, охраны государственной безопасности и общественного порядка; предотвращения беспорядков и преступлений; охраны здоровья и нравственности; предотвращения разглашения информации, полученной конфиденциально; обеспечения авторитета и беспристрастности правосудия (ст. 29, 55

Конституции РФ).

Выработку и реализацию единой государственной политики и нормативно-правовое регулирование в сфере информационных технологий и массовых коммуникаций осуществляет Министерство связи и массовых коммуникаций Российской Федерации (Минкомсвязь России). К компетенции названного ведомства относятся вопросы развития сети Интернет, системы цифрового вещания и радиовещания, новых технологий в этих областях, обработки персональных данных, оказания государственных услуг в сфере информационных технологий.

Уполномоченным государственным органом, осуществляющим контроль и надзор за соблюдением требований законодательства РФ в сфере средств массовой информации, массовых коммуникаций, связи, информационных технологий, обработки персональных данных является Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). В числе полномочий Роскомнадзора – выдача лицензий операторам Интернет-связи, регистрация СМИ, а также применение мер, направленных на недопущение нарушений обязательных требований в указанной сфере и (или) ликвидацию последствий таких нарушений. Роскомнадзор осуществляет проверку деятельности операторов и вправе выдать предписание об устранении выявленных правонарушений, предупреждение о приостановлении деятельности лицензии, составить протоколы об административных правонарушениях, подготовить и направить материалы проверки в органы прокуратуры, другие правоохранительные органы для решения вопроса о возбуждении дела об административном правонарушении или уголовного дела, в соответствии с подведомственностью.

В силу ст. 28.3 КоАП РФ должностные лица органов Роскомнадзора вправе составлять протоколы об административных правонарушениях, предусмотренных следующими статьями КоАП РФ: 5.5 (нарушение порядка участия средств массовой информации в информационном обеспечении выборов, референдумов); 5.10 (проведение предвыборной агитации, агитации по вопросам референдума вне агитационного периода и в местах, где ее проведение запрещено законодательством о выборах и референдумах); 5.11 (проведение предвыборной агитации, агитации по вопросам референдума лицами, которым участие в ее проведении запрещено федеральным законом); 5.13 (не предоставление возможности обнародовать опровержение или иное разъяснение в защиту чести, достоинства или деловой репутации); 5.51 (нарушение организацией, индивидуальным предпринимателем, выполняющими работы или оказывающими услуги по изготовлению агитационных печатных материалов, правил изготовления агитационных печатных материалов); 6.13 (пропаганда наркотических средств, психотропных веществ или их прекурсоров, растений, содержащих наркотические средства или психотропные вещества либо их прекурсоры, и их частей, содержащих наркотические средства или психотропные вещества либо их прекурсоры); 7.12 (за совершение нарушений авторских и смежных прав, изобретательских и патентных прав в сфере массовых коммуникаций); ч. 1 и 2 ст. 13.5 (нарушение правил охраны линий или сооружений связи), ч. 5 ст. 13.12 (грубое нарушение условий, предусмотренных лицензией на осуществление деятельности в области защиты информации), ст. 13.15 (злоупотребление свободой массовой информации), 13.16 (воспрепятствование распространению продукции средства массовой информации); 13.20 (нарушение правил хранения, комплектования, учета или использования архивных документов), 13.21 (нарушение порядка изготовления или распространения продукции средства массовой информации), 13.23 (нарушение порядка представления обязательного экземпляра документов, письменных уведомлений, уставов и договоров); ч. 1 ст. 19.4 (неповиновение законному распоряжению должностного лица органа, осуществляющего государственный надзор (контроль)); ч. 1 ст. 19.5 (невыполнение в установленный срок законного предписания органа (должностного лица), осуществляющего государственный надзор (контроль), об устранении нарушений законодательства); ст. 19.6 (непринятие мер по устранению причин и условий, способствовавших совершению административного правонарушения); 19.7 (непредставление сведений (информации).

Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. № 398-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»», который вступил в силу 1 февраля 2014 года, наделил Генпрокуратуру РФ правом без решения суда принимать меры, направленные на блокировку информации, распространяемой в Интернете с нарушением закона. Речь идет о призывах к массовым беспорядкам, осуществлению экстремистской деятельности, а также к участию в массовых (публичных) мероприятиях, проводимых с нарушением установленного порядка. Для этих целей Федеральный закон от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об

информации, информационных технологиях и о защите информации» [3] дополнен статьей 15.3.

Согласно принятым изменениям, Генпрокурор РФ и его заместители, в случае обнаружения информационных ресурсов, распространяющих противоправную информацию, могут направить в Роскомнадзор требование о принятии мер по ограничению доступа к этим ресурсам. Такое требование может быть направлено также и на основании уведомлений, поступивших от других государственных органов, органов государственной власти субъектов РФ или органов местного самоуправления. При поступлении данного требования Роскомнадзор должен незамедлительно направить его операторам связи для принятия мер по ограничению доступа к информационному ресурсу или к размещенной на нем запрещенной информации. Также уполномоченный орган обязан направить уведомление о нарушении порядка распространения информации соответствующему провайдеру хостинга. Оператор связи обязан незамедлительно ограничить доступ к информационному ресурсу. Провайдер хостинга, в свою очередь, в течение суток с момента получения уведомления обязан проинформировать об этом обслуживаемого ими владельца информационного ресурса и уведомить его о необходимости незамедлительно удалить информацию, размещаемую с нарушением закона.

Многочисленные нарушения в сети Интернет обусловливают необходимость ограничения доступа к некоторым сайтам, содержащим незаконную информацию. Оператор Интернет-связи имеет технические возможности для ограничения доступа к незаконной и вредоносной информации с помощью применения специальных программных фильтров.

Глобальный масштаб приобрела проблема распространения детской порнографии в Интернете. На ее решение направлены усилия государственных органов, гражданского общества. Несколько лет успешно действует Горячая линия на базе фонда «Дружественный Рунет», работающая в партнерстве с Управлением «К» МВД России. В результате закрыты тысячи противоправных сетевых ресурсов, возбуждены сотни уголовных дел по ст. 242.1 УК РФ в отношении создателей и распространителей детской порнографии. В Российской Федерации был сформирован стоп-лист доменных имен, которые могут быть использованы для распространения детской порнографии. В 99 % случаев контент был удален, либо сайты полностью заблокированы.

Постепенно нарабатывается определенная судебная практика в области правоотношений, возникающих в сети Интернет.

Только в домене .ru закрыто более 4300 сайтов. Из них большая часть приходится на сайты, занимавшиеся распространением детской порнографии - 2000 сайтов; пропагандой экстремизма - 700 сайтов; такое же количество сайтов закрыто из-за нарушения авторских прав; 800 сайтов закрыто за пропаганду самоубийств; 107 сайтов закрыто за иные нарушения.

Например, в 2010 году в г. Екатеринбурге, по иску прокурора к оператору Интернет-связи в защиту неопределенного круга лиц от распространения курительных смесей через Интернет, судом вынесено решение об ограничении использования содержащего незаконную информацию сайта путем фильтрации его IP-адресов. В 2011 году в г. Волгограде в ходе рассмотрения судом иска прокурора, провайдер добровольно закрыл доступ к сайту Сергея Мавроди «МММ-2011».

Таким образом, несмотря на отсутствие специального нормативного акта о сети Интернет, субъекты отношений в российском сегменте сети Интернет, имеют права и несут обязанности, установленные Конституцией РФ, федеральными законами, а также подзаконными нормативными правовыми актами и в случае совершения правонарушений подлежат установленной законом ответственности.

Литература:

1. Top 20 Internet Countries [Электронный ресурс] // URL: http: // www.internetworldstats.com / top20.htm (дата обращения: 02.02.2014).

2. Конвенция о защите прав человека и основных свобод ETS N 005 (Рим, 4 ноября 1950 г.) (с изм. и доп. от 21 сентября 1970 г., 20 декабря 1971 г., 1 января 1990 г., 6 ноября 1990 г., 11 мая 1994 г.) //URL:http:// www.garant.ru (дата обращения: 02.02.2014).

3. Федеральный закон от 27 июля 2006 г. N 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» //URL:http:// www.garant.ru (дата обращения: 02.02.2014).

Ю.Ю. Гушан, Ф.Н. Франгу

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ИК-УСЛУГ

Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко, г. Тирасполь, Приднестровье

Ключевые слова: информационная безопасность, студенчество, администрирование, персональные данные, идентификационная карта, единая база данных.

В статье затронуты некоторые аспекты в области информационной безопасности, на которые нужно обратить внимание при внедрении ИУ-услуг. Объединение баз данных и использование личных идентификационных карт требует правовых ограничений и использования мер по защите персональной информации и сохранения личной тайны

Y.Y. Gushan, F.N. Frangu

SOME ASPECTS OF INFORMATION SECURITY WHERE IC-SERVICES ARE INCULCATIONED PRIDNESTROVIAN STATE UNIVERSITY, TIRASPOL

Keywords: information security, students, administration, personal data, identification card, a common database.

The paper addresses some aspects of information security, for which you need to pay attention when introducing IU services. Combining databases and use of personal identification cards require the use of legal restrictions and measures to protect personal information and the Privacy Policy.

Сфера высоких технологий изменила многие области человеческой деятельности - транспорт, медицину, коммуникации, образование, финансовую сферу, промышленность, сферу услуг и др. Сектор ИКТ позволяет добиться большей социальной устойчивости, повышая эффективность предоставления обществу услуг в разнообразных сферах. В современном обществе каждый является представителем какой-либо группы, выделяемой по образу жизни, интересам, нравственным или политическим позициям или по другим основаниям. Одной из таких групп является – студенчество. В нашей республике существует 4 государственных и 6 негосударственных ВУЗов с количеством студентов – 11919 и 4872 соответственно.

В жизни приднестровского студента существует проблема, так называемой, «бумажной волокиты», которая отнимает приличное количество времени и эмоций. Мы считаем, что при помощи электронных услуг этот процесс можно значительно упростить.

Рассмотрим социальные услуги, востребованные студентами в сфере здравоохранения. В жизни каждого студента, как и любого другого человека существуют периоды, в течении которых, необходимо проходить обязательную медицинскую комиссию. Централизованное хранение полученных данных и обращение к ним по мере необходимости, например, при походе в бассейн, при записи в спортивную секцию, при устройстве на работу, прохождении тех осмотра, при переводе студента из одного учебного заведения в другое, было бы намного целесообразнее.

Поскольку работа практически всех государственных служб и учреждений с населением строится на использовании персональных данных граждан, любые меры, повышающие удобство хранения, поиска, систематизации и обработки персональных данных, делают более эффективной работу государственных учреждений. Широкое применение информационные технологии нашли и в сфере предоставления государственных услуг.

Проводя исследование на экономическом факультете Приднестровского Государственного Университета, мы выявили, что 10,95% от общей численности студентов-составляют льготники – это многодетные семьи, сироты, люди с ограниченными возможностями. Но право на льготы необходимо подтверждать после каждой сессии. Для этого нужно предоставлять справки из учебного заведения в органы социальной защиты населения, что студент сдал сессию и переведён на следующий семестр. И только после получения подтверждений действие льгот продлевается. На сегодняшний день в ПМР действуют следующие льготы:

- на оплату коммунальных услуг, в размере от 20 до 50%

- на проезд в городском и пригородном транспорте, в размере от 50 до 100%
- на продукты первой необходимости в сети супермаркетов “Шериф”, в размере 10%
- на медицинское обслуживание в частной клинике “Медин”, в размере 20%
- на получение высшего образования в государственных ВУЗах ПМР, в размере 50%

Но проблема заключается в том, что весь этот процесс занимает не менее 2-х недель, в течении которых пользоваться льготами невозможно. Заполнение электронных форм и хранение информации в едином центре решило бы эту проблему.

Создание единых баз данных персональной информации во много раз снижает экономические издержки. Но в тоже время от информации, которой владеет данная организация (банк, правоохранительные органы и т. п.), зависит характер ее отношения к конкретному человеку. Во всех этих отношениях для человека важно не количество связей с разными организациями, а возможность контролировать или влиять на установление или формирование отношений.[1]

В досуговой сфере ряд развлекательных учреждений (кинотеатры, театр, кафе, боулинг, ледовый каток) предоставляет скидки по оплате для студентов:

- Ледовый каток, скидка 10%
- Боулинг, скидка 15% в определённое время
- Кинотеатр, скидка 50% в определённые дни

Но для пользования ими необходимо предъявлять удостоверение студента. Рациональнее было бы совместить студенческое удостоверение и платежную электронную карточку. Ее можно было бы использовать и при посещении читальных залов, библиотеки, столовой и кафе университета.

Процесс оплаты и подтверждения статус-студента в общественном транспорте можно было бы упростить, используя ту же универсальную карточку. Студенты часто пользуются общественным транспортом не только чтобы добраться до места учёбы, но и для личных целей, поэтому и существует потребность в данной социальной услуге. Внедрение единых персональных идентификаторов - универсальных личных номеров облегчает поиск и обмен информации между различными службами и создает тот же эффект, что и объединение баз данных.

В Приднестровском государственном университете обучаются студенты с других стран. Срок пребывания иностранных граждан, в том числе и студентов, составляет 45 суток, после истечения которых, необходимо продлить регистрацию в миграционной службе или пересечь государственную границу, а всё это занимает много времени. Поэтому и возникает потребность упразднить этот процесс, чтобы иностранные студенты могли находиться на территории государства без ограничений.

Введение единого идентификационного номера гражданина, а также действия по объединению всех существующих баз данных о гражданах в одну несут в себе большие угрозы защищенности персональных данных, делают эту информацию прозрачной и доступной. Объединение, например, медицинской, социальной информации, данных об имуществе, сведений о семейном положении и т. д. создает практически исчерпывающее досье, доступное большому кругу лиц. Поэтому объединение баз данных и использование личных идентификационных номеров требует правовых ограничений и гарантий защиты персональной информации и сохранения личной тайны.

Для обеспечения информационной безопасности, следует ограничить доступ к информации путем разграничения прав доступа, прав на изменение, добавление, удаление данных, а также следует с течением определенного периода сохранять резервные копии данных на отдельных серверах или в облачных хранилищах. Для того, чтобы услуги были востребованы студентами, требуется обеспечить информационную безопасность персональных данных используемых как в контексте определенной услуги, так и всего комплекса услуг в целом.

Выражаем глубокую признательность нашему преподавателю – доктору технических наук, профессору Вильяму Карповичу Сарьяну, за помощь в выборе темы исследования и подготовке данной статьи.

Литература:

1. Малюк А.А., Полянская О.Ю., Алексеева И.Ю. Этика в сфере информационных технологий.-М.: Горячая линия-Телеком, 2011.-344 с.;ил.

Е.В. Алекси, Г.З. Халимов

УНИВЕРСАЛЬНОЕ ХЕШИРОВАНИЕ ПО КРИВОЙ ЭРМИТА

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков, Украина

Ключевые слова: универсальное хеширование, алгебраические кривые Эрмита.

Представлено решение задачи построение универсального хеширования в функциональном поле кривой Эрмита, оценка основных параметров хеширования и построение практического алгоритма вычислений. Асимптотика вероятности коллизии универсального хеширования по кривой Эрмита при малых значениях числа слов данных *k*определяется отношением корня квадратного длины данных к размерности поля, что ~$(2k)^{1/2}$ лучше, по сравнению с хешированием по проективной прямой. Практический алгоритм вычисления хеш кода по рациональными функциями кривой Эрмита, определяется схемой вычисления Горнера по двум суммам со сложностью $N_{опер}=k+(2k)^{1/2}$. Относительное увеличение сложности вычислений по сравнению с хешированием по проективной прямой является несущественным.

E.V. Alekci, G.Z. Khalimov

CONDITION AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF SYSTEM ON MANAGEMENT OF DISTRIBUTION OF RESOURCES IN EMERGENCY

Perm State Technical University, Perm, Russia
*Perm Military Institute of Internal Armies of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Perm, Russia

Keywords: universalhashing, algebraic curves Hermite.

A solution to the problem of construction of a universal hash function field curve Hermite, evaluation of the main parameters of the hashing algorithm and the construction of practical calculations. Asymptotics of the probability of collision universal hashing Hermite curve for small values of *k* words of data determined by the ratio of the square root length of the data field to the dimension that ~$(2k)^{1/2}$ is better than a hash lookup on the projective line. Practical algorithm for computing the hash code for rational functions Hermite curve is defined by calculating the Horner scheme for two sums with the complexity $N_{oper}=k+(2k)^{1/2}$. Relative increase in computational complexity compared with hashing on the projective line is not significant.

Универсальное хеширование реализуется на вычислениях в функциональном поле алгебраических кривых. Фундаментальная теорема Римана-Роха связывает свойства пространства рациональных функций с проективным многообразием точек кривой. Универсальное хеширование по алгебраическим кривым C над конечным полем F_q на основе скалярного произведения по рациональным функциям линейного базисного пространства $f_i \in F_q(\chi) \setminus \{0\}$ для сообщения $m=(m_1,...,m_k)$, $m_i \in F_q$ в точке кривой P_j определяется вычислением $h_{P_j}(m)=\sum_{i=1}^{k} f_i(P_j)m_i$. Вероятность коллизии определяется отношением $\varepsilon=\rho_k / N$, где ρ_k - максимальное значение полюса рациональной функции, f_k и N - число точек алгебраической кривой [1-1]. Не существует плоских максимальных кривых рода $g \geq q$ над полем F_q [1]. По классификации максимальных плоских кривых кривая Эрмита является кривой первого рода $g=g_1<q$. Наилучший результат достигается на кривой Эрмита [2,3]. Проблематикой универсального хеширования на функциональном поле $F_q(C)$ алгебраической кривой C над конечным полем F_q является определение функции хеширования, алгоритма вычисления хеш кода и оценка параметров. Целью

данной работы является построение универсального хеширования на функциональном поле кривой Эрмита, оценка основных параметров хеширования и построение практического алгоритма вычислений.

1. Определение универсального хеширования по кривой Эрмита

Известные результаты.

1. Кривая Эрмита над конечным полем F_{q^2} является несингулярной, определяется уравнением в проективном пространстве P^2

$$F(X,Y,Z) = Y^q Z + YZ^q - X^{q+1},$$

и аффинном пространстве

$$y^q + y = x^{q+1}.$$

2. Кривая имеет $(q^3+1)F_{q^2}$ рациональных точек, род $g = q(q-1)/2$ и достигает границы Хассе-Вейля.

3. Точками кривой являются $P_\infty = (0:1:0)$ и $P_{a,b} = (a:b:1)$, где $a \in F_{q^2}$ и $b^q + b = a^{q+1}$.

4. Подгруппа Вейерштрасса $H(P_\infty)$ в точке P_∞ образуется порядками полюсов $div_\infty(x) = qP_\infty$ и $div_\infty(y) = (q+1)P_\infty$, и $H(P_\infty) = \{\rho_0 = 0 < \rho_1 < ...\}$.

5. Базис пространства $L(mP_\infty) = L(\rho_\ell P_\infty)$, $\rho_\ell \le m \le \rho_{\ell+1}$ задается функциями вида $\{x^i \cdot y^j : iq + j(q+1) \le m\}$, это также следует из подгруппы Вейерштрасса $H(P_\infty)$ представленной порядками полюсов функций $x = X/Z$ и $y = Y/Z$.

Определение 1. Хеш функция $h_{x,y}(m) \in F_{q^2}$ для сообщения m по рациональным функциям в точке x, y кривой Эрмита определяется выражением

$$h_{x,y}(m) = \sum_{i \ge 0, 0 \le j \le q-1, i \cdot q + j \cdot (q+1) \le \rho_k} m_{i,j} \cdot x^i \cdot y^j, \quad (1)$$

где ρ_k полюс подгруппы Вейерштрасса $H(P_\infty)$, $m_{i,j} \in F_{q^2}$ -слова сообщения m.

Замечание 1.

1. Определение хеш функции следует из базиса пространства $L(\rho_\ell P_\infty)$ рациональных функций Эрмитовой кривой.

2. Для теоретической оценки вероятности коллизии необходимо связать значение k с показателями i, j степеней рациональных функций $x^i \cdot y^j$.

Лемма 1.Пусть $k < q(q-1)/2$, тогда $j = k - s(s-1)/2$, $i = s - j$ и $s = \left\lceil (2k + 1/4)^{1/2} - 1/2 \right\rceil$, где $\lceil \cdot \rceil$ округление к большему целому числу.

Замечание 2.

1. В случае $k = q(q-1)/2$ просто показать, что значение $s = q-1$. Отсюда следует $j = 0$ и $i = q-1$.

2. Пусть $k > q(q-1)/2$. В этом случае $j = \overline{0, q-1}$ и $j = 0$, если $k = q(q-1)/2$. Просто показать, что $j = (k - q(q-1)/2) \bmod q$ и $i = q - 1 + (k - q(q-1)/2 - j)/q$.

Утверждение 1. Хеширование по рациональным функциям кривой Эрмита над полем F_{q^2} определяет универсальный хеш класс $\varepsilon - U(q^3, q^{2k}, q^2)$, где q^3 - число хешфункций (объём ключевого пространства), q^{2k} - объём пространства сообщений, q^2 - объём пространства хеш кодов. Вероятность коллизии ε определяется соотношениями

$$\varepsilon = k/q^3 + s/q^2 - s(s-1)/(2q^3)\text{, если } k < q(q-1)/2, \quad (2)$$

$$\varepsilon = k/q^3 + 1/(2q) - 1/(2q^2)\text{, если } k \ge q(q-1)/2, \quad (3)$$

где $s = \left|(2k+1/4)^{1/2} - 1/2\right|$ есть округление значения до наибольшего целого.

Замечание 3.

1. Выражения для вероятности коллизии для универсального хеширования по рациональным функциям кривой Эрмита являются точными.

2. Утверждение 1 впервые представлено в [4]. Соотношения (2),(3) здесь изложены в другой интерпретации.

Следствие 1. Асимптотика вероятности коллизии универсального хеширования по кривым Эрмита, когда, при больших значениях размерности поля $q \to \infty$ имеет вид

$$\varepsilon_{q\to\infty} = k^{1/2}/q^2\text{, если } k < q(q-1)/2 \quad (4)$$

$$\varepsilon_{q\to\infty} = 1/q + k'/q^3 - 1/q^2\text{, если } k \ge q(q-1)/2, \quad (5)$$

где $k' = k - q(q-1)/2$.

Замечание 4.

1. Для универсального хеширования по проективной линии в квадратичном поле оценка для вероятности коллизии равна $\varepsilon = \frac{k}{q^2}$. Асимптотика вероятности коллизии универсального хеширования по кривым Эрмита при малых значениях k определяется отношением корня квадратного длины данных к размерности поля, что $\sqrt{k}$ лучше, по сравнению с хешированием по проективной линии. Хеширование по проективной линии является результативным только до $k = q^2$.

2. Вероятность коллизии универсального хеширования по кривым Эрмита при больших значениях $k \ge q(q-1)/2$ имеет нижнюю границу $\varepsilon = 1/q$ и допускает хеширование до $k = q^3 - q(q-1)/2 \approx q^3$, что в корень квадратный от размерности поля больше по сравнению с хешированием по проективной линии.

2. Практический алгоритм вычисления хеш кодов

Порядок назначения точек кривой Эрмита и практический алгоритм вычисления хеш кода определяется предложениями 1 и 2.

Предложение 1. Пусть кривая Эрмита над конечным полем F_{q^2} задана уравнением $y^q + y = x^{q+1}$. Тогда точки кривой $P_{a,b} = (a:b:1)$ определяются выражениями

$$b = \alpha^{i\cdot(q-1)+j},\ a = \alpha^{s+t(q-1)}, \quad (6)$$

где $i = \overline{0,q}$, $j = \overline{0,q-2}$, $t = \overline{0,q}$, $\alpha^{s\cdot(q+1)} = tr(b)$, $\alpha \in F_{q^2}$.

Предложение2.Алгоритм универсального хеширования по кривым Эрмита в F_{q^2} определяется схемой Горнера вида

$$h_{x,y}(m) = \sum_{j=0}^{s} y^j \cdot \sum_{i=0}^{s-j} m_{i,j} \cdot x^i, \quad (7)$$

со сложностью

$$N_{опер} = k + s\text{, если } k < q(q-1)/2, \quad (8)$$

$$N_{опер} = k + q\text{, если } k \ge q(q-1)/2, \quad (9)$$

где $s = \left|(2k+1/4)^{1/2} - 1/2\right|$.

Замечание 5.

1. Соотношения (6) для определения точек кривой Эрмита являются новыми.

2. Применение схемы Горнера для хеширования по кривой Эрмита и оценки сложности вычислений (8), (9) впервые представлены в [4]. Доказательство предложения 2 является простым.

3. Асимптотика оценки сложности универсального хеширования по кривым Эрмита при $k < q(q-1)/2$ определяется $N_{опер}(HC) = k + k^{1/2}$, так как $s = \left|(2k+1/4)^{1/2} - 1/2\right|$.

В алгеброгеометрической интерпретации универсальное хеширование по проективной линии для сообщения $m = (m_0, m_1, ..., m_k)$, $m_i \in F_{q^2}$ определяется выражением

$$h_x(m) = \sum_{i=0}^{k-1} m_i \cdot x^i \quad , \qquad (10)$$

где x точки проективной прямой.

Сложность вычислений (7) по схеме Горнераравна $N_{опер}(PS) = k$. Хеширование по кривой Эрмита по сравнению с хешированием по проективной прямой сложнее на $N_{опер}(HC) - N_{опер}(PS) = k^{1/2}$ операций.Относительноеувеличениесложностивычисленийявляетсянесущественным $N_{опер}(HC) / N_{опер}(PS) = 1 + k^{-1/2}$.

Литература:

1.Халимов Г.З. Максимальные кривые Гурвица для целей универсального хеширования. Материалы XI Международной научно-практической конференции «Информационная безопасность». Ч. 3.- Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. с.144-146.

1. CossidenteA. Curvesoflargegenuscoveredbythe Hermitiancurve / Cossidente A., KorchmarosG. andTorresF. // Comm. Algebra. 2000, Vol. 28(10), p.4707–4728.

2. Халимов Г.З. Каскадное универсальное хеширование с использованием АГК кодов /Халимов Г.З., Иохов А.Ю.// Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Харьков., 2005, Вып. 2/2(14), с.111–119.

3. Халимов Г.З. Аутентификация с применением алгеброгеометрических кодов. / ХалимовГ.З.,.Кузнецов А.А. //Радиотехника. Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. 2001, Вып. 120, с.103-109.

4. Халимов Г.З. Аутентификация с применением Эрмитовых кодов. /Халимов Г.З., Иохов А.Ю. // Вестник ХПИ. Харьков, 2005, Вып. 9, с. 26-32.

Д.Я. Иргашева, Р.Т. Гаипназаров, Л.У. Давронова

ОРГАНИЗАЦИЯ VPN СЕТЕЙ В КАНАЛЬНОМ И ТРАНСПОРТНОМ УРОВНЯХ

Ташкентский университет информационных технологий, г. Ташкент, Узбекистан

Ключевые слова*:* VPN сети, атака, информационная безопасность, канальный уровень, сетевой уровень, транспортный уровень, протокол.

Данная статья посвящена исследованию средств повышения эффективности работы VPN каналов компьютерных сетей. Описана организация VPN сетей в канальном и транспортном уровнях, и приведены протоколы, используемые на данных уровнях.

D.Y. Irgasheva, R.T. Gaipnazarov, L.U. Davronova

THE VPN ORGANIZATION OF NETWORKS IN CHANNEL AND TRANSPORT LEVELS

Tashkent University of Information Technologies, Tashkent, Uzbekistan

Keywords: VPN networks, attack, information security, channel level, network level, transport level, protocol.

This article is devoted to research of means of increase of overall performance of VPN channels of computer networks. The VPN organization of networks in channel and transport levels is described, and the protocols used at these levels are provided.

Для эффективного противодействия сетевым атакам и обеспечения возможности активного и безопасного использования в бизнесе и банковской сфере открытых сетей в начале 1990-х годов родилась и активно развивается концепция построения виртуальных частных сетей. Сети VPN (Virtual Private Network) строятся с использованием протоколов туннелирования данных через сеть связи общего пользования Интернет, причем протоколы туннелирования обеспечивают шифрование данных и осуществляют их сквозную передачу между пользователями [1]. Как правило, на сегодняшний день для построения сетей VPN используются протоколы следующих уровней модели OSI:

- Канальный уровень. Могут использоваться протоколы туннелирования данных L2TP и PPTP, которые используют авторизацию и аутентификацию. Также на канальном уровне для организации туннелей может использоваться технология MPLS. Решения по организации VPN на канальном уровне имеют достаточно ограниченную область действия, как правило, в рамках домена провайдера.
- Сетевой уровень (уровень IP). Используется протокол IPSec реализующий шифрование и конфедициальность данных, а также аутентификацию абонентов. Реализуются архитектуры «от шлюза к шлюзу» и «от хоста к шлюзу». Шлюз, называемый «IPSec сервер», находится между корпоративной сетью и публичной сетью и обеспечивает безопасную передачу трафика для всех пользователей корпоративной сети. Применение протокола IPSec позволяет реализовать полнофункциональный доступ экивалентный физическому подключению к корпоративной сети. Для установления VPN каждый из участников должен сконфигурировать определенные параметры IPSec, т.е. каждый клиент должен иметь ПО реализующее IPSec.
- Транспортный уровень. Используется протокол SSL/TLS (Secure Socket Layer / Transport Layer Security) реализующий шифрование и аутентификацию между транспортными уровнями приемника и передатчика. SSL/TLS может применяться для защиты трафика TCP, не может применяться для защиты трафика UDP. Для функционирования VPN на основе SSL/TLS нет необходимости в реализации специального ПО так как каждый браузер и почтовый клиент оснащены этими протоколами. В силу того, что SSL/TLS реализуется на транспортном уровне, защищенное соединение устанавливается «из-конца-в-конец», таким образом, реализуя архитектуру «от хоста к хосту».

Реализация VPN: IPSec или SSL/TLS. Постараемся провести анализ и выявить когда необходимо применять IPSec, а когда SSL/TLS. Как видно из анализа характеристик этих протоколов они не являются взаимозаменяемыми и могут функционировать как отдельно, так и параллельно, определяя функциональные особенности каждой из реализованных VPN [1].

Выбор протокола для построения корпоративной сети VPN можно осуществлять по следующим критериям:

1. Тип доступа необходимый для пользователей сети VPN.
   - Полнофункциональное постоянное подключение к корпоративной сети. Рекомендуемый выбор – протокол IPSec.
   - Временное подключение, например, мобильного пользователя или пользователя использующего публичный компьютер, с целью получения доступа к

определенным услугам, например, электронной почте или базе данных. Рекомендуемый выбор – протокол SSL/TLS, который позволяет организовать VPN для каждой отдельной услуги.

2. Является ли пользователь сотрудником компании.
   - Если пользователь является сотрудником компании, устройство которым он пользуется для доступа к корпоративной сети через IPSec VPN может быть сконфигурировано некоторым определенным способом.
   - Если пользователь не является сотрудником компании к корпоративной сети, которой осуществляется доступ, рекомендуется использовать SSL/TLS. Это позволит ограничить гостевой доступ только определенными услугами.
3. Каков уровень безопасности корпоративной сети.
   - Высокий. Рекомендуемый выбор – протокол IPSec. Действительно, уровень безопасности, предлагаемый IPSec гораздо выше уровня безопасности предлагаемого протоколом SSL/TLS в силу использования конфигурируемого ПО на стороне пользователя и шлюза безопасности на стороне корпоративной сети.
   - Средний. Рекомендуемый выбор – протокол SSL/TLS позволяющий осуществлять доступ с любых терминалов.
   - В зависимости от услуги – от среднего до высокого. Рекомендуемый выбор – комбинация протоколов IPSec (для услуг требующих высокий уровень безопасности) и SSL/TLS (для услуг требующих средний уровень безопасности).
4. Уровень безопасности данных передаваемых пользователем.
   - Высокий, например, менеджмент компании. Рекомендуемый выбор – протокол IPSec.
   - Средний, например, партнер. Рекомендуемый выбор – протокол SSL/TLS.
   - В зависимости от услуги – от среднего до высокого. Рекомендуемый выбор – комбинация протоколов IPSec (для услуг требующих высокий уровень безопасности) и SSL/TLS (для услуг требующих средний уровень безопасности).
5. Что важнее, быстрое развертывание VPN или масштабируемость решения в будущем.
   - Быстрое развертывание сети VPN с минимальными затратами. Рекомендуемый выбор – протокол SSL/TLS. В этом случае нет необходимости реализации специального ПО на стороне пользователя как в случае IPSec.
   - Масштабируемость сети VPN – добавление доступа к различным услугам. Рекомендуемый выбор – протокол IPSec позволяющий осуществление доступа ко всем услугам и ресурсам корпоративной сети.
   - Быстрое развертывание и масштабируемость. Рекомендуемый выбор – комбинация IPSec и SSL/TLS: использование SSL/TLS на первом этапе для осуществления доступа к необходимым услугам с последующим внедрением IPSec.

Выбираем протокол VPN. VPN создает защищенный канал связи через Internet между компьютером удаленного пользователя и частной сетью его организации. Если представить Internet в виде трубы, то VPN создает внутри нее трубу меньшего диаметра, доступную только для пользователей организации. VPN обеспечивает пользователю защищенный доступ к его частной сети практически через любой тип соединения с Internet. Наличие IP-сети между клиентом и сервером VPN является единственным требованием для реализации Microsoft VPN. Достаточно, чтобы и клиент и сервер были подключены к Internet.

Опора на PPP. Если рассмотреть структуру пакетов, станет очевидно, что и PPTP и L2TP основываются на протоколе Point-to-Point Protocol (PPP) и являются его расширениями. Данные верхних уровней модели OSI сначала инкапсулируются в PPP, а затем в PPTP или L2TP для туннельной передачи через сети общего доступа [2].

PPP обладает несколькими преимуществами по сравнению со своим старшим собратом Serial Line Internet Protocol (SLIP). В качестве примера можно привести аутентификацию с использованием CHAP и сжатие данных. В набор PPP входят протокол Link Control Protocol (LCP), ответственный за конфигурацию, установку, работу и завершение соединения точка-точка, и протокол Network Control Protocol (NCP), способный инкапсулировать в PPP протоколы сетевого

уровня для транспортировки через соединение точка-точка. Это позволяет одновременно передавать пакеты Novell IPX и Microsoft IP по одному соединению PPP.

Безусловно, PPP является важной частью PPTP и L2TP. Благодаря PPP стало возможным использование PPTP и L2TP для выполнения удаленных приложений, зависящих от немаршрутизируемых протоколов. На физическом и канальном уровнях PPTP и L2TP идентичны, но на этом их сходство заканчивается, и начинаются различия.

Туннелирование. Для доставки конфиденциальных данных из одной точки в другую через сети общего пользования сначала производится инкапсуляция данных с помощью протокола PPP, затем протоколы PPTP и L2TP выполняют шифрование данных и собственную инкапсуляцию.

В соответствии с моделью OSI протоколы инкапсулируют блоки данных protocol data unit (PDU) по принципу матрешки: TCP (транспортный уровень) инкапсулируется протоколом IP (сетевой уровень), который затем инкапсулируется PPP (на канальном уровне).

После того как туннельный протокол доставляет пакеты из начальной точки туннеля в конечную, выполняется деинкапсуляция.

Безопасность. Обеспечение безопасности является основной функцией VPN. Все данные от компьютеров-клиентов проходят через Internet к VPN-серверу. Такой сервер может находиться на большом расстоянии от клиентского компьютера, и данные на пути к сети организации проходят через оборудование множества провайдеров. Чтобы данные не были прочитаны или изменены, применяются различные методы аутентификации и шифрования.

Для аутентификации пользователей PPTP может задействовать любой из протоколов, применяемых для PPP, включая Extensible Authentication Protocol (EAP), Microsoft Challenge Handshake Authentication Protocol (MSCHAP) версии 1 и 2, Challenge Handshake Authentication Protocol (CHAP), Shiva Password Authentication Protocol (SPAP) и Password Authentication Protocol (PAP). Лучшими считаются протоколы MSCHAP версии 2 и Transport Layer Security (EAP-TLS), поскольку они обеспечивают взаимную аутентификацию, т. е. VPN-сервер и клиент идентифицируют друг друга. Во всех остальных протоколах только сервер проводит аутентификацию клиентов.

Шифрование с помощью PPTP гарантирует, что никто не сможет получить доступ к данным при пересылке через Internet. Протокол шифрования MPPE (Microsoft Point-to-Point Encryption) совместим только с MSCHAP (версии 1 и 2) и EAP-TLS и умеет автоматически выбирать длину ключа шифрования при согласовании параметров между клиентом и сервером. MPPE поддерживает работу с ключами длиной 40, 56 или 128 бит. Старые операционные системы Windows поддерживают шифрование с длиной ключа только 40 бит, поэтому в смешанной среде Windows следует выбирать минимальную длину ключа.

PPTP изменяет значение ключа шифрации после каждого принятого пакета. Протокол MMPE разрабатывался для каналов связи точка-точка, в которых пакеты передаются последовательно, и потеря данных очень мала. В этой ситуации значение ключа для очередного пакета зависит от результатов дешифрации предыдущего пакета. При построении виртуальных сетей через сети общего доступа эти условия соблюдать невозможно, так как пакеты данных часто приходят к получателю не в той последовательности, в какой были отправлены. Поэтому PPTP использует для изменения ключа шифрования порядковые номера пакетов. Это позволяет выполнять дешифрацию независимо от предыдущих принятых пакетов.

Хотя PPTP обеспечивает достаточную степень безопасности, но все же L2TP поверх IPSec надежнее. L2TP поверх IPSec обеспечивает аутентификацию на уровнях 'пользователь' и 'компьютер', а также выполняет аутентификацию и шифрование данных.

На первом этапе аутентификации клиентов и серверов VPN, L2TP поверх IPSec использует локальные сертификаты, полученные от службы сертификации. Клиент и сервер обмениваются сертификатами и создают защищенное соединение ESP SA (security association).

После того как L2TP (поверх IPSec) завершает процесс аутентификации компьютера, выполняется аутентификация на уровне пользователя. Для аутентификации можно задействовать любой протокол, даже PAP, передающий имя пользователя и пароль в открытом виде. Это вполне безопасно, так как L2TP поверх IPSec шифрует всю сессию. Однако проведение аутентификации пользователя при помощи MSCHAP, применяющего различные ключи шифрования для аутентификации компьютера и пользователя, может усилить защиту.

L2TP поверх IPSec обеспечивает более высокую степень защиты данных, чем PPTP, так как использует алгоритм шифрования Triple Data Encryption Standard (3DES). 3DES был разработан для

защиты особо секретных данных, и его применение разрешено только в Северной Америке. Если столь высокий уровень защиты не нужен, можно использовать алгоритм DES с одним 56-разрядным ключом, что позволяет снизить расходы на шифрование (3DES использует три 56-разрядных ключа).

L2TP поверх IPSec выполняет шифрование данных и аутентификацию на уровнях компьютера и пользователя. Кроме того, при помощи алгоритма Hash Message Authentication Code (HMAC) Message Digest 5 (MD5) L2TP обеспечивает аутентификацию данных. Для аутентификации данных этот алгоритм создает хеш длиной 128 разрядов.

Резюмируя вышесказанное, можно сделать следующие вывод, что функциональные возможности PPTP и L2TP различны. L2TP может использоваться не только в IP-сетях, служебные сообщения для создания туннеля и пересылки по нему данных используют одинаковый формат и протоколы. PPTP может применяться только в IP-сетях, и ему необходимо отдельное соединение TCP для создания и использования туннеля. L2TP поверх IPSec предлагает больше уровней безопасности, чем PPTP, и может гарантировать почти 100-процентную безопасность важных для организации данных.

Литература:

1. В. Зима, А. Молдовян, Н. Молдовян Безопасность глобальных сетевых технологий, БХВ-Санкт-Петербург, 368 стр., 2002 г.

2. Х. Остерлох TCP/IP. Семейство протоколов передачи данных в сетях компьютеров. «ДиаСофтЮП», 576 стр., 2002 г.

Д.Я. Иргашева, Р.Т. Гаипназаров

АТАКИ НА КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ

Ташкентский университет информационных технологий, г. Ташкент, Узбекистан

Ключевые слова: *и*нформационная безопасность, атака, криптографические алгоритмы, шифрованной текст, зашифрованной текст, криптографические ключи.

В данной статье описываются атаки на криптографические алгоритмы**.** Исследуются криптографические ключи для обеспечения сопоставимого уровня безопасности зашифрованных данных**.**

D.Y. Irgasheva, R.T. Gaipnazarov

ATTACKS TO CRYPTOGRAPHIC ALGORITHMS

Tashkent University of information technologies, Tashkent

Keywords: information security, attack, cryptographic algorithms, encoded the text, ciphered the text, cryptographic keys.

In this article attacks to cryptographic algorithms are described. Cryptographic keys for providing comparable level of safety of the ciphered data are investigated.

Варианты атак на криптоалгоритмы достаточно разнообразны. Самой простой является атака только на зашифрованной текст, когда криптоаналитик имеет только зашифрованный тест и путем анализа статистического распределения символов, а также, используя другие методы, пытается распознать исходный текст. Любой алгоритм должен защищать от такой атаки. Более сложным является атака с известным незашифрованным текстом. В этом случае аналитику известен фрагмент исходного текста или он делает обоснованное предположение о нем.

Использование алгоритма с секретным, патентованным или уникальным алгоритмом, не является наилучшим решением. Как было доказано еще в прошлом тысячелетии стойкость криптографического алгоритма должна определяться не его секретностью, а ключом. Поэтому все

попытки скрыть алгоритм от общественности дают повод усомниться в его надежности.

Атаки на криптографические ключи. Атаки с известным нешифрованным текстом или атака на зашифрованный текст на используемые в настоящее время алгоритмы практически бессильны, что вынуждает злоумышленников проверять все возможные ключи шифрования. Поэтому существенно важным является выбор алгоритма с достаточной длиной ключа.

Асимметричные алгоритмы используют ключи большей длины, т.к. атака полным перебором на симметричные алгоритмы требует больших временных затрат, нежели аналогичная атака на криптографию с открытым ключом. В таблице 1 приведено соответствие длин ключей в симметричных и асимметричных алгоритмах для обеспечения сопоставимого уровня безопасности зашифрованных данных.

Разумеется, что длина ключа зависит от того, как долго должна сохраняться в тайне защищаемая информация. Если речь идет о персональных данных или ноу-хау и бизнес-проектах, срок жизни которых может составлять десятилетия, то и длина ключа (при современном уровне развития вычислительной техники) для их защиты должна быть большой (не менее 128 бит). Если же речь идет о защите оперативной информации, например, котировках акций или военных сведениях тактического плана, то, учитывая, что такая информация теряет свою актуальность уже через несколько часов и даже минут, длина ключа может быть и не столь большой. Представьте, что криптоаналитики противника дешифровали сообщение о запуске баллистической ракеты, которая достигает заданной точки через 8 минут, только через 10 минут. Актуальность такой информации равна практически нулю.

Таблица 1. Соответствие длин ключей в симметричных и асимметричных алгоритмах

Длина ключа (бит) для симметричного алгоритма	Длина ключа для асимметричного алгоритма
56	385
64	512
80	768
112	1792
128	2304

Для алгоритмов, основанных на открытых ключах, например, RSA, существует ряд математических проблем, которые не всегда учитываются при построении криптосистемы. К таким моментам можно отнести выбор начальных значений, на основе которых создаются ключи. Есть определенные числа, которые позволяют очень быстро вычислить секретный ключ. В то же время правильный выбор начальных значений позволяет гарантировать невозможность «лобовой» атаки в течение нескольких сотен лет при современном развитии вычислительной техники. Аналогичные проблемы существуют и в симметричной криптографии.

Атаки на датчики случайных чисел. Под криптосистемой понимается не только используемый алгоритм зашифрования / расшифрования, но также механизм генерации и распределения ключей и ряд других важных элементов, влияющих на надежность криптосистемы. Ее надежность складывается из надежности отдельных элементов, составляющих эту криптосистему. Поэтому в некоторых случаях нет необходимости атаковать алгоритм. Достаточно попытаться атаковать один из компонентов криптосистемы. Например, механизм генерации ключей. Если датчик случайных чисел, реализованный в криптосистеме для генерации ключей, недостаточно надежен, то говорить об эффективности такой системы нельзя. Даже при наличии хорошего криптографического алгоритма.

Датчики случайных чисел (ДСЧ), а точнее датчики псевдослучайных чисел (ДПСЧ) являются одним из ключевых элементов при построении любой криптографической системы, и позволяют создавать стойкие ключи. Псевдослучайными они называются потому, что по-настоящему случайные числа существуют в природе, а на компьютере получить их практически невозможно. Самый простой способ - не глядя несколько раз нажать на кнопки клавиатуры или подвигать мышкой. Если злоумышленник может предсказать значения, генерируемые ДСЧ, то он

может и вычислить криптографические ключи. Поэтому рекомендуется выбирать действительно эффективные датчики псевдослучайных чисел, которые обычно реализуются аппаратным образом, и не использовать функции random, rnd встроенные в многие языки программирования.

Существуют следующие категории атак на ДПСЧ:

Криптоаналитическая атака. Происходит, если атакующий способен увидеть корреляцию между ДПСЧ и случайными выходящими результатами. Эта атака осуществима на криптографических функциях, где результаты работы ДПСЧ действительно видны. Поэтому ДСЧ, результат работы которого нельзя увидеть или перехватить, не может стать объектом атаки этого типа:

- Атака на входе. Происходят, когда атакующий может получить информацию о входе в ДПСЧ, чтобы предсказать некоторые результаты его работы. Возможны в системах, которые используют различные виды предсказуемых входящих данных, таких как пароли пользователей и фразы. Примером может быть проектировщик, предполагающий, что ввод информации о движении, например печать на клавиатуре, является случайным, когда фактически это не так.
- Атака па основе расчета времени. Эта атака на ДСЧ схожа с атакой этот типа на криптографическую функцию. Во время математических операций, которые подсчитывают число машинных циклов для каждой операции, атакующий может получить некоторую информацию. Предполагается, что атакующий может определить, когда происходят конкретные булевские операции. Например, побитовое сложение может быть обнаружено при подсчете машинных циклов. Затем, определяя общее число побитовых сложений и время, затраченное машиной, атакующий сможет предсказать число нулей в других байтах и тем самым получить некоторую информацию о криптографической функции [1].

Атаки на реализацию. Атаки этого типа наиболее часто используются злоумышленниками. Связано это с тем, что для их реализации нет необходимости обладать обширными познаниями в области математики. Нужно быть квалифицированным программистом или просто знать человеческие слабости. Примеров неправильной реализации, приводящей к атаке на нее:

- Секретный ключ шифрования хранится на жестком диске, доступ к которому никак не контролируется.
- Криптографический ключ, хранящийся в оперативной памяти, не затирается после использования.
- Обеспечивается безопасность сеансовых ключей и недостаточное внимание уделяется защите главных ключей.

Совершенная будущая секретность является механизмом, посредством которого в случае, если ключ будет похищен, никакая коммуникация, выполнявшаяся ранее, не может быть раскрыта. Совершенная будущая секретность - это то, для чего должен быть спроектирован каждый криптографический алгоритм. Реализация такого вида алгоритмов требует больших ресурсов, так как каждый пакет нуждается в новом ключе. Большинство криптографических алгоритмов используют сеансовый ключ в каждом пакете, который является производным от совместно используемого секретного ключа. Однако они не заменяют секретность.

Литература:

1. А. Астахов «Анализ защищенности корпоративных автоматизированных систем», Москва, информационный бюллетень Jet Info N7-2002.

Д.Я. Иргашева, Р.Т. Гаипназаров

К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ПОМОЩЬЮ АУТЕНТИФИКАЦИИ НА ОСНОВЕ ОДНОРАЗОВОГО ПАРОЛЯ

Ташкентский университет информационных технологий, г. Ташкент, Узбекистан

Ключевые слова: *и*нформационная безопасность, аутентификация, идентификация, пароль.

В данной статье описываются одна из аспектов проблемы управления доступом к информации в компьютерных системах - аутентификации. *Исследуется метод* аутентификации с использованием одноразовых паролей.

D.Y. Irgasheva, R.T. Gaipnazarov

ON THE QUESTION OF ENSURING INFORMATION SECURITY BY MEANS OF AUTHENTICATION ON THE BASIS OF THE ONE-TIME PASSWORD

Tashkent university of information technologies, Tashkent

Keywords: information security, authentication, identification, password.

In this article is described one of aspects of a problem of management by access to information in computer systems - authentications. The authentication method with use of one-time passwords is investigated.

Одной из важных задач обеспечения информационной безопасности при взаимодействии пользователей является использование методов аутентификации дающие возможность проверить подлинность проверяемой стороны. В основе всех методов аутентификации на основе пароля лежит предположение о том, что только законный пользователь может пройти проверку, так как только он знает свой пароль.

Заметим, что используемый при этом идентификатор пользователя злоумышленник может легко узнать. Особенно, если в качестве идентификатора пользователя используется не назначаемый пользователю идентификационный номер. Так как обычно назначаемый пользователю идентификационный номер - это различные варианты комбинации имени и фамилии пользователя, то определить его не составляет большого труда [1].

Если злоумышленнику удастся узнать и пароль пользователя, то ему будет легко представиться этим пользователем. Насколько бы ни был пароль засекреченным, узнать его иногда не слишком трудно. Злоумышленник может сделать это, используя различные способы атак [2]. Для каждой из этих атак есть методы защиты. Но большинство из этих вариантов защиты обладают различными недостатками. Некоторые виды защиты достаточно дороги, другие создают неудобства для пользователей.

Один из вариантов защиты от различных атак на аутентификацию на основе пароля- переход на аутентификацию с помощью одноразовых паролей. Применение схем одноразовых паролей стало заметным шагом вперед по сравнению с использованием фиксированных паролей. Выше мы говорили, что злоумышленник, узнавший фиксированный пароль, может повторно его использовать с целью выдачи себя за легального пользователя. Частным решением этой проблемы как раз и является применение одноразовых паролей: каждый пароль в данном случае используется только один раз. *Одним из вариантов защиты от различных атак на аутентификацию по паролю является аутентификация с использованием одноразовых паролей.*

Одноразовые пароли - динамическая аутентификационная информация, генерируемая для единичного использования с помощью аутентификационных программных или аппаратных устройств.

Одноразовый пароль неуязвим для атаки методом анализа сетевого трафика, что является значительным преимуществом перед запоминаемыми паролями. Несмотря на то, что злоумышленник может перехватить пароль методом анализа сетевого трафика, поскольку пароль действителен лишь один раз и в течение ограниченного промежутка времени, у злоумышленника в лучшем случае есть весьма ограниченная возможность представиться пользователем с помощью

перехваченной информации. *Одноразовый пароль действителен один раз в течение ограниченного времени и при перехвате такого пароля злоумышленник имеет ограниченную возможность представиться пользователем.*

В качестве возможных устройств для генерации одноразовых паролей обычно используются OTP (OTP, One-Time Passwords)- токены.

OTP-токен **–** это устройство, которое принадлежит определенному пользователю и генерирует одноразовые пароли, используемые для аутентификации данного пользователя. Таким образом, аутентификация с помощью одноразовых паролей, по сравнению с аутентификацией на основе пароля, является аутентификацией с помощью другого фактора аутентификации - аутентификацией «на основе обладания чем-либо». Другим важным преимуществом применения аутентификационных устройств является то, что многие из них требуют от пользователя введения PIN-кода:

- для активации OTP-токена;
- в качестве дополнительной информации, используемой при генерации OTP;
- для предъявления серверу аутентификации вместе с OTP.

Если дополнительно применяется еще и PIN-код, в методе аутентификации используются два фактора аутентификации, т. е. данный метод относится к двухфакторной аутентификации.

Простейшей схемой применения одноразовых паролей служит разделяемый список. В этом случае пользователь и проверяющий применяют последовательность секретных паролей, где каждый пароль используется только один раз. Естественно данный список заранее распределяется между сторонами аутентификационного обмена. Такая схема применяется в настоящее время в некоторых системах «Интернет-банк».

Модификацией этого метода является таблица вопросов и ответов, которая содержит вопросы и ответы, используемые сторонами для проведения аутентификации, причем каждая пара используется только один раз. Существенным недостатком этой схемы является необходимость предварительного распределения аутентифицирующей информации. После того как выданные пароли закончатся, пользователю необходимо получить новый список. Такое решение, во-первых, не удовлетворяет современным представлениям об информационной безопасности, поскольку злоумышленник может украсть или скопировать список паролей пользователя. Во-вторых, постоянно получать новые списки паролей вряд ли кому-нибудь понравится.

Вместе с тем, в настоящее время разработано несколько методов реализации технологии одноразовых паролей, исключающих указанные недостатки. В их основу легли различные криптографические алгоритмы.

Для генерации одноразовых паролей OTP-токены используют хэш-функции или криптографические алгоритмы:

- *симметричная криптография* (криптография с одним ключом) - в этом случае пользователь и сервер аутентификации используют один и тот же секретный ключ;
- *асимметричная криптография* (криптография с открытым ключом) - в этом случае в устройстве хранится закрытый ключ, а сервер аутентификации использует соответствующий открытый ключ.

Методы аутентификации с помощью OTP-токенов. Обычно в OTP-токенах применяется симметричная криптография. Устройство каждого пользователя содержит уникальный персональный секретный ключ, используемый для шифрования некоторых данных для генерации OTP. Этот же ключ хранится на сервере аутентификации, который выполняет аутентификацию данного пользователя. Сервер шифрует те же данные и сравнивает два результата шифрования: полученный им и присланный от клиента. Если результаты совпадают, то пользователь успешно проходит аутентификацию [3].

OTP-токены, использующие симметричную криптографию, могут работать в асинхронном или синхронном режиме. Соответственно методы, используемые OTP-токенами, можно разделить на две группы, работающие:

- в асинхронном режиме («запрос - ответ»);
- в синхронном режиме («только ответ», «синхронизация по времени», «синхронизация по событию»).

Метод «запрос - ответ», работающий в асинхронном режиме, предполагает большее

количество шагов, совершаемых пользователем, чем любой из синхронных режимов.

Потенциальная проблема всех методов реализации аутентификации с помощью OTP, работающих в синхронном режиме - возможность рассинхронизации OTP-токена и сервера, например:

- в режимах «только ответ» или «синхронизации по событию» сбой при аутентификации может привести к «отставанию» сервера от аутентификационного устройства;
- в режиме «синхронизации по времени» часы аутентификационного устройства могут уйти вперед или отстать от часов сервера.

Потенциальная проблема всех методов реализации аутентификации с помощью OTP, работающих в синхронном режиме, — возможность рассинхронизации OTP-токена и сервера.

Резюмируя вышесказанное, можно сделать следующий вывод. При аутентификации с помощью OTP-токенов, как правило, предусматривается вариант решения проблемы рассинхронизации: сервер генерирует несколько возможных вариантов OTP - *«ответов»* от пользователя за некоторый короткий промежуток времени для нескольких событий или единиц измерения времени.

Литература:

1. Иргашева Д.Я. Влияние информации о пароле на его раскрываемость // Современные проблемы математического моделирования / Материалы Республиканской научной конференции Нукус, 2005. Том №2 - с. 108-110.
2. Шангин В.Ф. Информационная безопасность компьютерных систем и сетей: Учеб. пособие. – М.: Форум: ИНФРА-М, 2008 - с.416.
3. А.А. Афансьев, Л.Т. Веденьев, А.А.Воронцов и другие. Аутентификация. Теория и практика обеспечения безопасного доступа к информационным ресурсам. Учебное пособие для вузов.- М.:Горячая линия-Телеком, 2009.-552 с.

К.Е. Лисицкий

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ШИФРАХ СЛУЧАЙНЫХ ПОДСТАНОВОК

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков, Украина

Ключевые слова: блочный симметричный шифр, случайная подстановка, активный S-блок, динамические показатели прихода шифра к случайной подстановке.

Представлена новая методика оценки числа циклов зашифрования, после которого шифры приходят к состоянию случайной подстановки. Эта методика применена для исследования эффективности использования в шифрах подстановочных преобразований случайного типа. Отдельно рассматриваются линейные и дифференциальные показатели. Результаты свидетельствуют, что случайные S-блоки могут конкурировать с любыми другими S-блоками для шифров, у которых минимальное число активных S-блоков для прихода шифров к состоянию случайной подстановки по дифференциальным показателям больше 24-х, а по линейным показателям больше 33-х. Эти условия выполняются для шифров Калина, Мухомор-128, FOX-128, Белорусский шифр и др. В то же время шифр Rijndael со случайными S-блоками приходит к случайной подстановке за четыре цикла (проигрывает S-блокам, предложенным разработчиками шифра, один цикл)

K.E. Lisitskiy

PROSPECTS FOR A ENCRYPTS THE RANDOM PERMUTATIONS

Kharkiv National University of Radio Electronics , Kharkov, Ukraine

Keywords: block symmetric cipher, a random permutation, the active S-box, the arrival of the dynamic performance of the cipher to a random permutation.

A new method of estimating the number of cycles of ciphering, after which ciphers come to the state of a random permutation is presented. This technique is used to study the effectiveness of the use of ciphers in a random permutation transformation type. Separately, we consider linear and differential indicators. The results indicate that the random S-boxes can compete with any other S-boxes for ciphers which the minimum number of active S-boxes for ciphers to arrival of a random permutation on differential indicators more than 24, and more on linear indices of 33. These conditions are satisfied for encryption Kalina, Muchomor-128, FOX- 128, Belarusian cipher, etc. At the same time, Rijndael cipher with random S-boxes comes to a random permutation for the four cycles (losing S-blocks, the proposed developers of the cipher, one cycle)

В основе подхода лежит новая методология оценки показателей доказуемой стойкости блочных симметричных шифров к атакам дифференциального и линейного криптоанализа, одним из основных положений которой является утверждение, что все итеративные шифры после нескольких начальных циклов преобразований становятся случайными подстановками [1]. Отмечается, что в отличие от развиваемого в криптографической литературе мнения (положения), когда показатели стойкости шифров привязываются к свойствам используемых в них подстановочных преобразований, в новой методологии утверждается, что показатели доказуемой стойкости шифров от свойств используемых в них S-блоков не зависят.

Это вызывает интерес к изучению начальных цикловых преобразований шифров и определению влияния на их характеристики используемых в них S-блоков.

В докладе внимание сосредотачивается на свойствах цикловых преобразований шифров, использующих случайные S-блоки. Целью исследований является поиск аргументов для обоснования вывода, что во многих практических случаях случайные подстановки, отобранные без всяких ограничений, вполне могут конкурировать с S-блоками, предложенными разработчиками шифров в ходе отдельных и часто далеко не простых обоснований.

Сущность развиваемого подхода, изложенного ранее в работе [2], состоит в оценке минимального числа активных (задействованных S-блоков), после прохождения которых шифр становится случайной подстановкой. Это минимальное число определяется дифференциальными и линейными показателями самих S-блоков, применяемых в шифре, конструкциями и свойствами его цикловых преобразований, а также значениями показателей доказуемой стойкости шифра, зависящими от размера его битового входа. В работе [2] эта связь между отмеченными показателями определена в виде двух соотношений:

$$IPS_D = (DP_{\max}^{\pi})^k,\ IPS_L = 2^{k-1}\cdot\left(LP_{\max}^{\pi}\right)^k. \quad (1)$$

Здесь $DP_{\max}^{\pi}$ и $LP_{\max}^{\pi}$ – максимальные значения дифференциальной и линейной вероятностей подстановочных преобразований $\pi(x)$. IPS_D (Differential Indicator of Provable Security) – дифференциальный показатель доказуемой безопасности и IPS_L (Linear Indicator of Provable Security) – линейный показатель доказуемой безопасности, $k = k_{\min}$ – минимальное число активных S-блоков, участвующих в формировании перехода шифра к случайной подстановке.

В результативной части приводится распределение минимального числа активных S-блоков по циклам для ряда современных шифров (см. табл. 1), заимствованное из работы [2].

Таблица 1. Распределение минимального числа активных S-блоков по циклам для ряда современных шифров

Шифр	Число активных S-блоков					
	1-й цикл	2-й цикл	3-й цикл	4-й цикл	За три цикла	Общее за 4-ре цикла
Rijndael	1	5	16	16	21	37
Калина	1	8	16	16	25	41
Мухомор-128	12	12	12	12	24+12	48
FOX-128	9	16	16	16	25 +16	57
Белорусский	13	28	28	28	41 + 28	97
Serpent	2	32	32	32	34 +32	98

Обращается внимание на то, что распределение максимумов переходов S-блоков существенно зависит от самих значений достигаемых максимумов, что иллюстрируется табл. 2.

Таблица 2. Зависимость числа максимумов от значений максимумов для таблиц подстановок различных шифров.

S-блоки шифров	Max DT	Число максимумов	Max Lat	Число максимумов
Rijndael, ADE, AES, GrandCru, Лабиринт	4	255	112 (26)	1275
FOX	16	125	96 (32)	219
Мухомор	8	90	98 (30)	8
Iseberg, Khazad	8	80	98 (30)	6
Случайные	10 12	12 1	96 (32) 94 (34)	3 1

Из представленных данных следует, что для S-блоков с предельными линейными и дифференциальными показателями (S-блоки шифров Rijndael, ADE, AES, GrandCru, Лабиринт) число значений максимумов получается большим (достаточным для построения дифференциальной и линейной характеристикb из максимально вероятных переходов). В то же время для других шифров (S-блоки шифров Iseberg, Khazad, Мухомор и шифров со случайными подстановками) значениями дифференциальных и линейных переходов S-блоков, имеющих максимумы, большие теоретически достижимых минимальных значений, выражаются десятками, а то и единицами (их получается мало).

Отмечается, что случайными байтовыми S-блоками следует считать S-блоки, имеющие значения максимумов таблиц XOR разностей, равные 10-12 и значения максимумов смещений таблиц линейных аппроксимаций, близкие к 32-34-ём [4].

В докладе далее рассматриваются S-блоки именно с такими показателями. Ещё раз подчеркивается, что главной особенностью таких S-блоков, как следует из результатов табл. 2, следует считать тот факт, что числа этих максимумов выражаются десятками, а чаще единицами (их, как уже отмечено выше, получается мало).

Далее обращается внимание на то, что цикловые преобразования шифров содержат операцию введения подключа, а это значит, что входы в S-блоки следующего цикла независимо от свойств дифференциального или линейного преобразования и свойств S-блоков предыдущего цикла следует считать случайными. Даже если в шифре используются одни и те же S-блоки, результат прохождения активных S-блоков будет определяться максимальными значениями строк таблицы линейных аппроксимаций или дифференциальных таблиц случайно взятых входов активных S-блоков. Для S-блоков одного итого же типа задача приводится к оценке вероятностей переходов набора случайно взятых строк такого S-блока.

На основе известного закона распределения переходов ЛАТ таблицы случайной байтовой подстановки [см. 4] выполняется расчёт числа переходов разного типа для 33-х и 21-ой строк таблицы. Результаты расчётов иллюстрирует табл. 3

Таблица 3. Расчёт числа переходов разного типа для 33-х и 21-ой строках ЛАТ

Значение перехода	Число переходов в таблице ЛАТ	Число переходов в строке таблицы ЛАТ	Число переходов в 33-х случайно взятых строках таблицы ЛАТ	Число переходов в 21-ой случайно взятой строке таблицы ЛАТ
±32	4	0,0156	0,5148	0,3276
±30	10	0,0392	1,2936	0,8232
±28	28	0,1098	3,6234	2,2869
±26	66	0,2588	8,5404	5,4348
±24	146	0,572	18,876	12,012

Из представленных результатов следует, что для 33-ёх активных S-блоков при использовании в них максимально вероятных переходов можно ожидать при случайных входах в случайные S-блоки: один переход со значением 34; один переход со значением 30; четыре перехода со значением 28; девять переходов со значением 26; девятнадцать переходов со значением 24. Самый первый (один) S-блок взят с максимально возможным значением перехода.

В предположении, что строки в S-блок выбираются из всего множества его 256-ти строк, при этом переходы по S-блокам идут в произвольном порядке и осуществляются по наиболее вероятному пути, выполнена оценка вероятности прихода шифра к состоянию случайной подстановки со случайными S-блоками. Так, вычисления для значения $k = 33$ приводят к результату

$$2^{32}\times\left(\frac{34}{128}\right)^2\times\left(\frac{30}{128}\right)^2\times\left(\left(\frac{28}{128}\right)^2\right)^4\times\left(\left(\frac{26}{128}\right)^2\right)^9\times\left(\left(\frac{24}{128}\right)^2\right)^{18}=2^{-122}.$$

и, следовательно, 33-и активных S-блока позволяют осуществить переход шифра к состоянию случайной подстановки. Получается, что для шифра Калина со случайными S-блоками переход к случайной подстановке может быть осуществлён за 4-е цикла, т.е. как и с ″родными″ S-блоками.

Для 21-го S-блока (с первым с максимально вероятным переходом) получен результат

$$2^{20}\times\left(\frac{34}{128}\right)^2\times\left(\frac{30}{128}\right)^2\times\left(\left(\frac{28}{128}\right)^2\right)^2\times\left(\left(\frac{26}{128}\right)^2\right)^5\times\left(\left(\frac{24}{128}\right)^2\right)^{12}=2^{-77},$$

и, следовательно, для шифра Rijndael случайные S-блоки не проходят.

Аналогичные соображения и расчеты приводятся в докладе и в отношении дифференциальных показателей шифров со случайными подстановками. Показано, что для прихода блочных шифров со случайными подстановками к стационарному состоянию по дифференциальным показателям число активных S-блоков, приходящихся на первые три цикла, должно быть не менее 24-х.

Для 21-го S-блока получаем вероятность равную 2^{-108}, и, следовательно, для шифра Rijndael случайные S-блоки и в этом случае не проходят (проигрываю S-блокам, предложенным разработчиками, один цикл), но случайные S-блоки проходят для шифров Калина, Мухомор-128, FOX-128, Белорусский шифр и др.

Выводы.

Результаты свидетельствуют, что случайные S-блоки могут конкурировать с любыми другими S-блоками для шифров, у которых минимальное число активных S-блоков для прихода шифров к состоянию случайной подстановки по дифференциальным показателям больше 24-х, а по линейным показателям больше 33-х. Эти условия выполняются для шифров Калина, Мухомор-128, FOX-128, Белорусский шифр и др. В то же время шифр Rijndael со случайными S-блоками приходит к случайной подстановке за четыре цикла (проигрывает S-блокам, предложенным разработчиками шифра, один цикл).

Литература:

1. Долгов Виктор Иванович. Методология оценки стойкости блочных симметричных

шифров к атакам дифференциального и линейного криптоанализа: монография. / В.И. Долгов, И.В. Лисицкая. – Харьков. Издательство “Форт”, – 2013. – 420 с.

2. Gorbenko I.D. On Ciphers Coming to a Stationary State of Random Substitution / I.D. Gorbenko, K.E. Lisitskiy, D.S. Denisov // Copyright © 2013 Horizon Research Publishing.

3. Горбенко И.Д. О динамике прихода шифров к случайной подстановке при использовании S-блоков с показателями нелинейности близкими к предельным / И.Д. Горбенко, К.Е. Лисицкий // Радиотехника: Всеукр. межвед. Науч.-техн. сб. – 2014. – Вып. № 176. – С. 17-28.

4. Лисицкий К.Е Уточнённая математическая модель случайной подстановки / К.Е. Лисицкий, Е.Д. Мельничук / Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – 2013. – Вып. 162. – С. 22-2.

А.И. Лузин

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ И ПОДХОДЫ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

ФГОБУ ВПО «Московский технический университет связи и информатики», г. Москва, Россия

Ключевые слова: инфокоммуникационная безопасность информационная безопасность, каналы связи, финансовая безопасность, инфокоммуникации.

В связи с информатизацией общества в настоящее время требуется создание единой системы инфокоммуникационной безопасности. Необходимо выявление исторических, географических, национальных, экономических и юридических аспектов, перспектив и тенденций развития информационного общества. Необходима разработка теоретических и практических средств внедрения инфокоммуникационной безопасности в российскую информационную среду, систему управленческого учета на предприятии или организации. Изучив специфику и проанализировав основные направления и информационные потоки при использовании учетной информации и реализации управленческих решений, предлагаемые методики можно рассматривать не только в аспекте информирования лиц принимающих решения, но и с точки зрения обеспечения экономической и информационной безопасности.

A.I. Luzin

KEY ASPECTS AND APPROACHES TO INFOCOMM SECURITY COMPANY

Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow, Russia

Keywords: infocommunication security information security, communication channels, financial security, information communications.

In connection with the computerization of society currently requires the creation of a unified system of infocomm security. Necessary to identify the historical, geographic, national, economic and legal aspects, prospects and trends of the information society. Need to develop theoretical and practical means to implement infocomm security in the Russian information environment, management accounting at the enterprise or organization. After studying and analyzing the specifics of the main directions and information flows using accounting information and implementation of management decisions, the proposed technique can be seen not only in terms of informing decision-makers, but also in terms of economic and information security.

Важным этапом разработки системы обеспечения инфокоммуникационной безопасности является изучение основных составляющих управленческого учета на предприятиях с развитой информационной инфраструктурой. Необходимо четкое понимание задач и потребностей, стоящих перед системой управления предприятием в рамках современной телекоммуникационной системы. Требуется разработка теоретических и практических методологий трансформации управленческого

учета в современную инфокоммуникационную систему, с учетом особенностей экономической и информационной безопасности.

Недостаток информации, её низкое качество, нарушение безопасности и конфиденциальности значительно ухудшают возможности эффективного управления предприятием. В современных условиях это может привести к значительным потерям, утрате конкурентной способности производимой продукции, своевременности её реализации, затовариванию складов, несвоевременности расчетов и платежей, сокращению обеспеченности оборотными средствами, сокращению спроса. Здесь важным индикатором экономической безопасности является бухгалтерская управленческая информация, которая должна обеспечивать не только высокий уровень предпринимательской деятельности предприятия, но и эффективный контроль и управление предприятием.

Управленческий учет, как инструмент обеспечения экономической безопасности в бизнесе имеет своей целью более гибкое применение методов сбора и обобщения информации о затратах и результатах деятельности на основе общей стратегии развития предприятия. О правильности методов следует судить по результатам их влияния на успех деятельности предприятия, достижения поставленных целей.

Обеспечение экономической инфокоммуникационной безопасности на предприятии и получение положительных результатов можно достичь за счет создания и внедрения в процесс принятия управленческих решений специального алгоритма формирования информационной базы с учетом традиционных методов учетно-контрольного механизма. Поэтому при формировании алгоритма необходимо учитывать основные функции — контрольно-управленческую и информационно-обеспечивающую.

При этом особая роль управленческого учета в процессе принятия решений заключается в оценке состояния безопасности предприятия по основным экономическим показателям и индикаторам социально-экономической деятельности.

В настоящее время в системе экономической безопасности многих предприятий очень мало внимания уделяется учетной и управленческой информации, формированию на их основе баз данных. В основном экономическая безопасность рассматривается, как перечень оперативно-розыскных мероприятий, не учитывающих основных финансовых показателей предприятия, по которым делается оценка о его финансовой устойчивости, а также безопасности инфокоммуникационных каналов. Для реализации эффективной политики экономической безопасности предприятия, необходимо учитывать такой немаловажный фактор, как учетная информация и принимаемые управленческие решения. Так при расчете основных финансовых показателей может быть предоставлена не актуальная и недостоверная информация, как непреднамеренно, так и умышленно искаженная. Информационное обеспечение управленческой деятельности, как средство инфокоммуникационной безопасности, контроля и регулирования необходимо рассматривать не только в аспекте информирования лиц принимающих решения, но и с точки зрения обеспечения безопасности средств связи, по которым предоставляется данная информация. Для того чтобы избежать этих проблем необходимо изучить специфику и проанализировать основные направления создания, использования и распространения учетной информации на уровне реализации управленческих решений и учесть их при создании алгоритма безопасности.

При разработке алгоритма инфокоммуникационной безопасности необходимо уделить внимание ряду аспектов:

- месту и роли информационного обеспечения управленческой деятельности в рамках предприятия;
- основным достоинством системы управленческого учета должна быть возможность широкого использования информации как в целях предупреждения нежелательных угроз, так и для оценки последствий управленческих вмешательств;
- система управленческого учета должна формировать показатели, присущие индивидуальным особенностям объекта управления, исключая её умышленное дублирование и преднамеренное искажение с целью нанесения ущерба предприятию.

Применение и использование алгоритма инфокоммуникационной безопасности позволит:

- повысить информированность лиц принимающих решения о состоянии экономической безопасности на предприятии;

– автоматизировать систему информационного обеспечения управленческой деятельности;
– обеспечить взаимосвязь системы управления с службой безопасности;
– использовать информацию в целях предупреждения нежелательных отклонений для оценки последствий управленческих вмешательств;
– обеспечить информационную безопасность передаваемых данных внутри системы с учетом инновационных разработок в области телекоммуникаций;
– выработать эффективную политику экономической безопасности.

В алгоритме инфокоммуникационной безопасности предприятия предлагается учесть взаимосвязь определенных информационных потоков следующих составляющих инфокоммуникационной безопасности см. рис. 1.

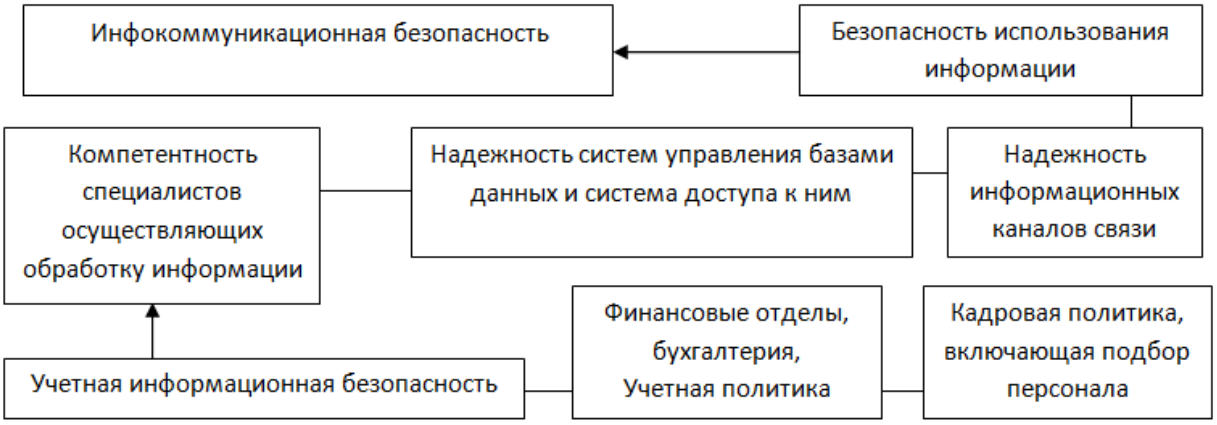


Рисунок 1. Основные составляющие алгоритма инфокоммуникационной безопасности

Экономическая безопасность фирмы зависит от правильности и актуальности принимаемых управленческих решений. На практике в системе экономической безопасности не применяется такое понятие, как «управленческая безопасность», и не учитывается инфокоммуникационная безопасность. Под «управленческой информационной безопасностью» предлагается понимать информационную безопасность принятия управленческих решений. К основным информационным факторам, влияющим на правильность принимаемых решений можно отнести:

– компетентность специалистов, осуществляющих сбор, обработку и обобщение информации;
– надежность информационных каналов связи между структурными подразделениями и внешними источниками.

Под «учетной информационной безопасностью» предлагается понимать безопасность учетных показателей, получаемых из финансовых структурных подразделений предприятия, из бухгалтерии, которые могут быть умышленно искажены в первичных источниках и регистрах. Зачастую проследить всю цепочку поступивших данных при раскрытии фактов хищения или злоупотребления не представляется возможным по причине утери или порчи исходных документов. На этом этапе предлагается дополнительно осуществлять проверку получаемой учетной информации в автоматизированном режиме, обеспечение сохранности при получении первичных документов и осуществление контроля их поступления и перемещения. В случае выявления негативного информационного последствия система должна будет сообщить руководителю о возможном нарушении для принятия соответствующего решения.

Развивающиеся информационные системы постоянно сталкиваются с рисками, обусловленными наличием статической информации о состоянии средств и ресурсов организации и динамической — о результатах её деятельности. Необходимо принимать меры по обеспечению инфокоммуникационной безопасности в системе интеграции текущих и стратегических целей управления. Определить место и роль информационного обеспечения управленческой деятельности, как основную цель и один из важных инструментов учетной информационной безопасности;

Каждый хозяйствующий субъект стремится к предсказуемому результату своей деятельности, поэтому создать эффективный контроль за безопасной внешней и внутренней средой, в той или иной степени может каждая организация.

В алгоритм инфокоммуникационной безопасности должны входить защита информации, информационная и экономическая безопасность.

Здесь учетная информация по защищенным каналам из отделов поступает в сервер баз данных, где анализируются основные показатели, и формируется управленческая документация. На основе этой документации отделом службы безопасности принимаются решения о её достоверности и релевантности (рис. 2).

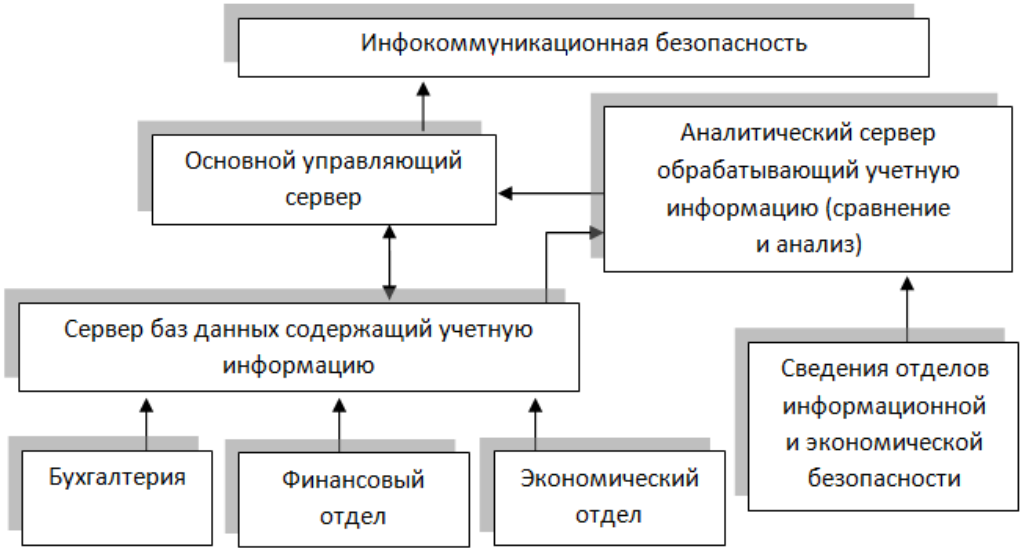


Рисунок 2. Процесс формирования инфокоммуникационной безопасности

Экономическая управленческая безопасность определяется способами и радикальностью осуществления мер инфокоммуникационной безопасности, в которой важнейшим элементом выступает реструктуризация информационно-управленческой системы организации с учетом развития и информатизации общества. При правильной разработке алгоритма инфокоммуникационной безопасности, для каждой отдельной организации на основе обобщающих факторов, управленческая информация станет действенным средством в составе политики экономической безопасности любой организации. Каждый сотрудник современного предприятия должен располагать качественной информацией для высоко результативного исполнения своих функций и понимать меру ответственности своих действий.

Литература:

1. Федеральный закон “Об информации, информационных технологиях и о защите информации”, № 149-ФЗ от 27.07.2006 г.

2. Колотов Ю. О. Информационно-финансовая инфраструктура: теория, практика, перспективы. – М.: Маросейка, 2009. — 114 с.

3. SIIA Announces the Ten Most Significant eCommerce Developments of the Last Decade // News Release, Washington, DC – July 11, 2007

В.В. Мирончик, О.Б. Зельманский

СКРЫТАЯ ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ В АУДИОФАЙЛАХ С ПОМОЩЬЮ МУЗЫКАЛЬНЫХ ФРАГМЕНТОВ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Беларусь

Ключевые слова: аудиофайл, стеганография, криптография, информация, внедрение, воздействие.

В настоящее время аудиофайлы являются одним из наиболее уязвимых объектов в сети интернет. Внедрение конфиденциальной информации требуется для скрытой передачи информации.В контексте защиты авторских прав от несанкционированного использования мультимедийной продукции передача скрытой информации является актуальной задачей. Рассмотрены методы внедренияв аудиофайлы скрытой информации путем использования разности времени между записанными в файл событиями, кодирования информации двоичным кодом, с помощью вариации порядка записи одновременно происходящих событий. Приведен пример применения стеганографии для защиты аудиоданных.

V.V. Mironchik, O.B. Zelmanski

HIDDEN TRANSMISSION OF INFORMATION IN AUDIOFILES USINGMUSIC PIECES

Belarusian StateUniversity of Informaticsand Radioelectronics, Minsk, Belarus

Keywords: audio file, steganography, cryptography, information, implementation, impact.

Currentlythe audio filesare oneof the mostvulnerable siteson the Internet.Implementation ofconfidential informationis requiredfor the transmissionof hidden information. In the context ofcopyright protectionfrom unauthorized usageof multimedia products the transmissionof hidden informationis an urgent problem. Methods of transmissionof hidden informationinaudio files by usingthe time differencebetween the recordedfilein theevents, information encodingbinary code,by varyingthe order ofrecordingsimultaneously occurringevents were analyzed. An example of applicationof steganographyfor the audio data protection was given.

Развитие и распространение сетевых методов общения привело к появлению новых методов передачи скрытой информации в аудиофайлах. Эффективным решением для передачи скрытой информации в аудиофайлах является объединение методов компьютерной стеганографии и криптографии[1]. При использовании криптографии информация модифицируется по определенному алгоритму, в результате преобразований скрывается смысл сообщения. Стеганография скрывает сам факт передачи или хранения информации путем внедрения ее в различные мультимедийные объекты, которые не теряют от этого своих потребительских свойств. В основе применения компьютерной стеганографии лежит неспособность органов чувств человека различать незначительные изменения в цвете изображения или качестве звука, что особенно легко использовать применительно к объекту, несущему избыточную информацию. Органы слуха человека звуковые частоты воспринимают по-разному. Стеганографические алгоритмы обработки звука строятся с таким расчетом, чтобы максимально использовать окно слышимости и другие свойства речевых сигналов (тембр, скорость и т.д.), незначительные изменения которых человек различить не может [2].

Субъективное восприятие шума зависит от физической структуры шума и психофизиологических особенностей человека. Следует также учитывать и тот факт, что неслышимые звуки могут оказать вредное воздействие на здоровье человека. Таким образом, изменения в аудиосигнале не должны быть ощутимы для человеческого слуха и в то же время не должны оказывать вредное воздействие на психоэмоциональное состояние человека. Все изменения аудиосигнала не должны выходить за частотную область, безопасную для жизнедеятельности человека.

Известен метод внедрения информации в аудиофайлы путем использования разности времени между записанными в файл событиями, которые не изменяют характеристики (настройки) устройства воспроизведения [3]. Это происходит, например, когда подряд следуют несколько одинаковых управляющих событий. Суть данного метода заключается в кодировке скрытого сообщения временем между изменением уровня громкости аудиосигнала.

Существует также метод внедрения скрытой информации в аудиофайлы с помощью кодирования информации двоичным кодом, а двоичный код, в свою очередь управляет громкостью звучания нот, следующих друг за другом. В данном случае используется следующий алгоритм: если скрывается логическая единица, то значение громкости должно быть нечетным числом, а если скрывается логический нуль – четным. Обнаружить сделанное вложение на слух невозможно, так как, во-первых, изменения громкости незначительны, а во-вторых, изменение громкости на одну единицу невозможно зарегистрировать на слух, однако можно использовать для скрытой передачи информации. Кроме того, запись секретной информации может быть осуществлена в партию лишь одного инструмента (например, контрабаса), что при звучании целого оркестра (или ансамбля) еще больше акустически маскирует скрытое сообщение[4].

Внедрение информации в аудиофайл можно осуществить иначе: с помощью вариации порядка записи одновременно происходящих событий [5]. При использовании данного метода к файлу не добавляется новая информация, и размер файла не изменяется. С помощью этого метода удобно внедрять информацию в одновременно исполняемые ноты (аккорды). Порядок записи нот в листе событий не имеет никакого значения для воспроизводящей аппаратуры, а вариация их взаимного расположения при записи позволяет скрытно передать символы.

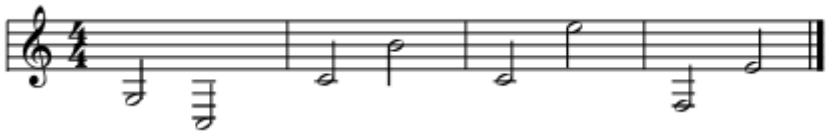
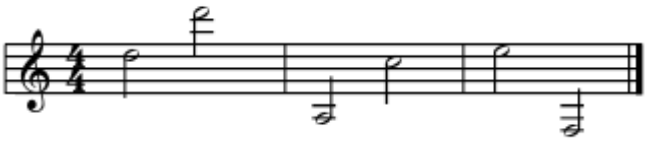
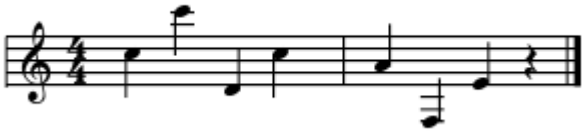
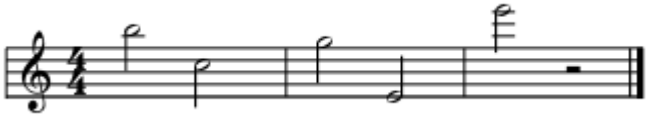
Таким образом, аудиофайлы могут быть успешно использованы для передачи или хранения конфиденциальной информации. Однако обязательным является наличие секретного ключа, который должен определять, каким способом и в каких местах скрыта конфиденциальная информация.

При внедрении музыкальных фрагментов в аудиофайл необходимо, чтобы они не были заметны человеку и в то же время не изменяли основных параметров исходного аудиофайла. Для записи музыкальных фрагментов использовалось программное обеспечение FruityLoops.Studio.Producer.Edition, позволяющее записывать звук из внешних и внутренних источников, а также имеющее инструменты для постобработки. Данное программное обеспечение позволяет исключить помехи, которые возникают при записи фрагментов с реальных музыкальных инструментов за счет несовершенства записывающего оборудования и посторонних шумов во время записи, позволяет подобрать необходимый инструмент для воспроизведения фрагментов, а также подобрать необходимый уровень воспроизведения на различных частотах.

Ухо человека воспринимает звуковые волны длиной примерно от 20 м до 1,6 см, что соответствует 16 – 20 000 Гц (колебаний в секунду) при передаче колебаний по воздуху, и до 220 кГц при передаче звука по костям черепа. Звуковые волны в диапазоне 300 – 4000 Гц соответствуют человеческому голосу. Среди музыкальных инструментов наибольшим частотным диапазоном обладает рояль – от 27 Гц до 4200 Гц. Внедрение дополнительной информации в слышимом диапазоне частот целесообразно с точки зрения дальнейшей передачи ее по каналам связи.

Было предложено использовать соотношение нот и букв русского алфавита в зависимости от частоты их повторения в различных классических музыкальных произведениях и словах русского языка соответственно. Были задействованы малая, первая, вторая и третья октавы нотного стана рояля, которым в соответствие были использованы 28 букв русского алфавита. Ряд имен существительных был зашифрован данным способом и записан программным обеспечением FruityLoops.Studio.Producer.Edition с помощью арпеджированных мажорных аккордов рояля, первой нотой которых была нота, соответствующая необходимой букве русского алфавита. Результаты шифрования некоторых имен существительных представлены в таблице 1.

Таблица 1 – соответствие имен существительных и музыкальных фрагментов

Здоровье	
Любовь	
Счастье	
Успех	

В качестве исходного аудиофайла был выбран «Венгерский танец №5» Иоганнеса *Брамса, т.к. в данной музыкальной композиции за*действовано много музыкальных инструментов и добавление фрагмента, состоящего из мелодии, проигранной одним инструментов, незначительно изменяет исходное звучание. Записанные музыкальные фрагменты были вложены в аудиофайл.

Спектральный анализ аудиофайла с вложенным музыкальным фрагментом проводился с помощью программного обеспечения CoolEditPro 2. Полученные спектральные характеристики исходного аудиофайла, вложенного музыкального фрагмента «здоровье» и результирующего аудиофайла представлены на рисунке 1

Как видно из спектральных характеристик исследуемых сигналов, после добавления музыкального фрагмента в исходный аудиофайл спектральные составляющие меняются на частотах до 100 Гц, что пересекается с окном слышимости человека. Для устранения данного недостатка необходимо было снизить уровень воспроизведения музыкального фрагмента на частотах до 100 Гц, но оставить неизменными основные частоты. Данная задача была решена с помощью программного обеспечения FruityLoops.Studio.Producer.Edition. Уровень звука на частотах до 100 Гц был снижен на столько, чтобы не выделяться на основной аудиозаписи. В результате были получены спектральные характеристики результирующего сигнала, не отличающиеся от исходного аудиофайла.

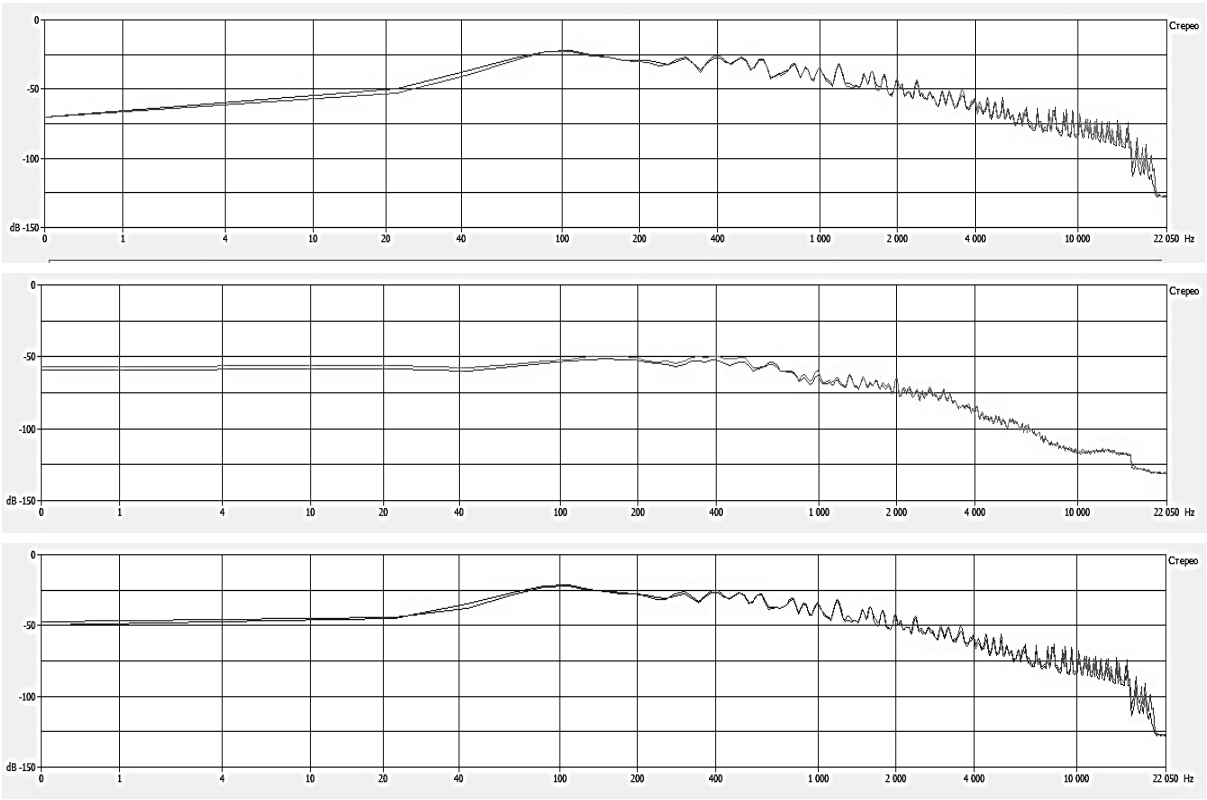


Рисунок 1. Спектральные характеристики: а –исходного аудиофайла; б – вложенного музыкального фрагмента «здоровье»; в – результирующего аудиофайла

Применение компьютерной стеганографии одновременно с криптографией позволяет эффективно решать проблему защиты авторских прав на мультимедийную продукцию. Но в тоже время, использование музыкальных фрагментов для скрытой передачи сообщения значительно упрощает скрытие информации, т.к. нет необходимости переносить спектр сигнала за пределы окна слышимости, достаточно снизить уровень звука. Таким образом, музыкальные фрагменты будут расположены в аудиозаписи в пределах окна слышимости человека, но в то же время не будут заметны, т.к. уровень их звука будет значительно меньше уровня звука основной аудиоинформации.

Литература:

1. Андрианова О. С., Губенко Н. Е.// Моделирование и компьютерная графика. Материалы третьей международной научно-технической конференции Донецк 7 – 9 октября 2009 г. С.389 – 392

2. Соколов А.В. Защита от компьютерного терроризма/ А.В. Соколов, О.М. Степанюк// БХВ- Петербург Арлит. 2002. – 496 с.

3. United States Patent US 6798885 B1 Sep. 28, 2004.

4. Алексеев А.П., Аленин А.А. Методы внедрения информации в звуковые файлы формата MIDI // Инфокоммуникационные технологии. 2011. Т. 9. № 1. С. 84-89.

5. United States Patent US 7402744 B1 Jull. 22, 2008.

А.С. Родионов, А.А. Палюх

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ИМИТОЗАЩИТЫ И КОНТРОЛЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИПТОГРАФИЧЕСКОЙ ХЕШ-ФУНКЦИИ

Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: симметричное, асимметричное кодирование, хеширование, имитозащита, электронный документооборот, электронная цифровая подпись.

На основании проведенного анализа применения методов хеширования информации (симметричное, асимметричное), которые в настоящее время используются в инфокоммуникационных системах и электронном документообороте, алгоритмы, позволяющие кодировать текстовую информацию в виде комбинации криптоалгоритмов программно реализованы в инструментальной среде Delphi. При симметричном кодировании основным является алгоритм MD5 (Message Digest 5) с использованными при реализации вариантами: постоянная длина ключа, рекурсивный ключ, циклический ключ со сдвигом, циклический ключ со сдвигом кода. Асимметричное кодирование для хеширования текстового документа с одновременным созданием электронной цифровой подписи реализовано в соответствии с ГОСТ 34.10-2001. Разработанное программное обеспечение может оказаться полезным системному администратору.

A.S. Rodionov, A.A. Palukh

SOFTWARE DEVELOPMENT FOR SIMULATION PROTECTION AND INTEGRITY OF INFORMATION USING A CRYPTOGRAPHIC HASH-FUNCTION

MoscowStateTechnicalUniversity, North Caucasian Branch, Rostov-on-Don, Russia

Keywords: symmetric, asymmetric encryption, hashing, simulation protection, electronic document, electronic digital signature.

On the basis of the conducted analysis of methods hashing information (symmetric and asymmetric), which currently used in information and communication systems and electronic document circulation, algorithms to encode text information in the form of combination of cryptographic algorithms implemented instrumental in the Delphi environment. Symmetric basic encoding is an algorithm Message Digest 5 (MD5) with implementations used options: constant length of a key, recursively key, cyclic key with shift, and cyclic key with shift code. Asymmetric encryption to hash of the text document with the simultaneous creation of electronic digital signatures implemented in accordance with GOST 34.10-2001. Developed software can be useful to a system administrator.

В современном мире развивающихся высоких компьютерных технологий самой большой проблемой является целостность информации или по-другому говоря, защита информации от утечки будь то пароли от web страниц или банковский номера карт.

Чтобы защитить важную информацию используется криптография. Криптография – наука о методах обеспечение конфиденциальности сама по себе она одна из старейших наук её история насчитывает несколько тысяч лет. Изначально криптография изучала методы шифрования информации — обратимого преобразования открытого (исходного) текста на основе секретного алгоритма или ключа в шифрованный текст (шифротекст). Традиционная криптография образует раздел симметричных криптосистем, в которых шифрование и дешифрование проводится с использованием одного и того же секретного ключа. Помимо этого раздела современная криптография включает асимметричные криптосистемы, системы электронной цифровой подписи (ЭЦП), хеш-функции, управление ключами, получение скрытой информации, квантовую криптографию.

Хэш-функцией называется алгоритм, конвертирующий строку произвольной длины (сообщение) в битовую строку фиксированной длины, называемой хэш-кодом, проверочной суммой или цифровым отпечатком.

Имитозащита – защита системы шифровальной связи или другой криптосистемы от навязывания ложных данных. Реализуется с помощью добавления к сообщению дополнительного кода, имитовставки (MAC), зависящей от содержания сообщения и секретного элемента, известного только отправителю и получателю (ключа). Закладка избыточности позволяет обнаружить внесённые в сообщение несанкционированные изменения.

$$T'' = (T,Y), \text{ где } Y = f(T,K)$$

Получатель проверяет выполнение условия Y = f(T,K), где K – криптографический ключ, известный только отправителю и получателю. Сообщение подлинно, если условие справедливо. В

противном случае сообщение отвергается. Пример имитовставки – контрольная сумма блоков сообщения по модулю некоторого числа (ключа).

Имитозащита (в её классическом, «симметричном» виде) применяется там, где важна оперативность передачи, но не требуется полная секретность.

На основании проведенного анализа применения методов хеширования информации (симметричное, асимметричное), которые в настоящее время используются в инфокоммуникационных системах и электронном документообороте, алгоритмы, позволяющие кодировать текстовую информацию в виде комбинации криптоалгоритмов программно реализованы в инструментальной среде Delphi. При симметричном кодировании основным является алгоритм MD5 (Message Digest 5) с использованными при реализации вариантами: постоянная длина ключа, рекурсивный ключ, циклический ключ со сдвигом, циклический ключ со сдвигом кода. Асимметричное кодирование для хеширования текстового документа с одновременным созданием электронной цифровой подписи реализовано в соответствии с ГОСТ 34.10-2001. Разработанное программное обеспечение может оказаться полезным системному администратору.

Литература:

1. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы, 3-е издание. СПБ.: Питер, 2006, 958 с.

2. Рябко Б.Я. Криптографические методы защиты информации. Учебное пособие для вузов.- М.: Горячая линия- Телеком, 2005, 229 с.

М.Ю. Родинко

ПОСТРОЕНИЕ АТАКИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО КРИПТОАНАЛИЗА, ОСНОВАННОЙ НА XOR-РАЗНОСТЯХ, НА SPN ШИФР С ОПЕРАЦИЕЙ ВВЕДЕНИЯ ЦИКЛОВЫХ ПОДКЛЮЧЕЙ, ОТЛИЧАЮЩЕЙСЯ ОТ XOR

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков, Украина

Ключевые слова: блочный симметричный шифр, шифр Хейса, дифференциальный криптоанализ, таблица дифференциальных разностей, XOR-разность.

Описана атака дифференциального криптоанализа, основанная на XOR-разностях, на SPN шифр с операцией введения цикловыхподключей, отличающейся от XOR. Объектом исследований выбран 16-битный шифр Х. Хейса, использующий в последнем цикле в качестве операции введения подключа сложение по модулю 2^{16}. Представлено краткое описание шифра. Описаны сложности, возникающие в ходе реализации атаки. Представлен способ выбора исходных данных для реализации атаки и алгоритм построения атаки. Представлены результаты выбора исходных данных и результаты атаки. Оценена сложность этих двух этапов. Сделаны выводы.

M.Yu. Rodinko

BUILDING THE DIFFERENTIAL ATTACK BASED ON XOR-DIFFERENCES TO THE SPN CIPHER WITH THE OPERATION OF INTRODUCINGCYCLESUBKEYSTHAT IS DIFFERENT FROMXOR

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkov, Ukraine

Keywords: block symmetric cipher, cipher Heys, differential cryptanalysis, differential difference table, XOR-difference.

Thedifferential attack based on XOR-differencesto SPN cipher with the operation of introducing cyclic subkeys different from XOR is described. Object of researchisthe 16-bit H. Heys cipher uses in the last cycle addition on module 2^{16} as the operation of introducing a subkey. A brief description of the cipheris presented. The difficulties encountered during the implementation of the attack are described. Show show to select the source data for the implementation of an algorithm for

constructing the attack. Theresults of the selection of input data and the results of the attack are presented. Appreciate the complexity of the setwostages. Conclusions are done.

Дифференциальный криптоанализ является одной из основных тем криптологи и с тех пор, как он был изобретен и успешно применен к алгоритму Data Encryption Standart (DES) Бихамом и Шамиром [1]. Последующие исследования показали, что данная атака применима и для многих других блочних симметричных шифров (БСШ).

Основной идеей дифференциального криптоанализа является рассмотрение (изучение) развития различий между промежуточными значениями двух зашифрованных соответствующе связанных открытых текстов через циклы шифрования. Если распространение фиксированного различия открытых текстов к некоторому фиксированному различию в зашифрованных текстах является достаточно высоковероятным, то шифр можно отличить от случайного.

Обозначение различия, используемого в дифференциальном криптоанализе, меняется в зависимости от шифра, который подвергается нападению. Распространенным подходом является использование инверсии операции, применяемой для введения подключей, в качестве операции по различию. Например, если подключи вводятся при помощи операции XOR, естественный выбор состоит в том, чтобы рассмотреть XOR-различия. Это делает значения различий несколько независимыми от неизвестных подключей.

В последнее время с целью повышения стойкости БСШ к криптоаналитическим атакам разработчики переходят к использованию операций введения цикловых подключей, отличающихся от XOR. В то же время в литературе практически нет работ по оценке показателей стойкости и методам реализации атак на шифры с подобными операциями введения цикловых подключей. В работе [2] показано, что переход к подобным операциям введения цикловых подключей и использование для построения атак дифференциального криптоанализа разностей с операциями обратными к операциям введения цикловых подключейприводят к некоторому увеличению расчётных показателей стойкости шифров к этим атакам (близкому к двукратному по отношению к атакам с XOR разностями). Возникает вопрос о возможности реализации дифференциальной атаки на шифр с операцией введения цикловых подключей, отличающейся от XOR, с использованием XOR разностей. Построение такой атаки и является целью данной работы.

В качестве объекта исследований была выбрана уменьшенная модель четырёхциклovогоSPN шифра, представленная в статье профессора Х. Хейса [3]. На вход шифра поступает 16-битный блок входного текста. Этот блок обрабатывается с помощью повторения четырех циклов, состоящих из простейших операций замены, перестановки битов и сложения с ключом.В алгоритме в каждом отдельном цикле преобразований входной 16-битный блок данных делится на четыре подблока, каждый из которых поступает на соответствующие входы блоков замены (S-блоков, осуществляющих замену четырех входных битов на четыре выходных). При этом наиболее значимый бит шестнадцатеричных значений является самым левым битом выхода каждого S-блока.

Мы несколько модифицировали конструкцию шифра Хейса, заменив последнюю XOR-операцию введения циклового подключа операцией сложения с цикловым подключом по модулю 2^{16}.

Особенностью использования модульных операций введения цикловых подключей является возникновение переносов разрядов, которые могут распространяться на весь блок шифруемых данных. В этом случае все сегменты данных, кроме первого (младшего) зависят не только от отрезка ключевых битов, приходящихся на сегмент, но и от ключевых битов других сегментов. Поэтому стратегия построения атаки должна быть такой, чтобы можно было учесть зависимость результатов от переносов разрядов. Этого можно добиться, если рассматривать последовательные отрезки блока данных на выходе шифра, начиная с младших разрядов, где переносов разрядов от предыдущих отрезков (блоков) данных нет.

Рассмотрим шаги алгоритма, позволяющего реализовать эту идею.

1. Находится переход входной разности в выходную разность, в котором только четыре младших бита разности на выходе шифра являются ненулевыми. Для этого строится усеченная таблица полных дифференциалов (например, строка таблицы). Построение предлагается выполнять следующим образом: в качестве разности на выходе берется значение, удовлетворяющее приведенным выше ограничениям, и путем расшифрования множества пар текстов с такой разностью находятся

соответствующие входные разности. Если для выбранной выходной разности имеется несколько (для 16-битного шифра четыре и больше) пар открытых текстов с одной и той же разностью, то соответствующая пара входной и выходной разности (дифференциальная характеристика) выбирается для построения атаки.Фиксируется найденная входная разность.

2. Формируется массив пар текстов (шифртекстов), имеющих входную разность, соответствующую выбранной характеристике.
3. Выполняется одноцикловое расшифрование отобранных пар шифртекстов. Определяются возможные варианты разностей на входеS-блоков последнего цикла (принадлежащих выбранной характеристике) для всех возможных композиций ключевых битов, участвующих в формировании дифференциальной характеристики, и в качестве истинного значения частичного подключа берётся значение максимума максиморума по множеству заполнений счётчиков, ведущих подсчёт количества вариантов повторяющихся входных разностей для каждого из ключей.

Таблица 1. Значения переходов усечённой строки дифференциальной таблицы при расшифровании выходной разности 000*a*

Входная раз-ть	Число повторов	Входная раз-ть	Число повторов	Входная раз-ть	Число повторов	Входная раз-ть	Число повторов	Входная раз-ть	Число повторов
6	**4**	504	2	9b5	1	adc	2	dc4	1
15	2	548	1	9bd	1	aec	1	ddf	1
37	2	61f	2	9c3	1	bc5	1	e03	1
4c	2	65f	2	9c7	1	bcb	1	e74	1
51	1	**706**	**4**	9cf	1	bd2	1	e84	1
52	**4**	790	2	9d7	1	beb	1	e9b	1
56	2	7ab	2	9ef	1	c2f	1	eab	1
91	2	7e4	2	9f6	1	c4b	1	eb5	1
9c	2	7fc	2	a06	3	c58	1	ecb	1
b2	2	8c2	1	a51	1	c6f	1	ee5	1
d6	2	91c	1	a5c	1	cbb	1	ef6	1
11c	2	93c	1	a65	1	cc2	1	efc	1
133	2	95f	1	a92	1	cd2	1	f93	1
2ca	2	986	1	aa1	1	d06	1	fac	2
3a0	2	98b	1	aa6	1	d1b	1	fd1	1
44c	2	991	1	ab9	1	d86	1	ff1	1
4de	2	9a7	1	ad1	1	d97	1	ffa	1

Таблица 2. Результаты поиска истинного значения ключевых битов при неизвестной входной разности на входе S-блока последнего цикла

Значение частичного ключа	Значение разности на входе последнего цикла	Число повторов
0	9	7
1	1	7
2	**a**	**15**
3	f	9
4	5	9
5	7	9
6	2	4
7	4	6
8	2	4
9	b	4
a	e	4

b	c8	5
c	d	6
d	3	4
e	5	6
f	4	8

На первом этапе атаки было использовано 1000 пар текстов, на втором (и соответственно третьем) – 8000 пар. Таким образом, сложность атаки составила $2^{11} + 2^{11} + 2^{13}\times2^{4}\times2^{-2} = 2^{15}$. Результаты первого этапа представлены в табл. 1, второго – в табл. 2.

Если удаётся правильно определить начальную группу ключевых бит, то можно переходить к определению новой порции ключевых бит для характеристики, в которой участвует очередной (соседний) S-блок последнего цикла. Это также подтверждено экспериментально. При этом удаётся учесть переносы разрядов, возникающие в других полубайтах.

В результате выполненных исследований предложен метод и реализована атака дифференциального криптоанализа с использованием значений полных дифференциалов на малую версию SPN шифра с операцией введения цикловых подключей, отличающейся от XOR.

Литература:

1. Eli Biham, Adi Shamir. Differential Cryptanalys is of DES-like Cryptosystems. JournalofCryptology, Vol. 4 No. 1 1991.

2. Лисицкая И.В. Дифференциальные свойства блочных симметричных шифров с модульными операциями введения цикловых подключей, отличающимися от XOR**. /** И.В. Лисицкая, А.А. Настенко // Вестник Запорожского университета. Радіоелектроніка, Інформатика, Управління, Запоріжжя. – 2012. –Вип. 2(27) –С. 102- 109.Лисицкая И.В.

3. H. M. Heys. A Tutorial on Linear and Differential Cryptanalysis, CRYPTOLOGIA, v 26, N 3, 2002, p 189-221.

А.В. Руднева, О.А. Мухорьянова

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ СОВРЕМЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Российский государственный социальный университет, филиал в г. Ставрополе, г. Ставрополь, Россия

Ключевые слова: персональные данные, репутационный ущерб, ИТ-персонал, информационная безопасность, коммерческая информация, конфиденциальность.

Рассмотрены правовые и организационные аспекты защиты персональных данных в организации, определены основные каналы утечки конфиденциальной информации предприятия, предложен ряд организационных мер по повышению уровня защиты персональных данных в организации.

A.V. Rudneva, O.A. Mukhoryanova

ORGANIZATIONAL ASPECTS OF PROTECTION OF PERSONAL INFORMATION OF THE MODERN ENTERPRISE

The Russian state social university, branch in Stavropol, Stavropol, Russia

Keywords: personal information, reputation damage, IT personnel, information security, commercial information, confidentiality.

Legal and organizational aspects of protection of personal information in the organization are considered, the main channels of leakage of confidential information of the enterprise are defined, a number

of organizational measures for increase of level of protection of personal information in the organization is offered.

Обеспечение защиты информации и персональных данных является одним из приоритетных направлений и важнейшей задачей в обеспечении информационной безопасности любой организации. Деятельность организации без обработки информации о человеке уже невозможно себе представить. В базах персональных данных хранится и обрабатывается информация о членах органов управления и сотрудниках, партнерах, об акционерах и контрагентах. Все это является персональными данными и должно подлежать обязательной защите.

В последние несколько месяцев вопросы защиты персональных данных стали едва ли не самыми актуальными в области информационной безопасности. Актуальность этой темы объясняется тем, что персональные данные входят в число важнейших информационных активов компаний, хотя и не являются коммерческой тайной. Их утечка становится, мягко говоря, неприятностью, как для владельцев, так и для тех, кто ее допустил. Конечно, такой новый вид преступления, как кража личности, в России еще не получил столь широкого распространения, как, например, в США. Однако и в России действует большое количество мошенников и аферистов, которые умело, пользуются имеющимися сведениями о гражданах. Плюс достаточно широкое распространение потребительского кредитования (в докризисные времена) на упрощенных условиях. Все это может привести к финансовым потерям для пострадавших людей. Ну, а для компаний, в настоящий момент в России наиболее актуален репутационный ущерб. [6]

Также нарушение конфиденциальности в обеспечении сохранности базы персональных данных организации может стать серьезным инцидентом в обеспечении информационной безопасности, который может привести к невосполнимому ущербу и к многочисленным рискам. Это прежде всего финансовые риски, связанные с затратами на принятие срочных мер по устранению данной проблемы (проведение расследования, организация мероприятий по ликвидации данной проблемы), потеря репутации организации, а порой и полная остановка деятельности.

Именно необходимость обеспечения безопасности персональных данных в настоящее время стала объективной реальностью. Эта необходимость вызвана быстрым развитием современных информационных технологий, средств электронной коммерции и электронного информационного обмена между партнерами по бизнесу, свободного доступа к средствам массовых коммуникаций, возможностью копирования и распространения информации.

Защита персональных данных - это ещё и требование российского законодательства, регламентируемое целым сводом федеральных законов, нормативных актов и инструкций. Россия является правовым государством, поэтому, заботясь о соблюдении прав своих граждан, понимая важность и ценность персональных данных о человеке, Правительство требует от организаций и физических лиц обеспечить их надёжную защиту. [4]

В соответствии с ФЗ №152 «О персональных данных», с 1 января 2010 года компаниям, работающим с персональными данными, вне зависимости от вида деятельности и формы юридического лица, необходимо организовать защиту своих информационных систем и пройти аттестацию в соответствии законодательством. Для информационных систем персональных данных, находящихся в эксплуатации в настоящее время и до означенного срока, закон предусматривает целый комплекс мероприятий по их доработке, обеспечивающий безопасность данных. [5]

Основная цель законопроекта - обеспечение защиты прав и свобод гражданина при обработке его персональных данных, в том числе защита прав на неприкосновенность частной жизни, на личную и семейную тайну, регулирование отношений, связанных с обработкой персональных данных (ПДн), осуществляемое государственными органами власти, органами местного самоуправления, юридическими и физическими лицами.

На сегодняшний день наибольшую угрозу, как для корпоративных конфиденциальных сведений, так и для персональных данных представляют собственные сотрудники. И чем больше работников имеют доступ к информации, тем выше риск ее утечки. Впрочем, доступ доступу рознь. Если мы говорим о возможности утечки персональных данных, то подразумеваются, прежде всего, информационные массивы, а не отдельные записи. Поштучно такие записи тоже можно выкрасть, но масштаб такой утечки будет минимальным. Базу заемщиков крупного банка, таким образом, точно не вынесешь.

Несмотря на то, что в теории доступ к массивам персональных данных должны иметь лишь сотрудники службы информационной безопасности, на деле ситуация совершенно иная. В большинстве компаний доступ имеют не только в подразделении информационной безопасности, но и в службе информационных технологий. Высокая численность ИТ-персонала повышает и риски утечки информации. Можно понять, что ИТ - специалисты должны обслуживать эти базы данных или хотя бы делать резервные копии. Однако хранить информацию в таком случае следует в зашифрованном виде. Если необходимость доступа к информационным массивам со стороны ИТ-персонала можно как-то доказать, то возможность работы с базами персональных данных других категорий работников вызывает удивление.

В 22% компаний доступ к такой информации предоставляется топ - менеджерам, действия которых обычно отличаются повышенным уровнем халатности. Руководители организаций отказываются понимать и принимать такое положение дел, когда они не имеют доступ к какой-либо информации. И совершенно не важно, что информация эта, в принципе, руководителю не нужна.

Вслед за менеджментом по частоте обращений к массивам персональных данных идут аналитики. Тоже несколько странный факт, учитывая, что для большинства задач будет достаточно обезличенных статистических выборок. Еще один канал утечек персональных данных - это партнеры, либо родственные структуры, которые также получают легальный доступ к информации. По данным Ponemon Institute, до 40% инцидентов возникает по вине недобросовестных партнеров либо аутсорсинговых компаний. Очень часто носители с информацией теряют транспортные компании. И хотя в России об аутсорсинге больше говорят, чем используют на практике, проблема не теряет остроты и в нашей стране. Всего около 64,3% компаний имеют монопольный доступ к персональным данным. Остальные предоставляют информацию материнским либо дочерним структурам (24,7%), а также партнерам (11,1% организаций). [2]

Обмен персональными данными с зарубежными компаниями увеличивает и правовые риски. По закону «О персональных данных» трансграничная передача данных возможна только с письменного согласия владельцев информации. А получить такое согласие технически очень сложно. Можно предложить новым клиентам подписать еще один дополнительный документ, но обойти всех старых клиентов и получить их согласие – это трата огромных средств и времени. В результате серьезные затруднения в ведении бизнеса возникают, например, у представительств иностранных банков в России. Передать базу клиентов в центр обработки данных в другой стране уже нельзя. Обслуживать российских граждан в зарубежных отделениях - тоже. Ведь их персональные данные находятся в России. Таким образом, компаниям приходится либо мириться со снижением эффективности бизнеса, либо сознательно идти на нарушение закона со всеми вытекающими рисками.

Поэтому для построения системы защиты персональных данных компании необходимо применять технические и организационные меры защиты от несанкционированного, в том числе и случайного, доступа посторонних лиц модификации, копирования, распространения, уничтожения и других несанкционированных действий. [1]

Организационные меры включают в себя:

1. Разработку и внедрение в организации пакета локальной организационно-распорядительной документации, регламентирующей порядок обработки и защиты персональных данных, ознакомление с документами сотрудников и ответственных лиц;
2. Введение физической охраны территории, внедрение систем видеонаблюдения, охранной сигнализации, усиление дверей и замков в помещения, установку решеток на окна первого и последнего этажей здания;
3. Организацию хранения материальных носителей ПДн в сейфах, металлических запирающихся шкафах;
4. Внедрение пропускной системы на территорию организации и в помещения, в которых хранятся и/или обрабатываются ПДн, установление контролируемой зоны;
5. Обучение, периодическое повышение квалификации сотрудников, ответственных за организацию системы защиты ПДн, проведение для всех сотрудников обзорных лекций, семинаров по вопросам обработки и защиты ПДн;
6. Осуществление аудита или внутреннего контроля обработки ПДн на соответствие принятым в организации мерам, нормативным и локальным актам;
7. Организацию постоянного контроля защищенности персональных данных,

работоспособности средств защиты, исполнения обязанностей ответственными сотрудниками;

8. Расследование инцидентов, связанных с нарушением безопасности ПДн, и привлечение виновных лиц к дисциплинарной, административной и другим видам ответственности и т.п. [3

Важным моментом является тот факт, что все технические средства, применяемые для защиты персональных данных, должны быть подвергнуты оценке соответствия требованиям в установленном порядке, то есть сертифицированы ФСТЭК или ФСБ России. Данное требование устанавливается подпунктом «г» пункта 13 Требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных, утвержденных Постановлением Правительства № 1119.

Организационные меры являются наиболее действенными и, как правило, минимизируют вероятность реализации до 80% всех угроз безопасности обрабатываемых персональных данных. Оставшиеся угрозы перекрываются техническими мерами обеспечения информационной безопасности, которые могут включать в себя:

1. Программную или программно-техническую защиту от несанкционированного доступа к информационным ресурсам автоматизированных рабочих мест информационных систем персональных данных (ИСПДн);
2. Организацию безопасного межсетевого взаимодействия при подключении ИСПДн к локальным сетям общего пользования или к сети Интернет;
3. Применение систем шифрования ПДн при необходимости их передачи по открытым каналам связи, например, при обмене информацией между территориально удаленными филиалами или офисами через сеть Интернет;
4. Защиту ПДн, обрабатываемых в информационных системах, от вредоносного программного обеспечения, вирусов, троянов и т.д.

Литература:

1. Аверченков В. Защита персональных данных организации. - СПБ: Питер 2010.
2. Аверченков В., Рытов М. Организационная защита информации: учебное пособие.- СПБ :Питер 2009.
3. Баймакова И., Новиков А., РогачевА., Хыдыров А. Обеспечение защиты персональных данных.- М:1С-Паблишинг.2010.
4. Бойкова О. Персональные данные. Обработка, использование и защита.- **М:** Пашков дом.2011.
5. Крысин В.А. Безопасность предпринимательской деятельности. - М: Финансы и статистика, 2011.
6. Тихомирова Л. Защита персональных данных работника: Учебно-практическое пособие. М: 2009.

Ю.А. Сергийчук, Е.С. Балагура

МНОГОФАКТОРНАЯ АУТЕНТИФИКАЦИЯ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков, Украина

Ключевые слова: аутентификация, многофакторная аутентификация.

Безопасность данных в отрытых информационных сетях, таких как Интернет, всегда будет источником серьезного беспокойства для разработчиков и клиентов. Поэтому для любого используемого продукта крайне важно создать безопасную среду передачи данных. Услуги аутентификации веб-сайтов и пользователей являются необходимостью для предоставления он-лайн услуг как государственными органами (он-лайн декларирование налогов, запрос свидетельства о рождении, участие в электронных процедурах государственных закупок и т.д.), так и частными

предприятиями (он-лайн торговля, банковская деятельность, финансовые услуги, прочее). В данной работе проводится обзор основных методов аутентификации и методов многофакторной аутентификации, применяемых в современных информационных системах на примере корпорации Google.

I.A. Sergiichuk, E.S. Balagura

MULTIFACTOR AUTHENTICATION AND ITS APPLICATION IN MODERN INFORMATION SYSTEMS

Kharkov National University of Radio Electronics, Kharkov, Ukraine.

Keywords: authentication, multifactor authentication.

Data security in open communication networks such as the Internet will be always source of serious concern for developers and customers. Therefore, for any product used is extremely important to create a safe environment for data transmission. Authentication service for Web sites and users is necessary to provide on-line services of government bodies (online tax declaration, birth certificates request, participation in electronic public procurement procedures, etc.) and private enterprises (e-commerce, banking, financial services, etc.). In this paper, we provide an overview of the main methods of authentication and multi-factor authentication methods used in modern information systems on the example of Google Inc.

Аутентификация – это проверка подлинности предъявленного пользователем идентификатора.

Положительным результатом аутентификации (кроме установления доверительных отношений и выработки сессионного ключа) является авторизация пользователя, т. е. предоставление ему прав доступа к ресурсам, определенным для выполнения его задач.

В зависимости от важности информации, для доступа к ней могут применяться разные методы аутентификации, описанные в табл. 1 [1].

Перечислим основные методы аутентификации по принципу нарастающей сложности:

- базовая аутентификация;
- дайджест-аутентификация;
- аутентификация по протоколу HTTPS;
- аутентификация по предъявлению цифрового сертификата;
- аутентификация по Cookies;
- децентрализованная аутентификация;
- OpenID аутентификация;
- OpenAuth аутентификация;
- отслеживание аутентификации самим пользователем [2];
- многофакторная аутентификация.

Таблица 1 – Соотношение типа информации к необходимой технологии аутентификации.

Тип информации	**Технология аутентификации**
Информация, разглашение которой не несет существенных последствий.	Минимальным требованием является использование многоразовых паролей.
Доступ к информации, при несанкционированной модификации, раскрытии или уничтожении которой имеет место значительный ущерб.	Требует использования одноразовых паролей.
Доступ к информационным системам конфиденциальной информации.	Требует использования взаимной строгой аутентификации.

Приведем описание некоторых методов аутентификации, перечисленных выше.

Базовая аутентификация - При использовании данного вида аутентификации имя пользователя и пароль включаются в состав веб-запроса (HTTP POST или HTTP GET). Любой перехвативший пакет, легко узнает секретную информацию.

Дайджест-аутентификация - аутентификация, при которой пароль пользователя передается в хешированном виде. Пароль хешируется всегда с добавлением произвольной строки символов, которая генерируется на каждое соединение заново. Таким образом при каждом соединении генерируется новый хеш пароля и перехват его ничего не даст.

Аутентификация по предъявлению цифрового сертификата - механизмы аутентификации с применением цифровых сертификатов, как правило, используют протокол с запросом и ответом. Сервер аутентификации отправляет пользователю последовательность символов, так называемый запрос. В качестве ответа выступает запрос сервера аутентификации, подписанный с помощью закрытого ключа пользователя. Аутентификация с открытым ключом используется как защищенный механизм аутентификации в таких протоколах как SSL, а также может использоваться как один из методов аутентификации в рамках протоколов Kerberos и RADIUS.

OpenID аутентификация - открытая децентрализованная система аутентификации пользователей. OpenID позволяет пользователю иметь один логин-пароль для различных веб-сайтов. Безопасность обеспечивается подписанием сообщений. Передача ключа для цифровой подписи основана на использовании алгоритма Диффи — Хеллмана, также возможна передача данных по HTTPS.

Многофакторная аутентификация - в многофакторной аутентификации используют несколько факторов аутентификации сразу. Однако, при этом важно понимать, что не всякая комбинация нескольких методов является многофакторной аутентификацией. Используются факторы различной природы:

- свойство, которым обладает субъект. Например, биометрия, природные уникальные отличия: лицо, отпечатки пальцев, радужная оболочка глаз, капиллярные узоры, последовательность ДНК;
- знание - информация, которую знает субъект. Например, пароль, пин-код;
- владение - вещь, которой обладает субъект. Например, электронная или магнитная карта, флэш-память.

В основе одного из самых надёжных на сегодняшний день методов многофакторной аутентификации лежит применение персональных аппаратных устройств - токенов. По сути, токен – это смарт-карта или USB-ключ. Токены позволяют генерировать и хранить ключи шифрования, обеспечивая тем самым строгую аутентификацию.

В качестве своей первой системы авторизации, выполняемой с помощью клиентских устройств, компания Google предложила схему двухэтапной верификации (twostepverification, 2sv). Когда пользователь заходит в Google с нового компьютера (после прохождения традиционной аутентификации по имени-паролю), от него требуют еще ввести шестизначный код подтверждения. Он может быть прислан по SMS, сообщен путем голосового звонка на заранее зарегистрированный телефон, сгенерирован предустановленным на смартфоне офлайн-приложением либо взят из заранее составленного перечня разовых кодов. Конкретный метод можно выбрать на странице настроек аккаунта. Отправка кода создает неустаревающий cookie, по которому браузер распознает пользовательское устройство в качестве дополнительного фактора аутентификации — или доверенного компьютера — для всех последующих процедур входа.

В нынешнем варианте 2sv для авторизации нового устройства пользователи вводят код на нем самом, но, чтобы усилить защиту от фишинга и в то же время обеспечить иммунитет серверной части к краже аутентификационной базы данных, можно было бы воспользоваться решениями с функциональностью смарт-карты, основанными на асимметричной криптографии или шифровании с открытым ключом. Подобные подходы уже применялись, но популярности среди потребителей не получили. Чтобы та же участь не постигла и инициативу Google, в компании готовы тестировать свой метод совместно с другими сайтами. При этом необходимо следовать трем руководящим принципам:

- для максимальной переносимости не нужно устанавливать на устройство какое-либо ПО помимо совместимого браузера;
- одного устройства аутентификации должно быть достаточно для всех сайтов;
- протоколы регистрации и аутентификации должны быть открытыми и бесплатными

для реализации во всех браузерах, устройствах и сайтах.

Первая реализация подобного решения в Google представляет собой экспериментальный токен USB для 2sv, работающий без дополнительных драйверов в любых ОС, которые поддерживают USB-клавиатуру. Высокоуровневый протокол, регламентирующий формат пакетов для получения заверенных подтверждений от токена (выполненного в виде брелока), может исполняться на уровне приложения в хостовой ОС. Брелок имеет сенсорную область, при касании которой генерируется одноразовый код. [3]

В данной работе были проанализированы основные методы аутентификации и практическая реализация многофакторной аутентификации компании Google. Согласно исследованиям компании Trustwave [4] 80% инцидентов в сфере информационной безопасности случаются в следствии использования слабых паролей - из этого следует, что в каком бы виде не была реализована многофакторная аутентификация – она способна обеспечить гораздо более эффективную защиту данных аутентификации пользователей.

Литература:

1. Computer Security Devision Informational Technology Laboratory National Institute of Standards and Technology, «FIPS PUB 201-1» march 2006. [В Интернете]. Доступно: http://csrc.nist.gov/publications/fips/fips201-1/FIPS-201-1-chng1.pdf;

2. «Detecting suspicious activity on your account,» Google, [ВИнтернете]. Доступно: https://support.google.com/accounts/answer/140921?hl=en.

3. Eric GrossebMayankUpadhyay«Authentication at Scale» *IEEE Security and Privacy*, т. 11, pp. 15-22, 2013.

4. «Look What I Found: Moar Pony!,» Trustwave SpiderLabs, 2013. [В Интернете]. Доступно: http://blog.spiderlabs.com/2013/12/look-what-i-found-moar-pony.html.

К.А. Ташев

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ИНФОРМАЦИОННО-БИБЛИОТЕЧНЫХ СЕТЯХ

Ташкентский университет информационных технологий, Ташкент, Узбекистан

Ключевые слова: информация, информационно-библиотечная сеть, защита информации, проблемы безопасности, системный подход.

Описана архитектура информационно-библиотечной сети и его роль в современном информационной обществе. Показаны проблемы обеспечения информационной безопасности в информационно-библиотечных сетях. Приведен системный подход к обеспечению защищенности информационно-библиотечной сети.

K.A. Tashev

SYSTEM APPROACH WHEN ENSURING INFORMATION SECURITY IN INFORMATION AND LIBRARY NETWORKS

Tashkent University of information technologies, Tashkent, Uzbekistan

Keywords: information, information and library network, information security, security problems, system approach.

The architecture of an information and library network and its role in modern information society is described. Problems of ensuring information security in information and library networks are shown. System approach is given to ensuring security of an information and library network.

Под влиянием социально-экономического развития общества в содержании каждого из этих этапов произошли существенные изменения, анализ которых позволяет проследить эволюцию

обслуживания пользователей от библиотечного через библиотечно-библиографическое к информационному и прогнозировать переход к информационному сервису, которое называется информационно-библиотечная сеть.

В состав задач информационно-библиотечной сети (ИБС) входят следующие:

1. Ведение централизованной базы данных для обеспечения управления системой.
2. Интеграция неоднородных баз данных педагогической и управленческой информации.
3. Обеспечение единого интерфейса пользователя и формирования типовых документов.
4. Создание централизованной электронной библиотеки и поддержка работы учащихся, преподавателей с периферийными электронными библиотеками.
5. Поддержка дистанционного обучения и независимого тестирования.
6. Совместное использование вычислительных ресурсов и оборудования.
7. Автоматический обмен электронной информацией между учреждениями образования, автоматизация процессов создания, обработки и хранения информации.
8. Защита информации, размещенной в ИБС, и авторских прав разработчиков БД, электронных учебных материалов и приложений.
9. Поддержка групповой работы при подготовке электронных учебных материалов, обучении, научных исследованиях.
10. Интеграция с аналогичными информационными системами зарубежных и отечественных компьютерных сетей.

Архитектура информационно-библиотечной сети приведена на рис.1.

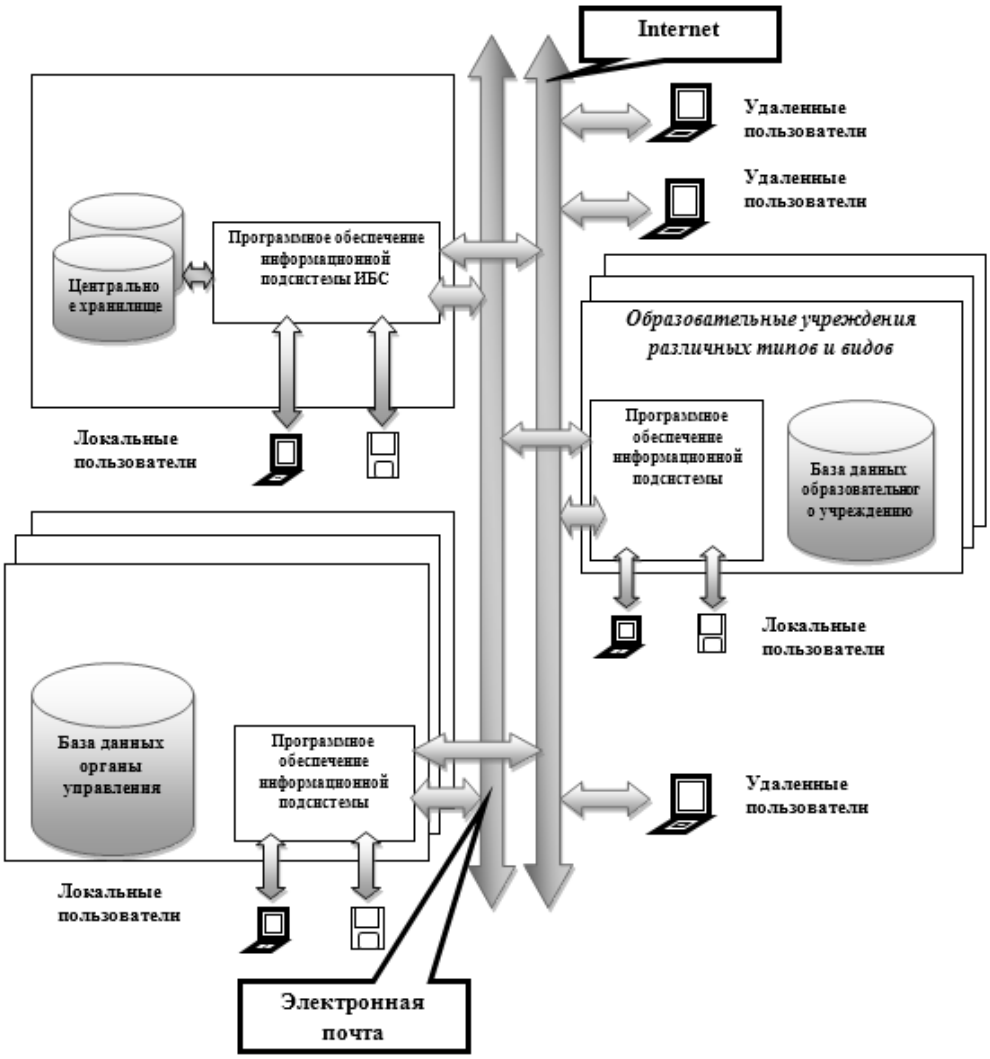


Рисунок 1. Архитектура информационно-библиотечной сети.

Архитектура ИБС соответствует многоуровневой структуре системы образования региона. Система включает подсистемы нескольких уровней (рис.1.):

- Информационно-ресурсные центры образовательных учреждений различных типов и видов.
- Информационно-ресурсные центры муниципальных органов.
- Информационно-ресурсные центры органов управления.

В системе регионального масштаба должна поддерживаться возможность распределенного хранения и распределенной обработки данных.

Каждая подсистема работает со своей локальной базой данных, но единой моделью. Для реализации возможности передачи данных между БД подсистем используется компонент реплицирования данных.

Программное обеспечение ИБС (рис.2) гибко конфигурируется при установке: осуществляется настройка на выполнение функций подсистемы соответствующего уровня, на работу в учреждениях образования различных типов и видов, различные условия эксплуатации.

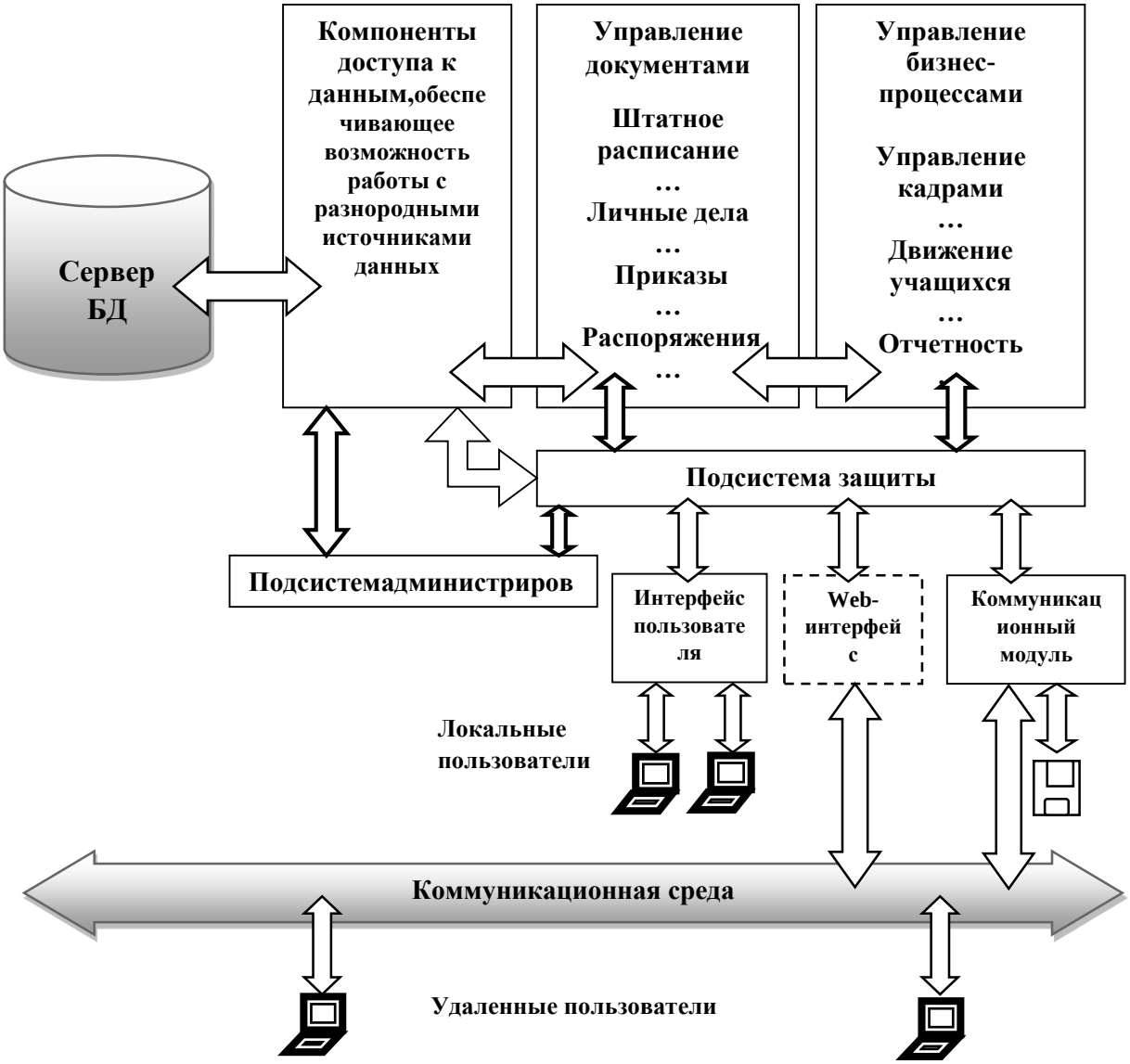


Рисунок 2. Компоненты программного обеспечения подсистем ИБС

Пользователи имеют возможность осуществлять поиск и отбор документов, их просмотр (через компоненты управления документами).

По мере развития и усложнения средств, методов и форм автоматизации процессов обработки информации повышается зависимость общества от степени безопасности используемых им информационных технологий.

Актуальность и важность проблемы обеспечения информационной безопасности

обусловлена следующими факторами:

- Современные уровни и темпы развития средств информационной безопасности значительно отстают от уровней и темпов развития информационных технологий.
- Высокие темпы роста парка персональных компьютеров, применяемых в разнообразных сферах человеческой деятельности.
- Резкое расширение круга пользователей, имеющих непосредственный доступ к вычислительным ресурсам и массивам данных. Доступность средств вычислительной техники, и, прежде всего персональных ЭВМ, привела к распространению компьютерной грамотности в широких слоях населения.
- Значительное увеличение объемов информации, накапливаемой, хранимой и обрабатываемой с помощью компьютеров и других средств автоматизации;
- Многочисленные уязвимости в программных и сетевых платформах; Стремительное развитие информационных технологий открыло новые возможности для бизнеса, однако привело и к появлению новых угроз.
- Бурное развитие глобальной сети Интернет, практически не препятствующей нарушениям безопасности систем обработки информации во всем мире.
- Современные методы накопления, обработки и передачи информации способствовали появлению угроз, связанных с возможностью потери, искажения и раскрытия данных, адресованных или принадлежащих конечным пользователям.

Построение системы защиты должно основываться на следующих основных принципах [4]:

- Системность подхода.
- Комплексности решений.
- Разумная достаточность средств защиты.
- Разумная избыточность средств защиты.
- Гибкость управления и применения.
- Открытость алгоритмов и механизмов защиты.
- Простота применения защиты, средств и мер.
- Унификация средств защиты.

Системность подхода. Защита информации предполагает необходимость учета всех взаимосвязанных и изменяющихся во времени элементов, условий и факторов, существенно значимых для понимания и решения проблемы обеспечения информационной безопасности.

При создании системы защиты необходимо учитывать все слабые и наиболее уязвимые места системы обработки информации, а также характер возможных объектов и нарушения атак на систему со стороны нарушителя, пути проникновения в систему для НСД к информации. Система защиты должна строиться с учетом не только всех известных каналов проникновения, но и с учетом возможности появления преимущественно новых путей реализации угроз безопасности.

Системный подход также предполагает непротиворечивость применяемых средств защиты.

Литература:

1. А. В. Соколов, В. Ф. Шаньгин Защита информации в распределенных корпоративных сетях и системах, ДМК Пресс, 656 стр., 2002 г.
2. Х. Остерлох TCP/IP. Семейство протоколов передачи данных в сетях компьютеров. «ДиаСофтЮП», 576 стр., 2002 г.
3. В. Зима, А. Молдовян, Н. Молдовян Безопасность глобальных сетевых технологий, БХВ-Санкт-Петербург, 368 стр., 2002 г.
4. А.В. Лукацкий Обнаружение атак, БХВ-Санкт-Петербург, 596 стр., 2003 г.
5. И. Д. Медведковский, Б. В. Семьянов, Д. Г. Леонов, А. В. Лукацкий Атака из Internet, 368 стр., 2002 г.
6. И. Конев, А. Беляев Информационная безопасность предприятия СПб-БХВ-Санкт-Петербург, 2003 – 752 с.

Н.Е. Чапайкина

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОДИРОВАНИЯ РЕЧИ НА ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ

Северо-Кавказский Федеральный Университет, г. Ставрополь, Россия

Ключевые слова: биометрическая идентификация говорящего, кодирование речи, вокодер, параметры речи для идентификации, параметры кодирования

В статье описаны параметры, используемые при вокодерном кодировании речи, а также основные способы проверки качества кодированной\декодированной речи как в России, так и за рубежом. Рассмотрены основные параметры, необходимые для идентификации личности при проведении криминалистических экспертиз речи, используемых в фоноскопии. Проведен сравнительный анализ параметров, учитывающихся разработчиками вокодеров при кодировании речи и параметров, значимых для фоноскопических исследований. Сделан вывод о высоком уровне ошибки при идентификации личности из-за того, что часть значимых параметров для идентификации не учитывается при кодировании речи, а также вывод о необходимости разработки новых методов идентификации личности.

N.E. Chapaykina

THE INFLUENCE OF SPEECH CODING PARAMETERS INTO PARAMETERS FOR BIOMETRICAL IDENTIFICATION

North Caucasian Federal University, Stavropol, Russia

Keywords: biometrical identification of speaker, speech coding, vocoder, speech parameters for identification, coding parameters

The parameters, used in vocoder speech coding are described. In the article the parameters, used for vocoder speech coding, and main methods for quality verification of coded/decoded speech, both in Russia and abroad, are described,. The basic parameters used for speaker identification in conducting forensic examinations of speech used in phonoscopy is described. A comparative analysis of the parameters taken into account by vocoder speech coding developers and parameters relevant for phonoscope research is hold. It concludes that high-level errors in identification due to the fact that some of the significant parameters for identification is not included in the speech coding, as well it has the conclusion of the need of developing new methods of speaker identification

.

В настоящее время все большее распространение получают системы биометрической идентификации личности по голосу. Это обусловлено, прежде всего, актуальностью данных исследований в связи с ростом таких видов преступлений, как захват заложников, похищение людей, террористические акты, заведомо ложные угрозы взрыва, и другие преступления, при совершении которых могут быть использованы современные средства связи. Кроме того, в данных исследованиях заинтересованы не только силовые структуры, но также и различные коммерческие организации, использующие автоматизированные системы идентификации клиентов, например, в банковской сфере, для избежания мошеннических действий.

Главная цель данной статьи – выяснить влияние параметров синтезированной речи на качество биометрической идентификации личности. Под синтезированной речью в данной работе мы понимаем речь, прошедшую этапы кодирования\декодирования в цифровых каналах связи. Поэтому при рассмотрении данного вопроса, основное внимание нами будет уделено одному из самых популярных алгоритмов кодирования речи - вокодерам.

Вокодеры – это системы параметрического кодирования речи, широко применяемые в современной цифровой телефонной связи, в том числе – Internet-телефонии. Причиной тому – высокая степень сжатия информации, а также хорошая согласованность вокодеров с системами канального кодирования и шифрования, в результате чего сравнительно легко обеспечивается высокая защищенность систем связи от помех и утечки информации. [3] Недостатком вокодеров

является невысокое качество речи, поэтому наше исследование направлено на анализ того, как влияет выбор параметров кодирования речи на параметры, используемые при идентификации говорящего.

В параметрических вокодерах в речевом сигнале выделяют два типа параметров и по этим параметрам в декодере синтезируют речь: параметры, которые характеризуют источник речевых колебаний (генераторную функцию) - частота основного тона, ее изменение во времени, моменты появления и исчезновения основного тона (огласованные или гортанные звуки), шумового сигнала (шипящие и свистящие звуки); и параметры, которые характеризуют огибающую спектра речевого сигнала. В декодере, соответственно, по заданным параметрам генерируются основной тон, шум, а затем пропускаются через гребенку полосовых фильтров для восстановления огибающей спектра речевого сигнала. [4]

При разработке, тестировании и сравнении различных вокодеров приоритетными является максимальный уровень сжатия с максимальным сохранением качества речи. К основным показателям качества принимаемой речи относят: разборчивость (понятность), громкость и натуральность. [2] В настоящее время не существует полностью автоматизированных систем для объективной оценки разборчивости и натуральности речи, поэтому при разработке различных алгоритмов кодирования речи используют метод – субъективно-статистические испытания (ССИ), требующий большого количества речевого материала, обработанного кодеками и трактом передачи, и привлечения группы экспертов (тренированных слушателей и дикторов).

Наиболее распространенным объективным методом оценки качества передачи речи является метод артикуляции. Мерой разборчивости является здесь разборчивость элементов речи. Процесс произнесения речевых элементов называется артикуляцией - отсюда и название метода. Для измерений разборчивости разработаны специальные (артикуляционные) таблицы слогов, звукосочетаний и слов с учетом их встречаемости в русской речи. Звуковых таблиц нет, так как звуки, кроме гласных, отдельно не произносятся, а для измерений звуковой разборчивости пользуются слоговыми таблицами или таблицами звукосочетаний. Разборчивость также определяют экспериментально с помощью группы тренированных слушателей и дикторов - молодых людей без нарушений слуха и речи. За рубежом для оценки разборчивости речи используется метод DRT (диагностический рифмованный тест). В этом методе подбираются пары близких по звучанию слов, отличающихся отдельными согласными в начале слова (типа "дот - тот", "кол - гол"), которые многократно произносятся рядом дикторов, и по результатам испытаний оценивается доля искажений. Метод позволяет получить как оценку разборчивости отдельных согласных, так и общую оценку разборчивости речи. [2]

Для оценки качества звучания используется критерий DAM (диагностическая мера приемлемости). Испытания заключаются в чтении несколькими дикторами, мужчинами и женщинами, ряда специально подобранных фраз (12 фонетически сбалансированных 6-слоговых предложений), которые прослушиваются на выходе тракта связи рядом экспертов-слушателей, выставляющих свои оценки по 5-балльной шкале MOS (средняя субъективная оценка или средняя оценка мнений). Затем результаты усредняются. Хотя этот метод является субъективным по своей сути (аналог ССИ), его результаты по сопоставлению различных типов кодеков при проведении испытаний одними и теми же группами дикторов и экспертов-слушателей являются достаточно объективными, и на них основываются практически все выводы и решения. [2]

Основной причиной того, что не используются автоматизированные системы для такого анализа, является то, что существующие в настоящий момент критерии к качеству кодированной речи слабо отражают свойства восприятия на слух. Кроме того, критерий качества, используемый для оценивания кодеков одного типа, может оказаться некорректным для кодеков иного типа. В число измеряемых характеристик речи, улавливаемых микрофоном, входят огибающая форма сигнала, период высоты тона, относительный спектр амплитуды и резонансные частоты речевого тракта.

Если рассматривать свойства речи для идентификации говорящего, то можно выделить следующие параметры, используемый различными исследователями, в том числе для фоноскопических экспертиз: частота основного тона (определенного звука с указанием слов, в которых он встречается), частота 1-ой форманты, частота 2-ой форманты, частота 3-ой форманты. Причем для всех физических параметров указывается нижняя и верхняя граница частот, анализируемый звук и слова в которых он встретился. Например, программный комплекс VIS (Voice Identification System, автор к.т.н. Новосельский А.Ф.), используемый в фоноскопической экспертизе

для криминалистических экспертиз сегментирует речевой сигнал на собственно речь и паузы, находит на участках речи вокализованные кадры данных, на которых измеряет 5 групп параметров речи: спектральные отсчеты, кепстральные отсчеты, кепстральные коэффициенты, коэффициенты линейного предсказания,а также группу неоднородных параметров (частоты ОТ, формант, антиформанты, отношение частот 1-ой форманты и ОТ, отношение частот 2-ой и 1-ой форманты, наклон спектра речи к верхним частотам, коэффициент вариации СКЗ сигнала, изменение частоты ОТ и функции артикуляции в сравнении с предыдущим кадром данных).

Именно поэтому при идентификации личности говорящего по синтезированному речевому сигналу может возникнуть высокий уровень ошибки. Это связано прежде всего с невысокой степенью точности восстановления огибающей спектра сигнала, когда даже при достаточно высокой разборчивости речи теряются многие особенности диктора. Кроме того, в современных вокодерах очень слабо учитываются или вообще не учитываются (в зависимости от типа вокодера) значимые параметры для идентификации личности такие как форманты и антиформанты, наклон спектра речи и др. Поэтому можно сделать вывод, что необходима разработка новых методов биометрической идентификации личности, ориентированных, прежде всего, на синтезированный речевой сигнал.

Литература:

1. Каганов А.Ш. Криминалистическая идентификация личности по голосу и звучащей речи / А.Ш. Каганов. – М.: Юрлитинформ, 2012

2. Лекции по Устройствам преобразования и обработки информации в системах подвижной радиосвязи / С. Рихтер. – 2006

3. Продеус А.М. Лекция "Цифровая обработка речевых сигналов / А.М. Продеус. - 2008

4. Что такое вокодер и липредер? Материалы 2-ой Всероссийской конференции "Теория и практика речевых исследований. – 2009

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Аджемов Артем Сергеевич,** Московский технический университет связи и информатики, ректор МТУСИ, д.т.н., профессор
2. **Абатурова Марина Владимировна**, Санкт-Петербургский государственный Электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), аспирант
3. **Абрамов Ярослав Борисович**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, преподаватель
4. **Агеев Дмитрий Владимирович**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, д.т.н., профессор
5. **Алексеева Луиза Николаевна,** Южный федеральный университет, аспирант
6. **Алекси Евгений Виленович**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, студент
7. **Алимова Фатима Муратовна**, Ташкентский университет информационных технологий, преподаватель
8. **Аль-Аззави Эсса Мохаммед**, Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, аспирант кафедры ТКС
9. **Альбекова Замира Мухамедалиевна**, Северо-Кавказский федеральный университет, к.п.н., старший преподаватель,
10. **Амирсаидов Улугбек Бабурович**, Ташкентский университет информационных технологий, заведующий кафедрой Сети и системы передачи данных, к.т.н. доцент
11. **Анопченко Татьяна Юрьевна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, д.э.н., профессор
12. **Анопченко Роман Юрьевич,** Южный федеральный университет, студент
13. **Аноров Обиджон Умаралиевич**, Мирабадский академический лицей при Ташкентском институте инженеров железнодорожного транспорта, преподаватель математики
14. **Антонов Д.Е**., Южный федеральный университет
15. **Арус Кинан,** Харьковский национальный университет радиоэлектроники, аспирант
16. **Арутюнов Л.Г**., Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
17. **Ахатова** Рашида Юнусовна, Ташкентский университет информационных технологий, ассистент (преподаватель), соискатель
18. **Ахмед Калид Хасан**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, магистрант
19. **Бабашов Р.А**., Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, аспирант
20. **Бабошин Владимир Александрович,** ОАО «Интелтех», ведущий инженер, к.т.н., доцент
21. **Баев Виталий Каспарович**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
22. **Бажин Алексей Николаевич**, Западно-Казахстанский инженерно-гуманитарный университет, студент
23. **Баигубенова Сая Кубаидоллиевна**, Западно Казахстанский инженерно – технологический колледж, магистр технических наук
24. **Байгубенова Жанаргуль Мурзабаевна**, средняя общеобразовательная школа №40, г.Ташкент, преподаватель, магистрант
25. **Байпров Ольга Владимировна**, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, аспирант
26. **Балагура Дмитрий Сергеевич**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, преподаватель, к.т.н., доцент
27. **Банкет Виктор Леонидови**ч, Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, д.т.н., профессор
28. **Барановский Максим Александрович**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, студент

29. **Басов Олег Олегович**, Академия ФСО России, к.т.н., докторант,
30. **Батенков Кирилл Александрович**, Академия ФСО России, докторант
31. **Бацула Александр Пантелеевич**, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», (ТУСУР), советник генерального директора ЗАО НПФ «МИКРАН», директор РУНЦ ВС и ДВ «Информационная безопасность», к.т.н., доцент
32. **Безуглов Дмитрий Анатольевич**, Донской государственный технический университет, д.т.н., профессор
33. **Беленькая Марина Наумовна**, Московский технический университет связи и информатики, магистрант, доцент
34. **Беленький Павел Павлович**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.п.н., доцент
35. **Беличенко Марина Анатольевна,** Донской государственный технический университет, студент
36. **Белоусова Елена Сергеевна**, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, аспирант кафедры защиты информации
37. **Белянский Владимир Борисович**, Московский технический университет связи и информатики, к.ф.м.н., доцент
38. **Березкин Михаил Ильич**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, инженер по ЗИ
39. **Бесчетная Снежана Владимировна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, ст.преподаватель
40. **Бикбулатова Наталья Генриховна**, Уральский технический институт связи и информатики, старший преподаватель
41. **Бильчук Вячеслав Александрович**, Харьковский университет воздушных сил им. Ивана Кожедуба, магистрант
42. **Боброва Оксана Александровна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
43. **Богомолова Наталья Егоровна**, Московский технический университет связи и информатики, доцент кафедры СССК
44. **Бойков Павел Николаевич**, ОАО "НИИ "Рубин", ведущий специалист
45. **Болдырихин Николай Вячеславович**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.т.н., доцент
46. **Бологов Денис Викторович**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
47. **Бондаренко Олег Владимирович**, Одесская национальная Академия связи им. А.С.Попова, г. Одесса, Украина, заведующий кафедры ВОЛС, д.т.н., профессор,
48. **Борботько Тимофей Валентинович**, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, д.т.н., профессор кафедры защиты информации БГУИР
49. **Борзенко Александр Владимирович**, Уральский технический институт связи и информатики, студент
50. **Борисов Борис Петрович,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, зав.кафедрой МТС , к.т.н., доцент,
51. **Бормотов Виктор Валентинович,** Донской государственный технический университет, к.т.н., доцент
52. **Боровков Никита Вячеславович**, Уральский юридический институт МВД России, курсант
53. **Бородин Алексей Викторович**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.ф.-м.н., доцент
54. **Бочков Максим Вадимович**, ОАО "НИИ "Рубин", заместитель генерального директора, д.т.н., профессор
55. **Бояркин Геннадий Николаевич**, Омский государственный технический университет, д.э.н., профессор,

56. **Брескин Валентин Александрович**, Одесская национальная академия связи им. А. С. Попова, к.т.н. профессор кафедры ТКС
57. **Бричук Оксана Борисовна**, Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, студент
58. **Бровина Анастасия Дмитриевна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
59. **Будагян Ирина Фадеевна**, Московский государственный технический университет МИРЭА, д.ф.-м.н., профессор кафедры КПРЭС
60. **Бузюков Лев Борисович**, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, декан факультета инфокоммуникационных сетей и систем, заведующий кафедрой программной инженерии и вычислительной техники, к.т.н., профессор
61. **Букрина Екатерина Владимировна**, Уральский технический институт связи и информатики (филиал) ФГОБУ ВПО «СибГУТИ», к.э.н., доцент,
62. **Буренин Андрей Николаевич**, ОАО НИИ «Рубин», к.т.н., старший научный сотрудник
63. **Быкадоров Р.В.**, Южный федеральный университет, студент
64. **Важенина Кристина Игоревна,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
65. **Варламов Егор Александрович**, Уральский технический институт связи и информатики (филиал) ФГОБУ ВПО «СибГУТИ», студент
66. **Веерпалу Денис Вячеславович**, Московский технический университет связи и информатики, специалист по проектированию ФГУП НИИР
67. **Венжега Валентин Васильевич.,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
68. **Волгарев Евгений Алексеевич**, Уральский технический институт связи и информатики ФГОБУ ВПО «СибГУТИ», аспирант
69. **Володина Елена Евгеньевна**, Московский технический университет связи и информатики, к.э.н., профессор кафедры ЭС МТУСИ
70. **Воропаева Виктория Яковлевна**, Донецкий национальный технический университет, профессор кафедры автоматики и телекоммуникаций, к.т.н., доцент
71. **Врублевский Антон Романович**, Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, аспирант
72. **Гаврилкина Марианна Геннадьевна,** Московский технический университет связи и информатики, аспирант
73. **Гагарина Лариса Геннадьевна**, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский университет «МИЭТ», заведующая кафедрой ИПОВС, д.т.н., профессор
74. **Галенко Татьяна Сергеевна,** Донской государственный технический университет, студент
75. **Галицына Екатерина Николаевна**, Южный федеральный университет, студент
76. **Гапанович Ярослав Валерьевич**, Одесский региональный институт государственного управления Национальной академии государственного управления, соискатель
77. **Гаркуша Сергей Владимирович**, Полтавский университет экономики и торговли, ведущий научный сотрудник научно-технического центра, к.т.н., доцент
78. **Гарматенко Игорь Александрович**, Донецкий национальный технический университет, студент
79. **Гасс Яков Маркович**, Московский технический университет связи и информатики, зам. начальника лаборатории ФГУП НИИР, соискатель,
80. **Гахов Кирилл Юрьевич,** Московский технический университет связи и информатики, аспирант
81. **Геливер Андрей Олегович**, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, студент
82. **Герасименко В.Е.,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент

83. **Герасименко Е.В**., Харьковский национальный университет радиоэлектроники, студент
84. **Герасимов Игорь Николаевич**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.т.н., доцент
85. **Гизатуллин Марат Галимянович**, Уральский юридический институт МВД России, к.т.н., доцент
86. **Гнедаш Елена Владимировна**, Юргинский технологический институт национального исследовательского Томского политехнического университета
87. **Гниломёдов Ефим Иванович**, Уральский технический институт связи и информатики, г. Екатеринбург, к.т.н., доцент
88. **Головенко Максим Валерьевич,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, Инженер НИО, студент
89. **Головина Ирина Витальевна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.э.н., доцент
90. **Головской Василий Андреевич**, Научно-технический отдел Федерального казенного учреждения «Научно-производственное объединение «Специальная техника и связь» Министерства внутренних дел Российской Федерации, к.т.н., старший научный сотрудник
91. **Голубев Альберт Константинович**, Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, к.т.н., профессор,
92. **Голышев Иван Альбертович**, Уральский юридический институт МВД России, курсант
93. **Гопанчук Дмитрий Эдуардович,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
94. **Горбенко Иван Дмитриевич**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, д.т.н., профессор
95. **Горгадзе Светлана Феликсовна**, Московский технический университет связи и информатики, д.т.н., профессор
96. **Греков Семен Юрьевич,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
97. **Григорьева Диана Рамилевна**, Набережночелнинский институт КФУ, г.Набережные Челны, к.п.н., доцент,
98. **Григорян Карен Левонович**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
99. **Гринь Д.В.,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
100. **Гриценко Лариса Владимировна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.ф.-м.н., доцент
101. **Гузарев Антон Сергеевич**, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича, аспирант
102. **Гузарева Анастасия Владимировна**, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича, младший лейтенант полиции
103. **Гушан Юрий Юрьевич**, Приднестровский Государственный университет имени Т. Г. Шевченко, студент
104. **Давлатова Азиза Хамрокуловна**, Ташкентский государственный педагогический университет им. Низами, студент
105. **Данилов Александр Викторович**, Московский технический университет связи и информатики, аспирант
106. **Данилов Виктор Александрович**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, д.т.н., профессор
107. **Данилова Людмила Викторовна**, Ростовский государственный университет путей сообщения, к.ф.-м.н.
108. **Данилова Наталья Викторовна**, Южный федеральный университет, к.ф.-м.н., доцент
109. **Данильченко Элианора Григорьевна,** Северо-Кавказский филиал Московского технического

университета связи и информатики, студент

110. **Дебихина Татьяна Сергеевна**, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
111. **Денисов Дмитрий Вадимович**, Уральский технический институт связи и информатики ФГОБУ ВПО «СибГУТИ», аспирант
112. **Джамбеков Азамат Матифулаевич**, Астраханский государственный технический университет
113. **Доброходский В.В**., Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
114. **Докучаев Сергей Аркадьевич**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, ст.преподаватель
115. **Долгов Виктор Иванович**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, д.т.н., профессор
116. **Дубровщинко Л.Н.**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
117. **Евдакимова Ирина Александровна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
118. **Евсеева Оксана Юрьевна**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, д.т.н., профессор
119. **Егамбердиев Бахтиёр,** Мирабадский академический лицей при Ташкентском институте инженеров железнодорожного транспорта, Республика Узбекистан, директор, к.ф.-м.н.
120. **Егоров А.М.**, Гл.управление МЧС России по Ростовской области, вед.сотрудник
121. **Елисеев Александр Александрович**, Южный федеральный университет, студент
122. **Елисеев Александр Вячеславович**, Донской государственный технический университет, д.т.н., профессор
123. **Енгибарян Ирина Алешаевна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.т.н., доцент
124. **Енютин Алексей Олегович**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
125. **Ефименко Владимир Николаевич**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, директор СКФ МТУСИ, профессор
126. **Жабинский Юрий Владиславович**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.т.н., доцент
127. **Жахиена Айзат Гарифуллаевна**, Западно Казахстанский инженерно – технологический колледж, магистр технических наук
128. **Жигалкина Софья Андреевна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
129. **Жуковская Дарья Александровна**, Донецкий национальный технический университет, студентка, магистр
130. **Жуковский Александр Георгиевич**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.т.н., доцент
131. **Заболотный В.И.**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, к.т.н., профессор
132. **Заварыкина Юлия Валерьевна**, Уральский юридический институт МВД России, преподаватель
133. **Закирова Феруза Махмудовна**, Ташкентский университет информационных технологий, д.п.н., профессор
134. **Замула Александр Андреевич**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, к.т.н., доцент
135. **Захарова Александра Александровна**, Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета, к.т.н., доцент
136. **Звездина Марина Юрьевна**, Донской государственный технический университет, заведующая кафедрой, д.ф.-м.н., доцент

137. **Зверев А.П.,** Академия Гражданской защиты МЧС России, доцент
138. **Зверев Александр Борисович**, ЗАО «НПЦ ИРС», заместитель генерального директора
139. **Звягинцева Ольга Юрьевна**, Российский государственный социальный университет, филиал в г. Ставрополе, студент
140. **Зеленин Сергей Алексеевич**, Московский технический университет связи и информатики, студент
141. **Зельманский Олег Борисович**, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, к.т.н., доцент
142. **Знаменский Д.А.,** Южный федеральный университет, студент
143. **Зорина Татьяна Юрьевна**, Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета, студент
144. **Зоря Наталья Евгеньевна**, заместитель Генерального директора РСС
145. **Иванов Иван Николаевич,** Московский технический университет связи и информатики, аспирант
146. **Ильиных Нина Иосифовна**, Уральский технический институт связи и информатики ФГОБУ ВПО «СибГУТИ», заведующий кафедрой высшей математики и физики, к.ф.-м.н.
147. **Ильницкая Кристина Иосифовна,** Уральский юридический институт МВД России, курсант
148. **Иргашева Дурдона Якубджановна**, Ташкентский университет информационных технологий, заведующая кафедрой «Информационная безопасность», к.т.н.
149. **Исохужаева Мунира Яшнаровна**, филиал Российского экономического университета им. Г.В.Плеханова в г. Ташкенте, к.э.н.
150. **Кабакчей Виктория Ивановна**, Донецкий национальный технический университет, магистрант
151. **Кавтврадзе Ирма Шалмовна,** Донской государственный технический университет, аспирант
152. **Казиева Назым Магидулловна**, Западно-Казахстанский инженерно-гуманитарный университет, старший преподаватель, магистр технических наук
153. **Каменева Елизавета Яковлевна,** Московский технический университет связи и информатики, аспирант.
154. **Камиева Алмагуль Акбулатовна**, средняя общеобразовательная школа №40 г.Ташкента, к.п.н
155. **Каптур Ольга Анатольевна**, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, магистрант
156. **Карнаух Кирилл Викторович**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
157. **Карнаухов Сергей Николаевич,** СКФ МГТУ ГА, доцент
158. **Ким Анатолий Сергеевич**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
159. **Клёсова Юлия Викторовна**, Московский Технический Университет Связи и Информатики
160. **Кобак Валерий Григорьевич,** Донской государственный технический университет, д.т.н., профессор
161. **Ковалева Анастасия Владимировна**, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, студент
162. **Козин Дмитрий Владимирович**, Донской государственный технический университет, студент
163. **Колдынская Лариса Михайловна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, ст.преподаватель
164. **Коломов Жалолиддин Жамолиддинович**, Ташкентский университет информационных технологий .студент.
165. **Колотов Юрий Олегович**, Руководитель финансово-экономической службы филиала ФГУП "Почта России" - Центры гибридной почты, д.э.н., профессор
166. **Колчина Софья Станиславовна**, Краснодарский государственный университет культуры и искусств
167. **Конев Дмитрий Сергеевич,** РНИИРС, инженер
168. **Конкин Борис Борисович**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета

связи и информатики, к.ф.-м.н., доцент

169. **Константинова Яна Борисовна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.ф.-м.н., доцент
170. **Копытов Владимир Вячеславович**, Северо-Кавказский федеральный университет, д.т.н., профессор
171. **Кормильченко Валентина Васильевна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.соц.н., доцент
172. **Корниенко Мария Александровна**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, студент
173. **Корниенко Роман Сергеевич**, Северо-Кавказский федеральный университет, студент
174. **Корниенко Сергей Александрович**, Северо-Кавказский федеральный университет, к.т.н, доцент
175. **Коршун Анна Михайловна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.геогр.н., доцент
176. **Коршун Мария Сергеевна**, Бранденбургский технический университет, магистр
177. **Косачева Светлана Витальевна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, ст.преподаватель
178. **Костелянец Дмитрий Евгеньевич,** Южный федеральный университет, студент
179. **Костецкая Галина Сергеевна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.ф.-м.н., доцент
180. **Костин Михаил Сергеевич,** Московский государственный технический университет МИРЭА, аспирант
181. **Косых Юрий Владимирович**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
182. **Котлер Максим Олегович,** Московский технический университет связи и информатики, аспирант
183. **Кравченко Ксения Владимировна**, Омский государственный технический университет, студент
184. **Крашенинников Иван Алексеевич**, Уральский технический институт связи и информатики, г. Екатеринбург, Россия, студент
185. **Крутов Владимир Алексеевич**, научно-технический отдел Федерального казенного учреждения «Научно-производственное объединение «Специальная техника и связь» Министерства внутренних дел Российской Федерации, начальник
186. **Кубанков Александр Николаевич**, Московский технический университет связи и информатики, д.в.н., профессор,
187. **Кубашева Жанна Кайыржанова**, Западно -Казахстанский инженерно-гуманитарный университет, к.т.н, доцент,
188. **Кудрявцев Дмитрий Юрьевич**, ОАО НИИ «Рубин», студент
189. **Кузнецов Александр Александрович**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, д.т.н., профессор
190. **Кузнецова Ольга Викторовна**, Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, аспирант
191. **Кузин Александр Павлович,** Донской государственный технический университет, аспирант
192. **Кузовков Александр Дмитриевич,** Московский технический университет связи и информатики, студент
193. **Кузовкова Татьяна Алексеевна**, Московский технический университет связи и информатики, д.э.н., профессор
194. **Кулешов Р.А.,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
195. **Кураленко Алексей Игоревич**, Томский государственный университет систем управления и

радиоэлектроники» (ТУСУР), аспирант
196. **Курносова Юлия Владимировна,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
197. **Лазарева Оксана Владимировна**, Донская духовная семинария, к.ф.н.
198. **Лащенов Сергей Николаевич,** Донской государственный технический университет, студент
199. **Легков Константин Евгеньевич**, ОАО НИИ «Рубин», заместитель начальника, к.т.н.
200. **Ледянкин Иван Александрович,** ОАО НИИ «Рубин», старший преподаватель, к.т.н.
201. **Лейга Д.В.**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
202. **Лемешко Александр Витальевич**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, д.т.н., профессор
203. **Лисицкая Ирина Викторовна**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, д.т.н., доцент
204. **Лисицкий Константин Евгеньевич,** Харьковский национальный университет радиоэлектроники, студент
205. **Литвинова Ирина Николаевна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.э.н., доцент
206. **Лобзенко Павел Владимирович**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, доцент кафедры СПОИ, к.т.н., доцент
207. **Локтев Антон Александрович**, Московский технический университет связи и информатики, магистрант
208. **Ломоносова Алена Николаевна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
209. **Лузин Алексей Иванович**, Московский технический университет связи и информатики, соискатель
210. **Лукасевич Виктор Иванович**, ОАО «Центрмашпроект», Ген.директор
211. **Лутцев А.В.,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
212. **Лыньков Леонид Михайлович**, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, д.т.н., профессор
213. **Лысиков Андрей Александрович**, Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, аспирант
214. **Львов Кирилл Владимирович,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
215. **Магарина Ирина Юрьевна**, Набережночелнинский филиал института экономики, управления и права г. Казань, старший преподаватель кафедры финансового менеджмента
216. **Мазур Анна Дмитриевна**, Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, преподаватель кафедры ТКС, аспирант
217. **Малов Алексей Викторович,** Московский технический университет связи и информатики, аспирант
218. **Мальцева Анжелика Вячеславовна**, Уральский технический институт связи и информатики ФГОБУ ВПО «СибГУТИ», магистрант
219. **Мамараджабов М.Э.,** Ташкентский государственный педагогический университет, к.п.н., доцент,
220. **Манин Александр Анатольевич**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.т.н., доцент
221. **Манин Игорь Александрович,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
222. **Мариносян Эмиль Хачатурович**, Московский технический университет связи и информатики, аспирант
223. **Махкамов Кодир Одилжонович**, Наманганский государственный университет, преподаватель

224. **Мелешин Александр Сергеевич**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.т.н., доцент
225. **Мерзленко Андрей Сергеевич,** Донской государственный технический университет, аспирант
226. **Мехова Галина Александровна**, Донской государственный технический университет, студент
227. **Мирзахмедов Хуршид Абдирашидович**, Наманганский государственный университет, преподаватель
228. **Мирончик Виолетта Викторовна**, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
229. **Молоковский И.А.,** Донецкий национальный технический университет, к.т.н., доцент
230. **Морозов В.А.,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
231. **Морозова Т.А.,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
232. **Москалец Николай Вадимович**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, к.т.н., доцент
233. **Мохаммед Б. Кадер**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, аспирант
234. **Мохова Виктория Викторовна**, Уральский технический институт связи и информатики ФГОБУ ВПО «СибГУТИ», магистр
235. **Мухачев Сергей Валентинович,** Уральский юридический институт МВД России, начальник кафедры информационного обеспечения органов внутренних дел, к.ф.- м.н., доцент
236. **Мухорьянова Оксана Анатольевна**, Российский государственный социальный университет, к.э.н., доцент,
237. **Ндоло Антони Огуту,** , Московский технический университет связи и информатики, магистрант
238. **Небога Татьяна Васильевна**, Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, преподаватель
239. **Невзорова Елена Сергеевна**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, магистрант
240. **Невструев Алексей Сергеевич**, ОАО НИИ «Рубин», студент
241. **Нетес Виктор Александрович**, Московский технический университет связи и информатики, д.т.н.
242. **Никитин Денис Андреевич**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
243. **Никифоров Олег Гелиевич**, ОАО «Научно-исследовательский институт «Рубин», ведущий научный сотрудник, к.т.н., доцент
244. **Николаев Евгений Иванович**, «Северо-Кавказский федеральный университет», доцент, к.т.н.
245. **Нишанбаев Жахонгир Суннатович,** Ташкентский университет информационных технологий**,** студент
246. **Новикова Ольга Александровна,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
247. **Новицкая Светлана Сергеевна,** Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, к.э.н., доцент
248. **Новокшенова Римма Григорьевна**, Уральский технический институт связи и информатики (филиал) ФГОБУ ВПО «СибГУТИ», к.п.н., доцент,
249. **Носов Виктор Сергеевич**, ОАО НИИ «Рубин», студент
250. **Носов Максим Васильевич**, Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации, сотрудник
251. **Овчаров М.С.,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
252. **Один Александр Сергеевич**, Московский технический университет связи и информатики, аспирант
253. **Одияненко Елена Викторовна**, Государственный университет телекоммуникаций, г.Киев ,

аспирант

254. **Окунева Дарина Владимировна**, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, старший преподаватель кафедры программной инженерии и вычислительной техники
255. **Орлов Василий Николаевич**, Одесский региональный институт государственного управления Национальной академии государственного управления, д.э.н., профессор
256. **Орлов Владимир Георгиевич**, Московский технический университет связи и информатики, к.т.н., доцент
257. **Орлова Анна Викторовна,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
258. **Орлова Ольга Васильевна**, Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, к.э.н., доцент
259. **Островерхова Елена Александровна**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, студент
260. **Отливанская Галина Артуровна**, Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, доцент
261. **Охват Владислава Юрьевна**, Донецкий национальный технический университет, студент, магистр
262. **Охрущак Екатерина Александровна,** Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, соискатель
263. **Ощепков Михаил Юрьевич**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, доцент
264. **Палюх Александр Александрович**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
265. **Пантелеева Татьяна Викторовна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
266. **Панченко Борис Алексеевич**, Уральский технический институт связи и информатики ФГОБУ ВПО «СибГУТИ», д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, специалист в области электродинамики, теории и техники антенн, заведующий кафедрой ОПД ТС
267. **Пархоменко Павел Алексеевич**, Донской государственный технический университет, студент
268. **Переверзов Евгений Витальевич,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
269. **Перепадя Виктория Игоревна**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, студент
270. **Перин Николай Константинович**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
271. **Перков Вячеслав Александрович**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
272. **Петрашевич Евгений Сергеевич**, Донской государственный технический университет, студент
273. **Платоненко Артем Вадимович**, Государственный университет телекоммуникаций г.Киев, магистр
274. **Плешаков Денис Валерьевич,** Донской государственный технический университет, аспирант
275. **Плотникова Анастасия Витальевна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
276. **Плясунова Анастасия Викторовна**, Российский государственный социальный университет, филиал в г. Ставрополе, студент
277. **Попов Михаил Андреевич**, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский университет «МИЭТ», аспирант
278. **Попова Алла Семеновна**, Краснодарский государственный университет культуры и искусств, к.э.н., доцент,

279. **Поповская Екатерина Олеговна**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, ассистент кафедры ТКС
280. **Портнов Эдуард Львович**, Московский технический университет связи и информатики, заведующий кафедры Наземные транспортные системы, д.т.н., профессор
281. **Потапова-Синько Надежда Ефимовна**, Одесская национальная Академия связи им. А.С.Попова, к.э.н., профессор
282. **Поттосина Светлана Анатольевна**, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, к.ф.-м.н., доцент
283. **Пронина Евгения Дмитриевна**, Московский технический университет связи и информатики, студент
284. **Пушкарев Андрей Васильевич**, Московский технический университет связи и информатики, студент
285. **Пшеничникова Е.В.,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
286. **Раджабов Т.Д.,** Ташкентский университет информационных технологий, академик Академии Наук Р.Уз, профессор
287. **Раджабова Фотима Кадыровна,** Ташкентский государственный педагогический университет, магистрант
288. **Раздоркина Наталья Михайловна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, доцент
289. **Решетникова Ирина Витальевна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.т.н., доцент
290. **Рихсибаева Хуршида Миркамиловна**, Ташкентский государственный педагогический университет им. Низами, преподаватель
291. **Родинко Мария Юрьевна**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, студент
292. **Родионов Александр Сергеевич**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.т.н., доцент
293. **Родякин Павел Александрович**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
294. **Рожковский Борис Андреевич**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
295. **Розоринов Георгий Николаевич**, Государственный университет телекоммуникаций г.Киев , профессор
296. **Росляков Александр Владимирович**, Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, заведующий кафедрой АЭС ПГУТИ, д.т.н., профессор
297. **Руденко В.Н.,** Донской государственный технический университет, к.т.н., доцент
298. **Руденко Николай Валерьевич**, Донской государственный технический университет, к.т.н., доцент
299. **Руднева Анастасия Валерьевна**, Российский государственный социальный университет, филиал в г. Ставрополе, студент
300. **Рыбалко Игорь Петрович**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.т.н., доцент
301. **Рысюкова Юлия Васильевна**, Ташкентский университет информационных технологий, д.п.н., профессор
302. **Саломатина Елена Васильевн**а, Приднестровский государственный университет им.Т. Г. Шевченко, старший преподаватель
303. **Салютина Татьяна Юрьевна**, Московский технический университет связи и информатики, д.э.н., профессор
304. **Саттарова Ёкутой Юсуфовна**, Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта, стажер-исследователь
305. **Сафронов Владимир Петрович,** Донской государственный технический университет, к.ф.- м.н.,

доцент

306. **Светличная Наталья Олеговна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.ф.н., доцент
307. **Семенов Андрей Борисович**, Московский технический университет связи и информатики, д.т.н., профессор
308. **Семеняка Максим Викторович**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, аспирант
309. **Сергийчук Юрий Александрович**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, студент
310. **Сердюк Николай Александрович**, Донской государственный технический университет, студент
311. **Сидорина Татьяна Викторовна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.э.н., доцент
312. **Сиротенко Федор Федорович**, ОАО «Научно-исследовательский институт «Рубин», аспирант
313. **Скибин Владислав Петрович**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, аспирант кафедры ТКС
314. **Скловец Дмитрий Владимирович,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
315. **Скуба Артём Анатольевич**, Донской государственный технический университет, студент
316. **Смирнов Борис Петрович**, ЗАО «НПЦ ИРС», Генеральный директор, д.т.н., профессор
317. **Смоляков Виктор Николаевич**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.т.н., доцент
318. **Соколов Сергей Викторович**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, д.т.н., профессор
319. **Соприкин Роман Юрьевич**, Донской государственный технический университет, студент
320. **Сопчак Роман Юрьевич**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
321. **Соседка Юлия Эдуардовна**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, аспирант кафедры ТКС
322. **Сосновский Иван Александрович,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.т.н., доцент
323. **Старцев Денис Васильевич,** ОАО НИИ «Рубин», студент
324. **Степанова Ксения Михайловна**, Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета, сотрудник
325. **Сукиязов Александр Гургенович**, Донской государственный технический университет, к.ф.-м.н., профессор
326. **Сулейманов Алмаз Авхатович**, Московский технический университет связи и информатики, аспирант
327. **Сунакбаев Шавкат Кахарови**ч, Международный Казахско-Турецкий университет имени Х.А.Ясауи, преподаватель, магистр
328. **Суходольская Татьяна Александров**на, Московский технический университет связи и информатики, научный сотрудник ФГУП НИИР
329. **Сущенко Михаил Иванович**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.т.н., доцент
330. **Табелек Олег Игоревич**, Донской государственный технический университет, студент
331. **Ташев Комил Ахматович**, Ташкентский университет информационных технологий, декан факультета Компьютер инжиниринг, к.т.н.
332. **Теренова Адель Андреевна**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, студент
333. **Терешекин Станислав Ягфарович**, Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета, магистрант

334. **Тимошин Алексей Владимирович,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
335. **Титов Вячеслав Юрьевич,** Федеральное казенное учреждение «Научно-производственное объединение «Специальная техника и связь» МВД России, младший научный сотрудник, к.т.н.
336. **Титов Евгений Вадимович**, Московский технический университет связи и информатики, первый проректор-проректор по учебной работе, к.т.н., доцент
337. **Токарев Алексей Олегович,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
338. **Толкачева Галина Викторовна**, Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, к.э.н., доцент
339. **Тотмина Ю.Н.,** Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, аспирант
340. **Триполка Анастасия Владимировна**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, студент
341. **Трофименко Владимир Николаевич**, Донской государственный технический университет, к.т.н., доцент
342. **Трофименко Е.Н.,** Донской государственный технический университет, старший преподаватель
343. **Троцюк Наталья Игоревна,** Донской государственный технический университет, студент
344. **Туйчиев Бекзод Оромович**, Ташкентский университет информационных технологий, аспирант
345. **Туракулов Искандар Нуритдинович**, Самаркандский государственный университет, к.т.н., доцент
346. **Туракулова Азиза Искандаровна**, Ташкентский государственный педагогический университет, научный исследователь
347. **Тюренков Максим Вадимович,** Московский технический университет связи и информатики, аспирант
348. **Умарова Умида Бойсариевна**, Ташкентский государственный педагогический университет, научный исследователь
349. **Усманова Наргиза Бахтиербековна**, Ташкентский университет информационных технологий, к.т.н., доцент
350. **Устименко Дмитрий Леонидович**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, доцент
351. **Устинова Юлия Владимировна,** Московский технический университет связи и информатики, к.э.н., доцент
352. **Утешева Гульнара Шаукатовна,** Западно - Казахстанский инженерно-гуманитарный университет, магистрант
353. **Фадеев Александр Николаевич**, Московский технический университет связи и информатики, аспирант
354. **Федоров Алексей Евстафьевич,** ОАО НИИ «Рубин», старший научный сотрудник, к.т.н
355. **Филиппов Андрей Павлович**, Уральский технический институт связи и информатики, г. Екатеринбург, студент
356. **Франгу Фёдор Николаевич**, Приднестровский государственный университет им.Т. Г. Шевченко, студент
357. **Фуад Вехбе**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, аспирант
358. **Хавронова Анна Рубеновна,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
359. **Халбаева Муаззам Зафаровна**, Ташкентский университет информационных технологий, аспирант
360. **Халиков Абдульхак Абдухайирович**, Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта, д.т.н., профессор, академик Международной Академии связи
361. **Халимов Геннадий Зайдулович**, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, д.т.н., профессор
362. **Хамраев Нурлибой Садиевич**, Самаркандский государственный университет, Республика

Узбекистан, исследователь

363. **Хасоян Гурген Сергеевич,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
364. **Ходаковский Денис Сергеев**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
365. **Хорольский Евгений Михайлович**, Федеральное казенное учреждение «Научно-производственное объединение «Специальная техника и связь» МВД России, научный сотрудник, к.т.н.
366. **Хуторов Василий Сергеевич,** Московский технический университет связи и информатики, магистрант
367. **Хуторцева Анна Валерьевна,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
368. **Цыпленков Артем Сергеевич**, Уральский технический институт связи и информатики, студент
369. **Чапайкина Надежда Евгеньевна**, Северо-Кавказский федеральный университет
370. **Чередниченко Вадим Юрьевич**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
371. **Чернова Юлия Юрьевна**, Северо-Кавказский федеральный университет, магистр
372. **Чернышев Николай Николаевич**, Донецкий национальный технический университет, к.т.н., доцент
373. **Чернышева Татьяна Юрьевна**, Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета, к.т.н., доцент,
374. **Чикалов Андрей Николаевич**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.т.н., доцент
375. **Шаакбарова Барно Рафиковна**, Ташкентский государственный педагогический университет, соискатель
376. **Шаврин Сергей Сергеевич**, Московский технический университет связи и информатики, д.т.н., профессор
377. **Шаманина Марина Евгеньевна**, Краснодарский государственный университет культуры и искусств
378. **Шаповалова Юлия Борисовна**, Юргинский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
379. **Шаравова Ольга Ивановна,** Московский технический университет связи и информатики, к.э.н., доцент
380. **Шарипходжаева Ф.,** Ташкентский государственный педагогический университет, доцент
381. **Шарыпова Татьяна Николаевна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, ст.преподаватель
382. **Швидченко Светлана Александровна**, Донской государственный технический университет, к.т.н. доцент
383. **Шевчук Петр Сергеевич,** Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, д.т.н., профессор
384. **Шерстнева Ольга Григорьевна**, Уральский технический институт связи и информатики ФГОБУ ВПО «СибГУТИ», к.т.н., доцент
385. **Шестаков Иван Игоревич**, Уральский технический институт связи и информатики, старший преподаватель
386. **Шоков Андрей Викторович**, Донской государственный технический университет, аспирант
387. **Шокова Юлия Александровна**, Донской государственный технический университет, старший преподаватель, к.ф.- м.н., доцент
388. **Шостко Игорь Светославович,** Харьковский национальный университет радиоэлектроники, д.т.н., профессор
389. **Шрамко Надежда Андреевна**, Донецкий национальный технический университет, студент

390. **Штельмах Инна Владимировна**, Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, д.т.н., профессор
391. **Шулева Н.О.**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, студент
392. **Шурпа Анастасия Витальевна,** Приднестровский государственный университет им.Т. Г. Шевченко, студент
393. **Щёголев Алексей Юрьевич**, Донской государственный технический университет, студент
394. **Щербак Маргарита Андреевна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, стедент
395. **Щербань Игорь Васильевич**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, д.т.н., профессор
396. **Щербань Оксана Георгиевна**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.т.н., доцент
397. **Щербатов Иван Анатольевич**, Астраханский государственный технический университет, к.т.н., доцент
398. **Юхнов Василий Иванович**, Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, к.т.н., доцент
399. **Юшкевич Юлия Александровна**, Донецкий национальный технический университет, студент
400. **Якубов Максадхан Султаниязович**, Ташкентский университет информационных технологий, д.т.н., профессор

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Абатурова М.В. ч. I: 134
Абрамов Я.Б. ч. II: 277
Агеев Д.В. ч. I: 120
Аджемов А.С. ч. I: 27
Алексеева Л.Н. ч. II: 102
Алекси Е.В. ч. I: 462
Алимова Ф.М. ч. II: 105
Аль-Аззави Эсса Мохаммед ч. I: 127
Альбекова З.М. ч. II: 108
Амирсаидов У.Б. ч. I: 131
Анопченко Р.Ю. ч. II: 113
Анопченко Т.Ю. ч. II: 111, 124
Аноров О.У. ч. II: 129
Антонов Д.Е. ч. I: 408
Арус Кинан ч. I: 94
Арутюнов Л.Г. ч. II: 353
Ахатова Р.Ю. ч. II: 95
Ахмед К. Хасан ч. I: 289
Бабашов Р.А. ч. II: 239
Бабошин В.А. ч. I: 134
Баев В.К. ч. I: 138, 140
Бажин А.Н. ч. II: 173
Баигубенова С.К. ч. II: 132
Байгубенова Ж.М. ч. II: 135
Балагура Е.С. ч. I: 493
Банкет В.Л. ч. I: 351
Барановский М.А. ч. I: 453
Басов О.О. ч. II: 80
Батенков К.А. ч. I: 98
Бацула А.П. ч. I: 451
Безуглов Д.А. ч. I: 84, 415
Беленькая М.Н. ч. I: 372
Беленький П.П. ч. II: 72, 100
Беличенко М.А. ч. I: 415
Белоусова Е.С. ч. I: 151
Березкин М.И. ч. II: 138
Бесчетная С.В. ч. II: 65
Бикбулатова Н.Г. ч. I: 423
Бильчук В.А. ч. I: 289
Боброва О.А. ч. II: 349
Боева К.Ю. ч. II: 328
Божко Н.М. ч. I: 214
Бойков П.Н. ч. I: 154
Бойправ О.В. ч. I: 158
Болдырихин Н.В. ч. I: 161, 165, 197. ч. II: 339
Бологов Д.В. ч. II: 142
Бондаренко О.В. ч. II: 91
Борботько Т.В. ч. I: 158
Борзенко А.В. ч. I: 423
Борисов Б.П. ч. I: 250. ч. II: 349
Бормотов В.В. ч. I: 258
Боровков Н.В. ч. II: 31
Бородин А.В. ч. II: 353
Бочков М.В. ч. I: 154
Бояркин Г.Н. ч. II: 27
Бричук О.Г. ч. II: 84
Бровина А.Д. ч. II: 144
Будагян И.Ф. ч. I: 107
Бузюков Л.Б. ч. I: 118
Букрина Е.В. ч. II: 147
Бунеева Т.В. ч. II: 328
Буренин А.Н. ч. I: 101
Быкадоров Р.В. ч. I: 401
Важенина К.И. ч. II: 364
Варламов Е.А. ч. II: 147
Веерпалу Д.В. ч. I: 171
Венжега В.В. ч. I: 174
Волгарев Е.А. ч. I: 178
Врублевский А.Р. ч. I: 103
Гаврилкина М.Г. ч. II:34
Гаипназаров Р.Т. ч. I: 465, 472
Галенко Т.С. ч. I: 182
Галицына Е.Н. ч. II: 164
Гапанович Я.В. ч. I: 41
Гаркуша С.В. ч. I: 185
Гарматенко И.А. ч. I: 45
Гасс Я.М. ч. I: 29
Гахов К.Ю. ч. II: 194
Геливер А.О. ч. I: 188
Герасименко В.Е. ч. I: 191
Герасименко Е.В. ч. I: 299
Герасимов И.Н. ч. I: 82
Гизатуллин М.Г. ч. II: 31
Гнедаш Е.В. ч. II: 29, 151
Гниломёдов Е.И. ч. II: 305
Головенко М.В. ч. II: 336
Головина И.В. ч. II: 153, 356, 359
Головской В.А. ч. I: 37
Голубев А.К. ч. II: 84
Голышев И.А. ч. I: 457
Гопанчук Д.Е. ч. II: 356
Горбенко И.Д. ч. I: 448
Греков С.Ю. ч. I: 193
Григорьева Д.Р. ч. II: 157
Григорян К.Л. ч. II: 159
Гринь Д.В. ч. I: 197
Гриценко Л.В. ч. II: 161
Гузарев А.С. ч. I: 134
Гузарева А.С. ч. I: 134
Гушан Ю.Ю. ч. I: 460
Давлатова А.Х. ч. II: 162
Давронова Л.У. ч. I: 465
Данилов А.В. ч. I: 199
Данилов В.А. ч. I: 203, 224
Данилова Л.В. ч. I: 203
Данилова Н.В. ч. II: 164
Данильченко Э.Г. ч. II: 339
Дебихина Т.С. ч. I: 207
Денисов Д.В. ч. I: 296
Джамбеков А.М. ч. I: 210
Доброходский В.В. ч. I: 415
Докучаев С.А. ч. II: 161

Дубровщенко Л.Н. ч. II: 153
Евдакимова И.А. ч. II: 166
Евсеева О.Ю. ч. I: 127, 280
Егоров А.М. ч. II: 320
Елисеев А.А. ч. I: 214
Елисеев А.В. ч. I: 214, 227
Енгибарян И.А. ч. I: 51, 219
Енютин А.О. ч. I: 222
Ефименко В.Н. ч. II: 72, 100
Жабинский Ю.В. ч. I: 224
Жахиена А.Г. ч. II: 132, 168
Жигалкина С.А. ч. I: 440
Жуковская Д.А. ч. I: 74
Жуковский А.Г. ч. I: 227, 235
Заболотный В.И. ч. I: 299
Заварыкина Ю.В. ч. I: 427
Замула А.А. ч. I: 434
Захарова А.А. ч. II: 273
Звездина М.Ю. ч. I: 78, 325
Зверев А.Б. ч. I: 53
Зверев А.П. ч. I: 390
Звягинцева О.Ю. ч. I: 425
Зеленин С.А. ч. I: 240
Зельманский О.Б. ч. I: 482
Знаменский Д.А. ч. I: 403
Зорина Т.Ю. ч. II: 170
Зоря Н.Е. ч. II: 38, 46, 190
Иванов И.Н. ч. II: 197
Ильиных Н.И. ч. I: 178
Ильницкая К.И. ч. I: 427
Иргашева Д.Я. ч. I: 465, 469, 472
Исохужаева М.Я. ч. I: 57
Кабакчей В.И. ч. I: 244
Кавтарадзе И.Ш. ч. I: 258
Кадер М.Б. ч. I: 280
Казиева Н.М. ч. II: 173
Каменева Е.Я. ч. II: 42
Камиева А.А. ч. II: 135
Каптур О.А. ч. II: 87
Карнаух К.В. ч. I: 248
Карнаухов С.Н. ч. II: 339
Ким А.С. ч. I: 250
Клёсова Ю.В. ч. I: 253
Кобак В.Г. ч. I: 182, 235, 258, 319
Ковалева А.В. ч. I: 188
Козин Д.В. ч. I: 166
Колдынская Л.М. ч. II: 349
Колчина С.С. ч. II: 313
Комолов Ж.Ж. ч. II: 105
Конев Д.С. ч. I: 408
Конкин Б.Б. ч. II: 175
Кормильченко В.В. ч. I: 440, ч. II: 179, 287
Корниенко М.А. ч. I: 434
Корниенко Р.С. ч. I: 60
Корниенко С.А. ч. I: 60
Коршун А.М. ч. II: 181
Коршун М.С. ч. II: 181
Косачева С.В. ч. II: 210, 326
Костелянец Д.Е. ч. II: 111
Костецкая Г.С. ч. II: 161
Костин М.С. ч. I: 107
Косых Ю.В. ч. II: 184
Котлер М.О. ч. II: 49
Кравченко К.В. ч. II: 27
Крашенинников И.А. ч. II: 305
Крутов В.А. ч. I: 37
Кугушева Т.В. ч. II: 113
Кудрявцев Д.Ю. ч. I: 261
Кузин А.П. ч. I: 227, 235
Кузнецова О.В. ч. II: 187
Кузовков А.Д. ч. II: 57
Кузовкова Т.А. ч. II: 34, 38, 42, 46, 49, 53, 57, 194, 197, 202
Кулешов Р.А. ч. II: 299
Кураленко А.И. ч. I: 451
Курносова Ю.В. ч. II: 210
Лазарева О.В. ч. II: 214
Лащенов С.Н. ч. I: 415
Легков К.Е. ч. I: 53, 62, 69, 72, 101, 111, 261, 362
Ледянкин И.А. ч. I: 65
Лейга Д.В. ч. II: 221
Лемешко А.В. ч. I: 94
Лесовой И.П. ч. I: 103
Лисицкий К.Е. ч. I: 474
Литвинова И.Н. ч. II: 224
Лобзенко П.В. ч. I: 138, 222, 248, 336. ч. II: 142, 159, 184, 246, 309, 311
Локтев А.А. ч. I: 264
Ломоносова А.Н. ч. II: 224
Лузин А.И. ч. I: 478
Лукасевич В.И. ч. I: 140
Лутцев А.В. ч. II: 227
Лыньков Л.М. ч. I: 151
Лысиков А.А. ч. I: 264
Львов К.В. ч. I: 411
Магарина И.Ю. ч. II: 120
Мазур А.Д. ч. I: 114
Малов А.В. ч. II: 61
Мальцева А.В. ч. I: 270
Мамараджабов М.Э. ч. II: 259
Манин А.А. ч. I: 191. ч. II: 342
Манин И.А. ч. I: 316
Мариносян Э.Х. ч. I: 274
Махкамов К.О. ч. II: 230
Мелешин А.С. ч. II: 345, 358
Мерзленко А.С. ч. I: 235
Мехова Г.А. ч. I: 278
Мирзахмедов Х.А. ч. II: 233
Мирончик В.В. ч. I: 482
Мормулева С.А. ч. II: 65
Морозов В.А. ч. I: 219
Морозова Т.А. ч. I: 219
Москалец Н.В. ч. I: 329
Мохова В.В. ч. I: 296
Муравьева Н.Н. ч. II: 124
Мухачев С.В. ч. I: 457
Мухорьянова О.А. ч. I: 425, 437, 490

Ндоло А.О. ч. I: 285
Небога Т.В. ч. II: 68
Невзорова Е.С. ч. I: 289
Невструев А.С. ч. I: 69
Никифоров О.Г. ч. I: 446
Николаев Е.И. ч. I: 378
Нишанбаев Ж.С. ч. II: 117
Новикова О.А. ч. II: 179
Новицкая С.С. ч. I: 49
Новокшенова Р.Г. ч. II: 236
Носов В.С. ч. I: 72
Носов М.В. ч. II: 80
Овчаров М.С. ч. II: 270
Один А.С. ч. I: 430
Одияненко Е.В. ч. I: 443
Окунева Д.В. ч. I: 118
Орлов В.Г. ч. I: 240, 311
Орлов В.Н. ч. I: 41
Орлова А.В. ч. II: 363
Орлова О.В. ч. II: 187
Островерхова Е.А. ч. I: 434
Отаханов А.У. ч. I: 469
Отливанская Г.А. ч. II: 239
Охват В.Ю. ч. I: 293
Охрущак Е.А. ч. II: 242
Ощепков М.Ю. ч. I: 304
Палюх А.А. ч. I: 485
Пантелеева Т.В. ч. I: 403
Панченко Б.А. ч. I: 296
Пархоменко П.А. ч. I: 78
Переверзев Е.В. ч. I: 51
Перепадя В.И. ч. I: 299
Перин Н.К. ч. I: 381, 384
Перков В.А. ч. II: 246
Петрашевич Е.С. ч. I: 78
Платоненко А.В. ч. I: 443
Плешаков Д.В. ч. I: 182
Плосский А.Ю. ч. I: 29
Плотникова А.В. ч. II: 248, 277
Плясунова А.В. ч. I: 437
Полевщиков С.К. ч. II: 228
Попов М.А. ч. I: 420
Попова А.С. ч. II: 313
Поповская Е.О. ч. I: 304
Портнов Э.Л. ч. I: 274
Потапова-Синько Н.Е. ч. II: 91, 251, 255
Поттосина С.А. ч. I: 188, 207. ч. II: 87
Пронина Е.Д. ч. I: 307
Пушкарев А.В. ч. I: 311
Пшеничникова Е.В. ч. II: 153
Раджабова Ф.К. ч. II: 259
Раздоркина Н.М. ч. II: 261, 264, 333, 336
Решетникова И.В. ч. I: 316. ч. II: 366
Рихсибаева Х.М. ч. II: 162
Рогова М.И. ч. II: 251
Родинко М.Ю. ч. I: 487
Родионов А.С. ч. I: 381, 485. ч. II: 166, 184, 246, 311
Рожковский Б.А. ч. I: 319. ч. II: 358
Розоринов Г.Н. ч. I: 443
Руденко Н.В. ч. I: 166, 278, 333, 344
Руднева А.В. ч. I: 490
Рыбалко И.П. ч. I: 161. ч. II: 339
Рысюкова Ю.В. ч. II: 97
Салютина Т.Ю. ч. II: 206
Саркисьянц В.Р. ч. II: 331
Саттарова Ё.Ю. ч. II: 268
Сафронов В.П. ч. II: 175
Светличная Н.О. ч. II: 345, 353, 356, 358, 359, 363, 364, 366
Семенов А.Б. ч. I: 285
Семеняка М.В. ч. I: 322
Сергийчук Ю.А. ч. I: 493
Сердюк Н.А. ч. I: 325
Сидорина Т.В. ч. II: 270
Скибин В.П. ч. I: 329
Скловец Д.В. ч. II: 342
Скуба А.А. ч. I: 333
Смирнов Б.П. ч. I: 53
Смирнов К.А. ч. I: 446
Смоляков В.Н. ч. II: 227, 228
Соколов С.В. ч. I: 140
Соприкин Р.Ю. ч. I: 166
Сопчак Р.Ю. ч. I: 336
Соседка Ю.Э. ч. I: 338
Сосновский И.А. ч. I: 161, 191. ч. II: 342
Старцев Д.В. ч. I: 111
Степанова К.М. ч. II: 273
Сукиязов А.Г. ч. I: 340
Сулейманов А.А. ч. I: 124
Сунакбаев Ш.К. ч. II: 361
Суходольская Т.А. ч. II: 75
Сущенко М.И. ч. II: 72, 100, 277
Табелек О.И. ч. I: 344
Ташев К.А. ч. I: 496
Темирбаева А.Б. ч. II: 168
Теренова А.А. ч. I: 453
Терехова Ю.С. ч. II: 38
Терешкин С.Я. ч. II: 284
Тимошин А.В. ч. II: 287
Титов В.Ю. ч. I: 346, 368
Титов Е.В. ч. II: 25
Токарев А.О. ч. II: 261, 264
Толкачева Г.В. ч. II: 290
Тотмина Ю.Н. ч. I: 351
Триполка А.В. ч. I: 448
Трофименко В.Н. ч. I: 166, 278, 333, 344
Трофименко Е.Н. ч. I: 278, 344
Троцюк Н.И. ч. I: 319
Туйчиев Б.О. ч. I: 365
Туракулов И.Н. ч. II: 294
Туракулова А.И. ч. II: 296
Тюренков М.В. ч. II: 38
Умарова У.Б. ч. II: 298
Усманова Н.Б. ч. I: 355
Устименко Д.Л. ч. II: 299
Устинова Ю.В. ч. II: 57, 61
Утешева Г.Ш. ч. II: 302

Фадеев А.Н. ч. I: 359
Федоров А.Е. ч. I: 362
Филиппов А.П. ч. II: 305
Франгу Ф.Н. ч. I: 460
Фуад Вехбе ч. I: 120
Хавронова А.Р. ч. II: 333
Халбаева М.З. ч. I: 365
Халимов Г.З. ч. I: 462
Хамраев Н.С. ч. II: 294
Хасоян Г.С. ч. II: 359
Ходаковский Д.С. ч. II: 309
Хорольский Е.М. ч. I: 346, 368
Хуторов В.С. ч. I: 372
Хуторцева А.В. ч. I: 82. ч. II: 345
Цыпленков А.С. ч. I: 376
Чапайкина Н.Е. ч. I: 500
Чередниченко В.Ю. ч. II: 311
Чернова Ю.Ю. ч. I: 378
Чернышев Н.Н. ч. I: 45
Чернышева Т.Ю. ч. II: 29, 151, 170, 315
Чикалов А.Н. ч. I: 381, 384
Чурилов П.А. ч. I: 340
Шаакбарова Б.Р. ч. I: 388
Шаманина М.Е. ч. II: 313
Шаповалова Ю.Б. ч. II: 315
Шаравова О.И. ч. II: 53
Шарыпова Т.Н. ч. II: 138, 144, 248, 318
Швидченко С.А. ч. I: 84, 227, 258
Шевчук П.С. ч. I: 390. ч. II: 320
Шерстнева О.Г. ч. I: 270
Шестаков И.И. ч. I: 392
Шоков А.В. ч. I: 325
Шокова Ю.А. ч. I: 325
Шостко И.С. ч. I: 338
Шрамко Н.А. ч. I: 395
Штельмах И.В. ч. I: 103
Шулева Н.О. ч. I: 165. ч. II: 318
Шурпа А.В. ч. I: 399
Щеголев А.Ю. ч. I: 333
Щербак М.А. ч. II: 326
Щербань И.В. ч. I: 401, 403, 408
Щербань О.Г. ч. I: 411
Юношев В.С. ч. II: 331
Юхнов В.И. ч. I: 415
Юшкевич Ю.А. ч. I: 418
Якубов М.С. ч. II: 117