

Журнал включен в перечень периодических научных изданий, рекомендуемый ВАК Минобрнауки России для публикации научных работ, отражающих основное научное содержание кандидатских и докторских диссертаций и рекомендован УМО по образованию в области телекоммуникаций для студентов высших учебных заведений.

Учредитель

ООО "Издательский дом Медиа Паблшер"

Главный редактор

В.О. Тихвинский

Издатель

С.С. Дымкова

ds@media-publisher.ru

Редакционная коллегия

А.С. Аджемов, Альберт Вааль,
А.А. Гоголь, Юлиус Головачев,
В.Л. Горбачев, Ю.А. Громаков,
А.И. Демьянов, Б.В. Зверев, Е.П. Зелевич,
Ю.Б. Зубарев, В.Р. Иванов,
Юрий Кирхгесснер, Т.А. Кузюкова,
В.Н. Лившиц, С.Л. Мишенков,
Н.П. Резникова, И.В. Парфенов,
Ш.Ж. Сеилов, В.О. Тихвинский,
В.В. Фронтов, А.Б. Юрчук

Редакция

Выпускающий редактор

Андрей Волков

va@media-publisher.ru

Редактор

Наталья Беляева

Отдел маркетинга и PR

Кристина Маркарова,

специалист по маркетингу и PR

kristina@media-publisher.ru

Ольга Дорошкевич,

менеджер по маркетингу

ovd@media-publisher.ru

Отдел распространения и подписки

info@media-publisher.ru

Предпечатная подготовка

ООО "ИД Медиа Паблшер"

Поддержка Интернет-портала

Сергей Алексанян

СОДЕРЖАНИЕ

НОВОСТИ

В рубрике представлена информация компаний:

МТС, NXP, ФГУП "Космическая связь", МТТ, ФГУП ЦНИИС, ИТТ РАЕН, Cisco, Intec, AXIS, КРОК, Aladdin, M2M телематика, ГлобалТел, Sofline, Yota, ACBT

4

Злобин В.А.

Проблема оценки мгновенной частоты дискретного сигнала. Метод развертывания фазы дискретного сигнала

29

Савандюков И.М.

Метод оптимизации ресурсов в оптических сетях с волновым уплотнением

32

БЕЗОПАСНОСТЬ

Лобанов Б.С., Пикуль А.И., Хлопов Б.В.

Методы повышения эффективности защиты информации, хранящейся в накопителях на жестких магнитных дисках

8

Самсонов М.Ю.

Обеспечение качества передачи речи в конвергентных сетях с учетом неточности сетевых характеристик

36

Отчет Symantec Messagelabs intelligence

14

Салифов И.И.

Расчет и сравнение сред передачи современных магистральных сетей связи по критерию латентности (задержки)

42

ТЕХНОЛОГИИ

Чутов О.В.

Разработка математической модели трафика, методики и алгоритма расчета нагрузок, генерируемых в широкополосной цифровой сети передачи данных на основе технологии ARD

16

УСЛУГИ

Пшеничников А.П., Васькин Ю.А., Степанов М.С.

Распределение канального ресурса при обслуживании мультисервисного трафика

46

Туляков Ю.М.

Оценка пространственной надежности ОВЧ радиосвязи в условиях города

20

Соколов Д.П.

Теория нечетких множеств как основа SLA в IP-сетях

50

Легков К.Е., Донченко А.А.

Современные требования к показателям качества информационного обмена в сетях беспроводного доступа специального назначения

24

ОБРАЗОВАНИЕ

Тематический план повышения квалификации (ИПК МТУСИ)

54

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Продолжается подписка на журнал
"Т-Comm — Телекоммуникации и Транспорт" на 2010 год

Подписной индекс журнала в агентстве "Роспечать" — 80714

Подписка через редакцию — ds@media-publisher.ru

Стоимость годовой подписки — 1200 руб.

Издание включено в реферативный журнал и базу данных ВИНТИ РАН. Сведения о нем ежегодно публикуются в справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям Ulrich's Periodicals Directory.

Полнотекстовые версии журнала Т-Comm размещены в eLIBRARY.RU (издание включено в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ))

Требования к предоставляемым материалам

- Текст статьи в формате Word (не более 20 000 знаков).
- Иллюстрации в формате Tif или Jpeg (300 dpi, CMYK).
- Аннотация на русском и английском языках.
- Пристатейный список литературы.
- Сведения об авторе (Ф.И.О. полностью, e-mail, должность, место работы).

Интернет-портал издательского дома Медиа Паблишер
www.media-publisher.ru

Издательский дом
МЕДИА ПАБЛИШЕР

Издательство
(495) 957-77-43
(926) 218-82-43
info@media-publisher.ru

ДИЗАЙН И ВЕРСТКА
ПОЛИГРАФИЯ
РАЗРАБОТКА САЙТОВ
ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСТАВОК И КОНФЕРЕНЦИЙ

Полный цикл подготовки книг, периодических изданий и рекламной продукции — эксклюзивный дизайн
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ЛИТЕРАТУРНОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕДАКТИРОВАНИЕ
ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННАЯ ОФСЕТНАЯ И ЦИФРОВАЯ ПЕЧАТЬ В КРАТЧАЙШИЕ СРОКИ
ДОСТАВКА ГОТОВОГО ТИРАЖА

Редакция журнала
научно-технический журнал
Т-Comm
Телекоммуникации и Транспорт

новости
экономика
транспорт
безопасность

оборудование
технологии
услуги
репортажи

ISSN 2072-8735 (Print) ISSN 2072-8743 (Online)
Подписной индекс Агентства "Роспечать" — 80714

Заказ журналов:

- по каталогу "Роспечать" (индекс 80714)
- по каталогу "Интерпочта" (индекс 15241)
- "Деловая пресса" (www.delpress.ru)
- в редакции (info@media-publisher.ru)

Возможен также заказ через региональные альтернативные подписные агентства
<http://www.media-publisher.ru/raspr.shtml>

Периодичность выхода — шесть номеров в год
Стоимость одного экземпляра 200 руб.

Целевая аудитория по распространению

- Телекоммуникационные компании;
- Дистрибьюторы телекоммуникационного оборудования и услуг;
- Контент-провайдеры;
- Разработчики и производители абонентского оборудования;
- Предприятия и организации нефтегазового комплекса;
- Энергетические компании;
- Автотранспортные предприятия;
- Крупные организации с собственным автомобильным автопарком;
- Компании, занимающиеся железнодорожными, воздушными и морскими перевозками;
- Логистические и экспедиционные компании;
- Провайдеры охранно-поисковых услуг;
- Геодезические и картографические организации;
- Государственные ведомства и организации;
- Строительные компании;
- Профильные учебные заведения

Тираж 5000 экз. + Интернет-версия

Адрес редакции

101990, Россия, Москва,
ул. Авиамоторная, д. 8, корп. 1, офис 329
e-mail: info@media-publisher.ru
Тел.: +7 (495) 957-77-43

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Свидетельство о регистрации: ПИ № ФС77-27364

Мнения авторов не всегда совпадают с точкой зрения редакции. За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет

Материалы, опубликованные в журнале — собственность ООО "ИД Медиа Паблишер". Перепечатка, цитирование, дублирование на сайтах допускаются только с разрешения издателя. All articles and illustrations are copyright. All rights reserved. No reproduction is permitted in whole or part without the express consent of Media Publisher Joint-Stock Company

Внимание авторов!

Для начисления авторского гонорара необходимо указать ваши ФИО, почтовый адрес (с индексом), паспортные данные (серия, номер, кем и когда выдан), ИНН, номер свидетельства пенсионного страхования, дату и место рождения, номер телефона.

Плата с аспирантов за публикацию рукописи не взимается

© ООО "ИД Медиа Паблишер", 2009

www.media-publisher.ru

Связисты оказывают помощь в восстановлении Саяно-Шушенской ГЭС

ОАО "РусГидро" высоко оценивает вклад связистов ОАО "МТС" в работу по ликвидации последствий аварии на Саяно-Шушенской ГЭС и намерено продолжать сотрудничество с оператором.

По причине резко возросшей нагрузки на сети во время ликвидации последствий аварии на Саяно-Шушенской ГЭС сотовая связь оказалась наиболее уязвимым элементом оперативных коммуникаций. Во время аварийной ситуации на ГЭС МТС применило наработанные на совместных с МТС учениях технологии и навыки, что стало одним из условий качественной работы связи в условиях серьезного дефицита электроэнергии. Учитывая интенсивность работ по восстановлению ГЭС, МТС представила ОАО "РусГидро", в рамках договора на корпоративное обслуживание, специальное предложение, оптимизирующее расходы на местную и междугороднюю связь при сохранении структуры потребляемого трафика.

МТС также планирует включить в планы развития на 2009-2010 гг. строительство в регионе инновационной сети "третьего" поколения (3G), которая обеспечивает высокую скорость передачи данных (до 3,6 Мбит в секунду), что позволит в рамках восстановительных работ на Саяно-Шушенской ГЭС оперативно пользоваться беспроводным доступом в Интернет на скоростях, сравнимых с проводными линиями.

Именно качество работы сотовой связи, во многом, определило слаженность работы многих тысяч людей и оперативность принятия решений во время первых дней после аварии. Высокое качество связи МТС и профессионализм сотрудников позволили обеспечить бесперебойную связь для координации аварийно-восстановительных работ. МТС приложит максимум усилий, чтобы внести свой посильный вклад в восстановление инфраструктуры региона и обеспечение надежной и выгодной мобильной связью ОАО "РусГидро" и всех жителей региона.

МТС и Высшая школа менеджмента Санкт-Петербургского государственного университета объявили о стратегическом сотрудничестве

ОАО "Мобильные ТелеСистемы" и Высшая школа менеджмента Санкт-Петербургского государственного университета (ВШМ СПбГУ) сообщают о старте долгосрочной партнерской программы, предусматривающей участие МТС в разработке и реализации образовательных программ ВШМ СПбГУ в области международного бизнеса и управления технологическими инновациями.

В рамках соглашения, подписанного президентом МТС Михаилом Шамолиным и деканом ВШМ СПбГУ Валерием Каткало, студенты ВШМ СПбГУ получают возможность проходить производственные и преддипломные практики в различных подразделениях МТС, а также осуществлять на базе инфраструктуры компании кон-

сультационные проекты (для программ магистратуры) и выпускные проекты (для программ EMBA). Также запланировано проведение топ-менеджерами МТС ряда гостевых лекций для студентов Высшей школы менеджмента и участие представителей МТС в работе постоянных комиссий Попечительского совета ВШМ СПбГУ.

Разрабатывается специальный формат ежегодных Дней карьеры, проводимых в ВШМ СПбГУ — "Дни компании МТС", в рамках которых студенты и слушатели Высшей Школы Менеджмента смогут ознакомиться с актуальными вакансиями МТС, получить необходимые консультации и советы профильных специалистов компании.

Сотрудничество также предусматривает обучение менеджеров и спе-

циалистов МТС на программах профессиональной переподготовки и повышения квалификации ВШМ СПбГУ, в том числе на специально разработанных корпоративных программах.

Планируется также активное участие профильных специалистов компании в научно-исследовательских проектах, конференциях и семинарах ВШМ СПбГУ, в том числе по вопросам развития высокотехнологичных бизнесов, по тематике маркетинга и технологических инноваций.

Компания МТС уже несколько лет активно сотрудничает с ведущими ВУ-Зами и бизнес-школами страны по вопросам усовершенствования бизнес-образования, с тем, чтобы повысить качество и уровень востребованности выпускников.

Trident Microsystems и NXP объединяют направления Цифрового ТВ и Цифровых ТВ-приставок (STB)

Компании Trident Microsystems, Inc. и NXP Semiconductors объявили о подписании окончательного соглашения, согласно которому Trident приобретет у NXP бизнес-направления телевизионных систем и приставок для приема цифрового сигнала (set-top box, STB). Trident останется fabless-компанией со значительной долей рынка цифрового телевидения в странах Азии и благодаря этой сделке займет лидирующие позиции на рынке цифровых домашних мультимедийных технологий. По условиям соглашения, доля NXP в предприятии составит 60% от общего пакета акций, оставшихся на момент завершения транзакции, включая приблизительно 6,7 млн. акций, которые NXP приобретет по цене 4,5 долл. за акцию. Trident в результате сделки получит 30 млн. долл.

Благодаря этой сделке, Trident станет одним из ведущих глобальных поставщиков, обладающим продуктовым портфолио, IP и операционной инфраструктурой, необходимыми для обслуживания огромного и постоянно

растущего рынка цифровых домашних развлечений.

По прогнозам Trident, прибыль компании в 2009 г., включая доход от приобретенных у NXP продуктовых линеек, составит около 500 млн. долл., 60% которой принесут телевизионные решения и 40% — направление STB. По завершению сделки Trident будет владеть широким набором IP, применимым в различных сегментах рынка, в который войдут более 2000 подтвержденных или находящихся в стадии утверждения патентов на изобретения. Среди этих документов патенты на технологии анализа и компенсации движения (motion estimation/motion compensation), условного доступа, а также передовую 45-нм технологию "системы-на-кристалле" (SoC — первая в отрасли однокристалльная платформа для LCD ТВ - TV550, изготовленная с использованием 45-нм технологии NXP TV550, была представлена компаниями NXP и TSMC в июле этого года). Объединенная продуктовая линейка позволит Trident

предлагать потребителям широкий спектр полупроводниковых решений для рынка цифрового домашнего телевидения, емкость которого, по прогнозам Trident, составит 5 млрд. долл. к 2010 г.

Для продвижения инновационных решений, способных конкурировать с решениями наиболее активных поставщиков интегральных схем для рынка потребительской электроники, Trident планирует сохранить основное ядро технологических центров компетенции в Европе и Северной Америке, одновременно развивая инженерные мощности, которые уже имеются у NXP и Trident в Азии. После завершения сделки Trident намерена продолжать поддержку существующих клиентов и текущих проектов каждой компании. В планах Trident разработка объединенного плана выпуска продукции на основе IP обеих компаний и ценовой политики Trident, что позволит предлагать рынку конкурентоспособную продукцию, необходимую для решений нового поколения.

ФГУП "Космическая связь" признано лучшим региональным оператором года

На международном Саммите по вопросам финансирования спутниковой связи, который прошел в Париже 9-11 сентября 2009 г., государственный оператор спутниковой связи России ФГУП "Космическая связь" (ГПКС) признан лучшим региональным оператором года и получил приз за лучшее развитие бизнеса в 2008 г. Жюри да-

ло высокую оценку достижениям ГПКС по увеличению количества реализованного орбитально-частотного ресурса, высоким показателям загрузки транспондеров, а также отметило значимость программы развития спутниковой группировки ГПКС и выход предприятия на новые рынки.

Конкурс на звание лучшего регио-

нального оператора года проводится ежегодно и учитывает объективную оценку ключевых показателей работы компании аналитиками международного агентства Евроконсалт, журнала "Satellite Finance" и издания "Space News". Особое внимание в конкурсе уделяется развитию новых проектов и росту доходов компании.

В ФГУП ЦНИИС завершено тестирование оборудования транспортных сетей на базе технологии спектрального уплотнения (DWDM) Cisco

На Модельной сети ФГУП ЦНИИС в рамках проекта "Стандартизация" проведено тестирование функциональных возможностей оборудования транспортных сетей на базе технологии спектрального уплотнения (DWDM) компании Cisco. Объектом испытаний стала мультисервисная платформа ONS 15454 MSTP компании Cisco.

Испытания показали, что оборудование DWDM Cisco позволяет агрегировать TDM-, Ethernet- и SAN-интерфейсы для эффективного использования полосы пропускания, поддерживая при этом до 80 каналов в С-диапазоне и до 112 каналов при совместном использовании С- и L-диапазонов на одной паре оптических кабелей и обеспечивая скорость передачи данных на каждой длине волны от 150 Мбит/с до 40 Гбит/с.

Платформа ONS 15454 MSTP имеет открытую транспортную архитектуру с возможностью транспорта внешних оптических каналов. Необходимо отметить, что это оборудование характеризуется высокой степенью автоматизации всех процессов, связанных с проектированием, инсталляцией, эксплуатацией и модернизацией системы. На этапе проектирования используется система Cisco Transport Planner, позволяющая разработать дизайн сети на основе требований за-

казчика и с учетом всех оптических характеристик. Этап инсталляции и ввода сети в эксплуатацию существенно ускоряется за счет автоматической настройки узлов с использованием инсталляционных файлов, подготовленных на этапе проектирования системой Cisco Transport Planner. Эксплуатацию сети спектрального уплотнения облегчают такие функции, как автоматическая регулировка усиления, контроль мощности всех вводимых каналов, использование программно перестраиваемых аттенуаторов. Для управления системой ONS 15454 MSTP применяются инструменты Cisco Transport Controller и Cisco Transport Manager, обеспечивающие полный контроль как за сетью в целом, так и за любым из компонентов системы.

Совместное использование современных технологий усиления (EDFA, RAMAN) и помехоустойчивого кодирования (FEC, E-FEC) позволяет строить системы протяженностью свыше 3000 км без регенерации сигналов (O-E-O), а гибкая архитектура, использующая технологии ROADM и WXC, предоставляет возможность добавления новых каналов и направлений без остановки передачи в сети.

В ходе испытаний была успешно проверена функциональность оборудования DWDM Cisco на соответствие

требованиям стандарта "Транспортная сеть на базе технологии спектрального уплотнения" ОАО "Связьинвест", в частности, возможность транспорта "окрашенных" сигналов от внешних источников, регулировки мощности сигнала, организации оптического сервисного канала, L2-коммутиации для Ethernet-трафика, полного управления всеми компонентами системы, а также возможность мониторинга текущего состояния каждого из оптических каналов DWDM и т.д.

С учетом результатов тестирования разработаны общие рекомендации по применению оборудования DWDM ONS 15454 MSTP производства компании Cisco на сетях связи РФ для построения гибких, простых в эксплуатации и хорошо масштабируемых городских и магистральных оптических транспортных сетей.

Проект "Стандартизация" реализуется на модельной сети ФГУП ЦНИИС на основании поручения ОАО "Связьинвест" — крупнейшего российского оператора связи.

Целью проекта является разработка технических и технологических стандартов и их верификация для обеспечения совместимости оборудования, устанавливаемого на сетях связи ОАО "Связьинвест".

МТП развивает институт региональных представительств и приступает к разработке схемы макрорегиональных центров

ОАО "Межрегиональный ТранзитТелеком" (МТП) объявил на прошедшем в Подмоскowie V саммите региональных Представителей, работающих по схеме квазифраншизы, о разработке новой стратегии развития партнерских отношений — создании макрорегиональных центров (МРЦ) с долей владения МТП и участием региональных Представительств. Разработка стратегии будет завершена до конца 2009 г.

В настоящее время МТП сотрудничает с 68 представителями и агентами в 79 регионах РФ. В 2009 г. активно развивается направление продаж физическим лицам, в планах на 2010 г. — увеличить объем подключений физических лиц через представительства на 30%. Также в 2009 г. компания МТП приступила к реализации новой партнерской бизнес-модели — на рынке услуг широкополосного доступа (ШПД), в которой принимают активное участие и представители. Первый парт-

нерский проект ШПД стартовал в начале сентября в Ярославле.

"МТП сделал принципиальный выбор в пользу стратегии развития региональных Представительств в противовес созданию собственных офисов в регионах присутствия. С нашей точки зрения, это эффективный способ сотрудничества, при котором обе стороны при минимуме затрат получают максимум выгоды. Мы помогаем представителям развивать их бизнес, предоставляя множество инструментов, как управленческих, так и маркетинговых, для работы с абонентами. В свою очередь, представители вносят весомый вклад в рост абонентской базы и доходов МТП. Выручка от договоров, заключенных региональными партнерами, составляет 40% в выручке МТП в сегменте фиксированной связи. Новая стратегия, основанная на МРЦ, будет способствовать укреплению нашего регионального присутствия", — отметил Виктор Бертя-

ков, генеральный директор ОАО "Межрегиональный ТранзитТелеком".

Бизнес-модель организации региональных продаж на базе квазифраншизы была разработана и внедрена в 2006 г., старт программы состоялся 18 октября 2006 г. Летом 2007 г. прошел I саммит региональных представителей — форум для обсуждения актуальных вопросов по продвижению услуг МТП в регионах, стратегии дальнейшего развития представительств, оптимизации бизнес-процессов, новым возможностям ведения бизнеса, повышения эффективности продаж в сегментах корпоративных пользователей и физических лиц, правовым аспектам работы, и по продвижению бренда МТП в ходе региональных маркетинговых кампаний. За три года действия программы квазифраншизы были открыты представительства более чем в 50 регионах РФ.

Polkomtel выбирает Intec поставщиком биллинговых систем

Компания Intec, мировой поставщик систем BSS/OSS, объявляет о расширении сотрудничества с компанией Polkomtel, крупнейшим GSM-оператором Польши, и о начале второй фазы проекта NBS (New Billing System). Многомиллионный контракт предполагает расширение применения решения Intec для конвергентного биллинга (SingleView), чтобы обслуживать базу данных постпайд-клиентов Polkomtel.

Расширение контрактных обязательств произошло спустя 12 месяцев с момента успешного внедрения платформы SingleView для припейд-абонентов Polkomtel. Новое внедрение решений Intec позволит Polkomtel запускать более инновационные, новые продукты и услуги в кратчайшие сроки для предоплатных и постоплатных клиентов на единой платформе.

С момента завершения первой фазы проекта, компания Polkomtel внедрила большое количество уникальных новых сервисов, например, «Chill Bill»: абоненты получают ежемесячные начисления на свой счет, которые они могут потратить, пользуясь любым тарифом Polkomtel линейки 36.6, в обмен на три полтора минутных рекламных ролика, которые они прослушивают через бесплатный IVR-номер. Polkomtel является одним из первых в мире операторов, внедривших сервисы, аналогичные «Chill Bill».

Сетевые камеры AXIS P13

Axis Communications представляет сетевые камеры AXIS P13 из новой серии неподвижных камер для дневного и ночного видеонаблюдения, которые обеспечивают превосходное качество видеозаписи, в том числе в формате HDTV, а также поддержку потоков в формате H.264. Сочетая в себе простоту установки, уникальные возможности вспомогательной фокусировки, счетчик пикселей и функции задней фокусировки, эти камеры идеально подходят для установки в местах, где требуется высококачественное охранное видеонаблюдение.

Сетевые камеры AXIS P1343 обеспечивают изображение с разрешением SVGA. Благодаря уникальным возможностям управления диафрагмой P-Iris камера AXIS P1346 позволяет вывести качество видеозаписи на новый уровень. Кроме того, в целях обратной совместимости эта камера поддерживает диафрагмы DC-iris.

Программа продаж универсальных комплектов Telit SAT550 + Telit SAT550X/ SAT550XF

ЗАО "ГлобалТел" объявляет о проведении программы продаж универсальных комплектов Telit SAT550 + Telit SAT550X/ SAT550XF в период с 1 сентября по 31 октября 2009 г. В рамках данной программы комплекты Telit SAT550X и Telit SAT550XF доукомплектовываются абонентскими двухмодовыми портативными терминалами Telit SAT550 (AT). Стоимость универсальных комплектов снижена от 58 до 62%, кроме этого введены дополнительные скидки для абонентов, покупающих несколько комплектов.

Данные комплекты оборудования допускают как мобильное, так и стационарное применение. Они могут быть установлены на подвижных/неподвижных наземных объектах и водном транспорте (кораблях, яхтах, катерах, моторных лодках и т.д.), обеспечивая эффективную телефонную связь, передачу данных и выход в Интернет. Носимый абонентский терминал Telit SAT550 легко освобождается из стационарного держателя и готов для работы вне объекта на открытом воздухе в режиме автономного спутникового телефона. Подключая универсальные комплекты Telit SAT550 + Telit SAT550X/ SAT550XF до 1 ноября 2009 г., абоненты смогут воспользоваться специальными тарифными планами ("Турист" и "Туррист-350") с возможностью совершать неограниченное количество звонков внутри сети и другими дополнительными преимуществами.

eToken Pro Java сертифицирован в Казахстане

Казахстанское представительство Aladdin расширяет свои возможности по ведению интеграционных проектов в госсекторе и сообщает об успешном прохождении процедуры сертификации средства аутентификации и хранения ключевой информации eToken P RO 72K Java в Государственной Системе Технического Регулирования Республики Казахстан.

Выданный сертификат удостоверяет, что "Программно-аппаратное СКЗИ eToken P RO 72K Java с Java-апплетом" соответствует требованиям 2-го уровня безопасности СТ РК 1073-2007, ГОСТ 34.310-2004. Сертификация eToken P RO 72K Java с криптоапплетом значительно расширяет круг потенциальных заказчиков Aladdin-Казахстан, как в государственном, так и в коммерческом секторах.

"M2M телематика" готовит Сочи к Олимпиаде!

С 17 по 20 сентября 2009 г. в Сочи состоялся VIII международный инвестиционный форум "Сочи-2009", организованный Министерством экономического развития РФ и администрацией Краснодарского края, при поддержке Правительства РФ.

В рамках программы форума внимание гостей акцентировано, в том числе, и на вопросах подготовки инфраструктуры города к предстоящей Олимпиаде. Одним из основных вопросов является грамотное формирование транспортной инфраструктуры города. Сейчас в городе полным ходом идут работы над совместным проектом городской администрации города Сочи и компании "M2M телематика" по внедрению автоматизированной системы мониторинга и управления города Сочи (АСМД). Подобный проект является одним из многочисленных примеров эффективного партнерства между частной компанией и государственными учреждениями. Внедрение АСМД позволяет осуществить централизованный мониторинг, диспетчеризацию и контроль использования автотранспорта в городе, обеспечить дополнительную безопасность пассажирских/грузовых перевозок, повысить экономическую эффективность управления автотранспортом и качество обслуживания населения.

Основными преимуществами ис-

пользования автоматизированной системы мониторинга и диспетчеризации является: рациональное использование ресурсов транспортных средств и рабочего времени водителей, существенная экономия топлива, сокращение времени прибытия бригад оперативных служб на вызовы, обеспечение оперативной информацией о движении транспорта пассажиров, выявление случаев несанкционированного использования транспортных средств и воровства топлива и многое другое.

Технические возможности, предоставляемые АСМД, рассчитаны на все службы города Сочи: коммунальное хозяйство, строительство, пассажирские/грузовые перевозки, скорая медицинская помощь.

По итогам первого этапа развития АСМД в Сочи, автоматизированная система была внедрена в двух сегментах — пассажирские перевозки и ЖКХ. Оборудование — абонентские ГЛОНАСС/GPS терминалы M2M-Cyber GLX — установлены на муниципальных автобусах предприятий МУП "Сочиавтотранс" и МУП "Лазаревское", а также на машинах для уборки мусора МУП "САХ". В рамках следующего этапа планируется оборудовать абонентскими терминалами M2M-Cyber GLX такси, машины скорой помощи, МЧС и УВД города.

Компания "M2M телематика" получила положительные отзывы о ра-

боте АСМД от управления транспорта и связи администрации города Сочи. По словам начальника управления транспорта и связи администрации Сочи А. Бердникова, реализованный проект позволил практически сразу получить социальное-экономический эффект и финансовый результат.

В скором времени "M2M телематика" осуществит также и внедрение системы контроля оплаты за проезд на общественном транспорте. Проект компании "M2M телематика" в Сочи вызвал интерес и со стороны высшего руководства страны. Весной 2008 г. была проведена демонстрация работы опытной зоны Первому вице-премьеру Сергею Иванову. В мае того же года в рамках "Транспортной Недели - 2008" проект был одобрен председателем Правительства Владимиром Путиным. 31 января 2009 г. представители российского Правительства приняли Комиссию Международного олимпийского комитета (МОК), которая проверяла ход подготовки к Зимним олимпийским играм 2014 г. В ходе визита главе координационной комиссии МОКа Жан-Клоду Кили был продемонстрирован план развития транспортной инфраструктуры и внедряемое решение компании "M2M телематика" — автоматизированная система мониторинга и диспетчеризации автотранспорта города на базе новейших технологий ГЛОНАСС.

Новым генеральным директором ООО "Сиско Системс" назначен Павел Бетсис

С началом 2010 финансового года Павел Бетсис стал осуществлять общее руководство деятельностью компании в России. Он сменил Роберта Эйджи, который возглавлял деятельность Cisco в России на протяжении последних 12 лет, а теперь в ранге вице-президента Cisco по развитию бизнеса работает советником по вопросам стратегии корпоративного Совета по инвестициям и

программам в России и входит в состав консультативного совета фонда "Алмаз-Капитал/Cisco Фонд". Свою деятельность П. Бетсис и Р. Эйджи осуществляют под непосредственным руководством Дэнкана Митчелла, старшего вице-президента компании Cisco в странах СНГ, Центральной и Восточной Европы и зоны Персидского залива.

С назначением Павла Бетсиса Cisco,

пользуясь поддержкой и рекомендациями корпоративного Совета по инвестициям и программам в России, будет уделять еще больше внимания этой стране, чтобы обеспечить рост собственного бизнеса и использовать различные возможности применения ИКТ для повышения конкурентоспособности отечественных предприятий и организаций как на российском, так и мировом рынке.

Компания КРОК завершила проект по автоматизации ИТ-процессов АКБ "Союз"

Проект стартовал в 2007 г. в соответствии с рекомендациями методологии ITIL/ITSM. Внедрение системы позволило оптимизировать затраты банка на поддержку ИТ-инфраструктуры и оптимально организовать работу службы Service Desk. Система базируется на продукте BMC Remedy и представляет собой совокупность модулей для автоматизации деятельности подразделений ИТ-департамента, оказывает техническую поддержку сотрудникам Банка и обеспечивает функционирование ИТ-инфраструктуры и отдела эквайринга, который занимается обслуживанием АТМ и POS-терминалов банка.

Внедрение системы Remedy от ком-

пании BMC позволило централизовать управление инцидентами в распределенной информационной инфраструктуре Банка и значительно повысить эффективность работы ИТ-подразделений в целом. Участие специалистов компании КРОК сыграло ключевую роль в качественной реализации проекта.

Специалисты КРОК автоматизировали бизнес-процессы отдела претензионной работы, сотрудники которого теперь ведут учет и обработку всех поступающих к ним запросов и создают отчетные документы, оформленные в соответствии с внутренними требованиями банка. Деятельность отдела претензионной работы не относится к поддержке ИТ-ин-

фраструктуры. Сотрудники этого подразделения занимаются обработкой претензий клиентов банка по операциям с использованием банковских карт, поэтому к ним нельзя напрямую применить рекомендации ITIL/ITSM по внедрению процесса управления инцидентами. Благодаря компетенции специалистов компании КРОК и нестандартному подходу, удалось автоматизировать работу сотрудников трех подразделений банка на единой платформе. Для этого был разработан специальный модуль, который по своей архитектуре является разворачиваемым приложением (deployable application), что значительно упрощает его обслуживание и обновление.

eToken сертифицирован ФСТЭК для защиты персональных данных

На данный момент Aladdin обладает уникальным на российском рынке информационно-безопасности сертификатом, удостоверяющим, что средства аутентификации eToken отвечают требованиям по защите персональных данных. Компания Aladdin сообщает об успешном завершении сертификации всей линейки электронных ключей нового поколения eToken Федеральной службой по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК России). С получением данного сертификата eToken становится единственным на сегодняшний день средством аутентификации и хранения ключевой информации, рекомендуемым ФСТЭК для использования в информационных системах операторов персональных данных.

Действие сертификата распространяется на всю линейку электронных ключей Aladdin eToken, включая новые модели на платформе eToken Java и программное обеспечение eToken PKI Client 5.1. Сертификат соответствия №1883 ФСТЭК России от 11 августа 2009 г. свидетельствует о том, что электронный ключ eToken отвечает требованиям руководящих документов "Защита от несанкционированного доступа к информации. Часть 1. Программное

обеспечение средств защиты информации. Классификация по уровню контроля отсутствия недеklarированных возможностей" (Гостехкомиссия России, 1999) с 4 уровнем контроля, а также заданию по безопасности с оценочным уровнем доверия ОУД 2.

В соответствии с рекомендациями руководящих документов средства eToken для аутентификации и хранения ключевой информации пользователей могут быть использованы для создания автоматизированных информационных систем до класса защищенности 1Г, а также при построении информационных систем обработки персональных данных (ИСПДн) до 2 класса включительно.

Применение сертифицированных носителей eToken позволит обеспечить выполнение требований ФСТЭК в подсистемах управления доступом. Каждый электронный ключ eToken обладает уникальным идентификатором, записанным в защищенной памяти микросхемы и напечатанным на корпусе устройства. После проведения процедуры инициализации ключа это позволяет однозначно идентифицировать корпоративного пользователя или частных клиентов. Применение двухфакторной

аутентификации на базе смарт-карт технологий отвечает требованиям по реализации проверки подлинности субъектов доступа и контроля доступа к защищаемым ресурсам. Кроме того, продукты eToken обеспечивают надежное хранение сертификатов и ключевой информации при работе со всеми распространенными криптопровайдерами, в том числе разработанными компаниями "КРИПТО-ПРО", "Инфотекс", "Сигнал-КОМ", МО ПНИЭИ и "ЛИССИ".

Сложный и фактически беспрецедентный процесс сертификации ключевых носителей нового поколения eToken занял более 9 месяцев. По итогам сертификационных процедур eToken стал единственным на российском рынке средством аутентификации и хранения ключевой информации, имеющим столь высокий уровень доверия и рекомендуемым для использования в ИСПДн. Это позволяет партнерам Aladdin предлагать заказчикам государственного и корпоративного секторов уникальное решение для использования в комплексных проектах по приведению информационных систем персональных данных в соответствие требованиям законодательства.

Федеральный фонд обязательного медицинского страхования делает ставку на информационную безопасность

Компания Aladdin сообщает о начале масштабного проекта по созданию системы электронного документооборота в Федеральном фонде обязательного медицинского страхования с использованием защищенных носителей ключевой информации Aladdin eToken.

Для реализации государственной политики в области обязательного медицинского страхования (ОМС) граждан создана разветвленная система, куда входит Федеральный фонд обязательного медицинского страхования (ФОМС), 84 территориальных фондов ОМС, 120 страховых медицинских организаций (СМО), 262 филиала СМО, медицинские лечебно-профилактические учреждения. Работу по организации и проведению вневедомственного контроля качества медицинской помощи в системе ОМС осуществляют более 12 тыс. специалистов, участвующих в деятельности по защите прав застрахованных граждан. В ходе реализуемой стратегии по автоматизации и внедрению новых информационных технологий в распределенной инфраструктуре ФОМС, было принято решение о создании системы электронного документооборота с применением электронной цифровой подписи (ЭЦП).

Технологическим партнером проекта — компанией КРИПТО-ПРО — были протестированы устройства: ПСКЗИ ШИПКА, ruToken, ActivKey и eToken PRO. Основным требованием при выборе носителей ключевой информации являлось наличие соответствующих сертификатов ФСТЭК России и лицензий ФСБ России. С точки зрения функциональности, критериями оценки являлись: возможность обеспечения высокой степени защиты от несанкционированного доступа к информации (требования для класса 1Г включительно), многофункциональность устройства, включая возможности аутентификации в вычислительной сети, защиты физического доступа в помещения, поддержки сертифицированных российских СКЗИ, перспектив аппаратной реализации российской криптографии, а также возможность централизованного управления через механизмы групповых политик и высокая отказоустойчивость.

Со стороны Aladdin были оказаны консультационные услуги, предоставлены необходимые продукты и решения для тестирования в подразделениях ФОМС, подготовлена техническая документация, организована настройка продуктов и проведено обучение

специалистов ФОМС.

Основной задачей второго этапа проекта стало техническое проектирование и ввод в эксплуатацию Удостоверяющего центра Электронной цифровой подписи ФОМС, что было успешно реализовано на "пилотной" зоне в первой половине 2009 г. Таким образом, в соответствии с требованиями №1-ФЗ от 10 января 2002 г. "Об электронной цифровой подписи", все циркулирующие в системе ЭДО ФОМС электронные документы, могут иметь одинаковую юридическую силу с традиционными, "бумажными" документами. Целостность передаваемой информации в системе электронного документооборота обеспечивается с помощью применения технологии электронной цифровой подписи, опирающейся на использование сертифицированного криптопровайдера Крипто-Про CSP. Носителем ключевой информации для КриптоПро CSP является электронный ключ eToken PRO.

По окончании всех мероприятий "пилотного" этапа, специалисты ФОМС планируют выйти на широкомасштабное внедрение отработанных технологий с дальнейшим тиражированием опыта на всю структуру обязательного медицинского страхования.

"Конвергенция телекоммуникационных сетей и услуг в России"

С 15 по 16 сентября 2009 г. в Москве в бизнес-центре гостиницы "Националь" прошла 3-я международная конференция "Конвергенция телекоммуникационных сетей и услуг в России", проводимая ЗАО "Экспо-Телеком".

В работе конференции приняло участие более 45 участников представляющих регулятора (Минкомсвязь РФ), разработчиков и системных интеграторов (ООО "Эквант", ООО "МФИ Софт", ЗАО "Комильфо-Консалтинг"), операторов связи (ОАО "Ростелеком"-МТ, ОАО "Связьинвест", ОАО "Таттелеком", ЗАО "Компания ТрансТелеком", ЗАО "Экспресс Телеком", ОАО "МТС", ЗАО "ПетерСтар", ООО "ПРЕСТИЖ", ОАО "Вымпелком", ООО "Мобильный народный телефон", ЗАО "Газтелеком", ФГУП ГП "Космическая связь" и др.), консалтинговых и научных центров (ОАО "ГИПРОСВЯЗЬ", ФГУП ЦНИИС, ФГУП НИИР, ОАО "Гипросвязь СПб", Региональное отделение "Информационные и телекоммуникационные технологии" РАЕН, ОАО "Интеллект Телеком" и др.) и Ассоциацией операторов связи (CDMA-800).

Конференция была посвящена вопросам конвергенции в гетерогенных сетях, эволюции сетей связи и задачам обеспечения массового доступа пользователей к широкой номенклатуре инфокоммуникационных услуг, рациональному использованию радиочастотного спектра за счет конвергенции фиксированных и мобильных сетей, конвергенции услуг и бизнес-моделей в эпоху Telco 2.0, видам конвергентных услуг и подходам к их продвижению, проектирования сетей связи РФ с конвергентными услугами, рассмотрения бизнес-моделей конвергентных решений для бизнес-сегмента, обеспечения качества обслуживания клиентов — конкурентное преимущество на конвергентных сетях, технической реализации FMC услуг на сетях операторов фиксированной и мобильной связи.

Отделение "Информационные и телекоммуникационные технологии" РАЕН приняло участие в работе международной конференции.

Доклад Председателя ИТТ РАЕН, д.э.н, академика РАЕН Тихвинского В.О. "Использование сервисной платформы IMS в конвергентных сетях 3G/LTE и NGN для предоставления мультимедийных услуг" доступен по запросу.

Методы повышения эффективности защиты информации, хранящейся в накопителях на жестких магнитных дисках

Ключевые слова:

защита информации, жесткое магнитное поле, технологии записи, винчестер, экстренное уничтожение информации



Лобанов Б.С.,
генеральный директор,



Пичуль А.И.,
зам. генерального директора,



Хлопов Б.В.,
к.т.н, главный конструктор направления
ФГУП "ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга",
208_otd@mail.ru

Рассматривается подход к проблеме повышения эффективности защиты информации, хранящейся в накопителях на жестких магнитных дисках, дан анализ развития новых направлений перпендикулярной записи на винчестерах и способов уничтожения информации с магнитных носителей, конструирование магнитных систем стирающего устройства. Экспериментально исследовано влияние воздействия импульсных магнитных полей на качество информации на современных винчестерах.

Основным средством хранения информации в компьютерных сетях различного применения являются накопители на жестких магнитных дисках (НЖМД). Развитие этих устройств характеризуется выпуском НЖМД с перпендикулярной записью. Прогрессивное изменение технологии магнитной записи приводит к необходимости анализа существующих методов и разработки экологически чистых и экономически выгодных устройств уничтожения информации, изучения направлений совершенствования этих методов.

Учитывая, что постоянно обновляется и формируется рынок предложений аппаратных и программных средств, обеспечивающих защиту и эффективное уничтожение информации, размещенной на магнитных носителях, производители этих устройств широко рекламируют и представляют средства наилучшим образом, тем самым, обеспечивают их конъюнктуру на рынке сбыта. Это, как правило, затрудняет оценку реальных экономических достоинств и технических характеристик средств уничтожения информации.

Перспективные направления в технологии записи

Применение технологий перпендикулярной записи на пластины дисков лишь на время отодвигает супермагнитный предел, который характеризуется явлением, наблюдаемым при изменении направления намагниченности частицами [1]. В этом случае домен меняет направленность магнитного момента, а уменьшение размеров частицы означает уменьшение энергетического барьера, который необходимо преодолеть для смены направления и поэтому частица становится менее стабильной. Период

стабильности частицы может меняться от 100 лет до 10 нс. В этом случае частицу нельзя отнести к разряду постоянных магнитов. На пластине диска размещается огромное количество хаотически расположенных намагниченных частиц, произвольно меняющих свой вектор направленности. Микроскопические свойства такой структурной среды похожи на свойства парамагнетиков.

Улучшением технологии перпендикулярной записи является HAMR (Heat Assisted Magnetic Recording) — запись с предварительным нагревом с помощью лазера [2]. Реализация этого метода осуществляется с помощью операции кратковременного нагрева (1 пикосекунда) участка, на который производится запись, до 100 градусов Цельсия. В этом случае магнитные частицы имеют больше энергии. В записываемом слое оказываются частицы с большой энергетикой, а это означает, что головке записи не нужно генерировать поле большой напряженности.

Другое перспективное направление — использование материалов, частицы в которых выстроены в битовый массив (Bit Patterned Media). Технология структурных носителей заменяет обычные пластины дисков, которые дают области записи с некоторым количеством случайно расположенных доменов, пластинами с нанесенной структурой. В этом случае поверхность носителя информации разбита на магнито-изолированные "островки" [3]. Каждый отдельный бит хранится на этом "островке", а не в массиве из доменов. На рис. 1 представлен фрагмент поверхности носителя информации поясняющий размещение на нем частиц. Это направление позволяет улучшить целостность хранения данных и повысить плотность записи.

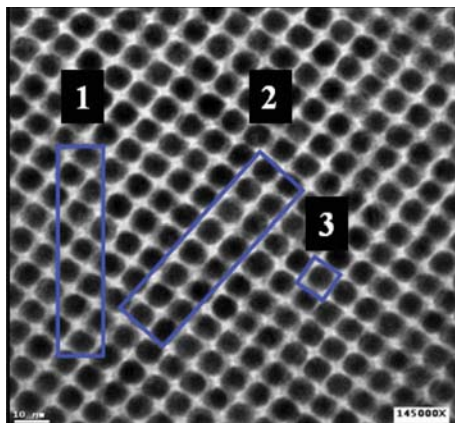


Рис. 1. Фрагмент поверхности носителя информации: 1 — область, хранящая единичный бит при штатном подходе; 2 — битовый массив, границы которого совпадают с границами частиц; 3 — одна частица (хранит 1 бит)

Такой материал возможно создать искусственно с помощью литографии, либо применить сплав с подходящей самоорганизующейся структурой.

Структурные носители должны появиться на рынке в 2012 г., но термомагнитная запись, по информации Hitachi, будет использоваться не ранее 2015 г. Сочетание двух технологий позволит достичь емкости до 50 Тбайт в 3,5 дюймовых винчестерах или 12 Тбайт в 2,5 дюймовых накопителях информации для ноутбуков.

Утилизация информации на магнитных носителях

Внедрение новых технологий, применяемых при разработке современных НЖМД, магнитной записи обуславливают необходимость пересмотра существующих подходов к уничтожению информации с магнитных носителей. Основные методы уничтожения информации с магнитных носителей делятся на два направления. На рисунке 2 приведена структурная схема, поясняющая подходы к повышению эффективности защиты информации хранящейся на НЖМД методами, применяемыми при экстренной утилизации винчестеров.

Одним из немногих подходов экологически чистым и экономически перспективным является уничтожение информации при помощи изменения состояния тонкопленочных слоев магнитных носителей, т.е. без изменения конструкции носителя информации.

Другое направление с изменением конструкции носителя информации или его составных частей, которое приводит к полному уничтожению информации на дисках магнитного носителя, но, как правило, сопровождается утилизацией с применением вредного производственного процесса.

Известные способы уничтожения информации — программные (перезапись и стирание) возможны только на исправном НЖМД, а надежное экстренное уничтожение информации эти способы не гарантируют. При гарантированном уничтожении информации должны соблюдаться требования полное отсутствие защищаемой информации и невозможность ее восстановления существующими средствами восстановления с применением любых известных способов.

Наиболее перспективными для утилизации при экстренном уничтожении информации с магнитных носителей следует признать физические, обеспечивающие создание кратковременного мощного электромагнитного поля, достаточного для модификации магнитных состояний тонкопленочных слоев магнитных носителей информации до уровня насыщения.

Уничтожение информации происходит за счет намагничивания поверхности пластины носителя информации импульсным магнитным полем с определенными значениями напряженности и направлением ориентации вектора магнитного поля.

Методы стирания магнитной записи, предусматривающие создание одного или нескольких импульсов намагничивающего поля с ориентацией, близкой к направлению вектора записи [4], так же не дают полной гарантии уничтожения информации. Их низкая надежность стирания обусловлена тем, что перемагничивание ячеек с различной исходной ориентацией векторов намагниченностей происходит несимметричным образом, то есть углы между направлением стирающего поля и на-

магничиваниями векторов намагниченностей и существенно различаются. При неидеальной прямоугольности петли гистерезиса магнитного носителя это приводит к остаточной намагниченности указанных ячеек, которая может быть использована для восстановления записи. Этот недостаток можно исключить новыми конструктивными и схемотехническими решениями, защищенными патентами ФГУП "ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга".

Способ создания суммарного магнитного поля с помощью симметричной магнитной системы с взаимно перпендикулярными полями, образованной многосекционной полеобразующей системой с соленоидами, выполненными в виде логарифмической спирали [5]. На рис. 3 приведена эпюра характеристика распределения значения напряженности суммарного магнитного поля в рабочем объеме полеобразующей системы.

На рисунке 4 приведен фрагмент конструкции полеобразующей системы (ПС).

Воздействие на магнитный носитель информации суммарным магнитным полем, создаваемым несимметричной магнитной системой, выполненной в виде плоских соленоидов с логарифмической спиралью [6]. На рис. 5 приведен вариант размещения винчестера и полеобразующей несимметричной магнитной системы.

Положительные результаты получены при воздействии на магнитный носитель информации ортогональным магнитным полем однокамерной магнитной системы с косоугольной намоткой соленоидов полеобразующей системы [7]. На рис. 6 приведен вариант косоугольной



Рис. 2. Структурная схема методов утилизации

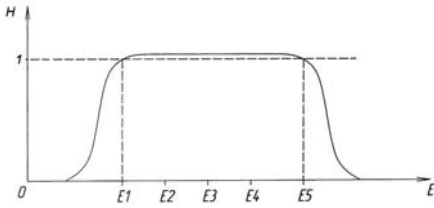


Рис. 3. Эюра распределения значения напряженности импульсного магнитного поля в полеобразующей системе

намотки соленоида на каркас полеобразующей системы, выполненный в форме параллелепипеда. Угол намотки определяется необходимыми амплитудными значениями напряженности для каждого в отдельности вектора направленности (H_x , H_y , H_z) к плоскости диска и значением напряженности вектора направленности суммарного магнитного поля (H).

Повышение качества надежности уничтожения информации с магнитных носителей также обеспечивается при воздействии на магнитный носитель информации пространственно изменяющимся внешним магнитным полем с зигзагообразной намоткой соленоидов полеобразующей системы [8].

На рис. 7 приведен вариант зигзагообразной намотки соленоида полеобразующей системы.

Пространственно изменяющееся внешнее импульсное магнитное поле насыщения в процессе изменения за время воздействия импульса длительностью $\tau_n \geq 2,0$ мс обеспечивает переманчивание ячеек памяти с различной исходной ориентацией векторов намагниченностей, то есть углы между значением векторов напряженности внешнего импульсного магнитного поля насыщения и направлениями векторов намагниченностей последовательно совпадают, а затем ориентируют в направлении суммарного вектора внешнего магнитного поля, что приводит к снижению остаточной намагниченности ячеек.

Значение суммарной напряженности намагничивания носителя информации импульсным, кратковременно создаваемым мощным с изменяющимся вектором напряженности магнитным полем удалось получить на энергоэффективном устройстве уничтожения информации [9] и источника импульсных магнитных полей [10].

На рис. 8 приведена электрическая схема источника импульсных магнитных полей.

Анализ технических предложений

Рассмотренные технические предложения проверялись на многодисковых винчестерах с

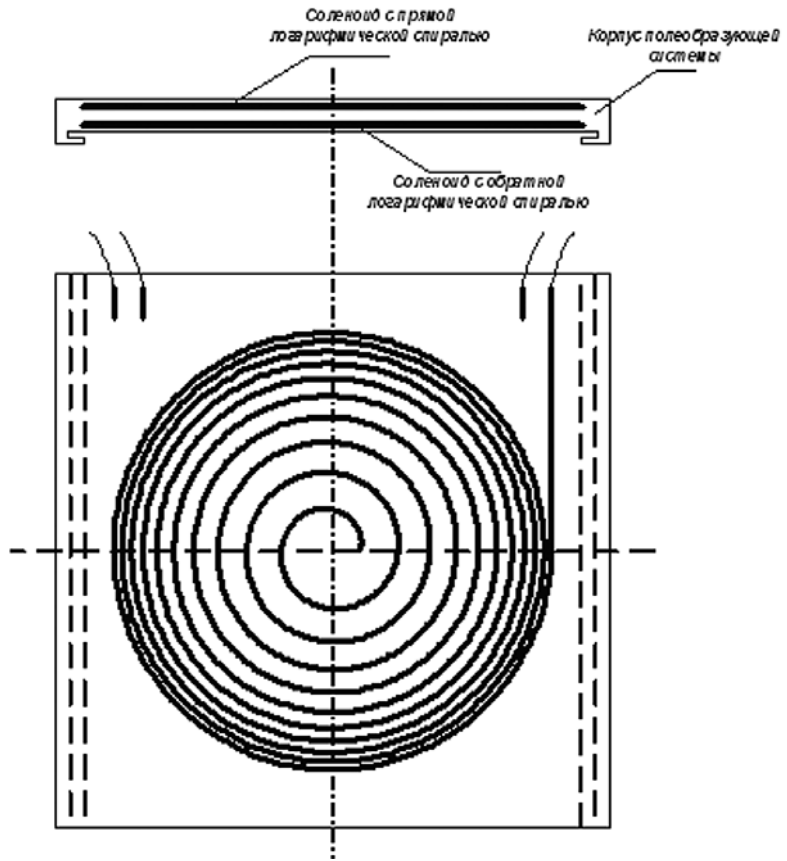


Рис. 4. Полеобразующая система

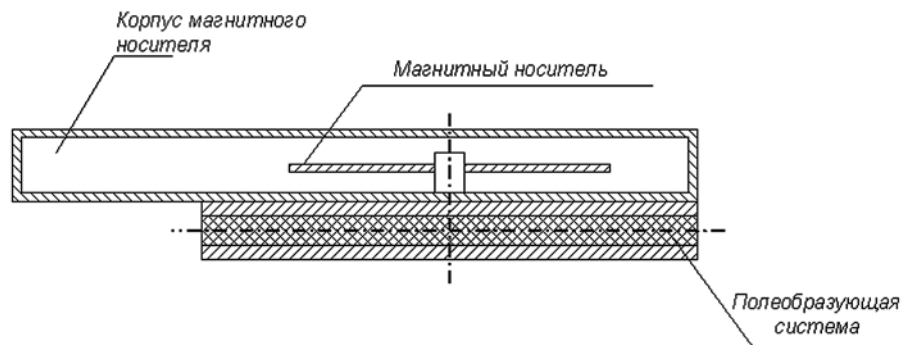


Рис. 5. Вариант размещения винчестера и полеобразующей системы

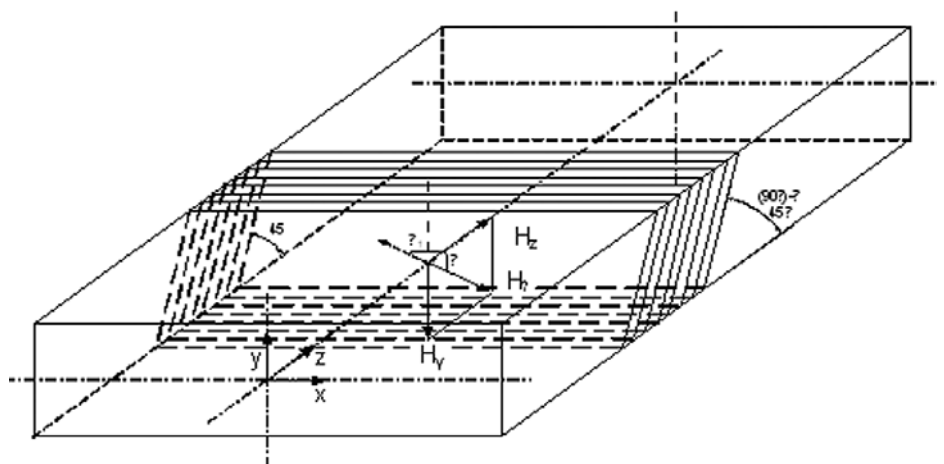


Рис. 6. Фрагмент косоугольной намотки на прямоугольный каркас полеобразующей системы

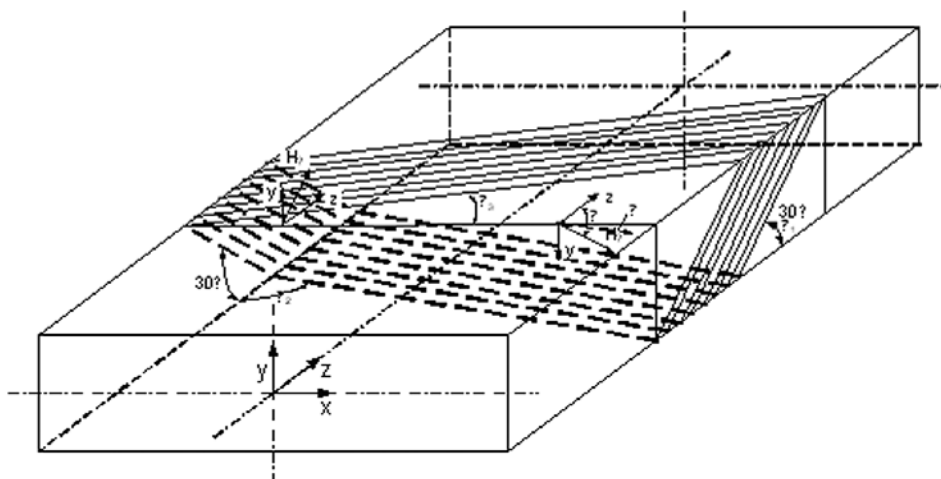


Рис. 7. Фрагмент катушки на каркасе полеобразующей системы, выполненной в виде параллелепипеда

перпендикулярной записью, например, типа Seagate ST375064AS, емкость 750 Гб, количество пластин четыре, скорость записи 63 Мб/с, интерфейс SATA2. Многодисковые винчестеры большого объема дополнительно снабжены металлическими элементами конструкции, разделяющими магнитные диски (пластины). Наличие металлических элементов уменьшает вибрации, биение пластин и повышает точность считывания записанной информации. Однако, они экранируют большие участки носителей информации от воздействия внешних импульсных магнитных полей при экстренном уничтожении. На рис. 9 а, б приведены фрагменты рельефов на участках поверхностей пластин со служебной и записанной информацией.

Изображения фрагментов магнитного рельефа были получены с помощью зондового силового микроскопа. Перпендикулярный магнитный слой на диске винчестера испускает сигнал по всей плоскости частицы, а благодаря подслою вектор этого сигнала направлен параллельно плоскости диска. По этому для его пространственного разрешения необходимо максимально приближать иглу микроскопа к исследуемой поверхности [11], а это в свою очередь уменьшает допустимую амплитуду колебаний контрлевера и уменьшает амплитуду полезного сигнала. Однако, при определенных условиях и настройках удается получить довольно качественные изображения рельефа участков поверхностей носителей информации для идентификации наличия или отсутствия информации.

На рис. 10 а, б, в, г приведены фрагменты рельефов на участках пластин четырех дискового винчестера после воздействия на него внешним импульсным магнитным полем, со значением напряженности равным $H_+ = 450$ кА/м

и длительностью импульса $T_i = 1,5$ мс (по уровню 0,5 амплитудного значения), создаваемым утилизатором с косоугольной катушкой полеобразующей системы.

Приведенные на рис. 10 изображения фрагментов магнитного рельефа участков поверхности пластин дисков имеют области как с полностью уничтоженной информацией, так и с явно выраженными остаточными следами информации на рис. 10 в и 10 г. Эти магнитные изображения рельефа относятся к четырех дисковому винчестеру, типа Seagate ST3750640A, информация на котором уничтожалась без разбора винчестера. Проведенные

эксперименты на других типах многодисковых винчестерах с параллельным типом записи Western Dig. WD5000AAKS, WD3200AAJB подтвердили наличие отдельных участков с остатками информации.

Экранирующее влияние корпусов НЖМД на характеристики воздействующего поля.

Было установлено, что это связано с экранирующим действием корпусов, составляющих частей и самих пластин дисков винчестера [12]. На рис. 11 приведены составляющие части винчестера, которые повышают коэффициент экранирования пластин от воздействия внешнего импульсного магнитного поля.

Для повышения надежности при экранном уничтожении информации при тех же условиях увеличили энергию магнитного импульса до амплитудного значения напряженности $H_+ = 600$ кА/м и длительность импульса $\tau_v \geq 2,5$ мс (по уровню 0,5 амплитудного значения). Эффект экранирования уменьшился, толщина скин слоя увеличилась почти в два раза, ослабление поля для четырех дисковых винчестеров, выбранных для испытаний не превысило 10%.

На рис. 12 а, б, в, г приведены изображения фрагментов магнитного рельефа на участках пластин, подверженных наибольшему экранированию, после воздействия суммарным ортогональным импульсным магнитным полем одноканальной магнитной системы [8].

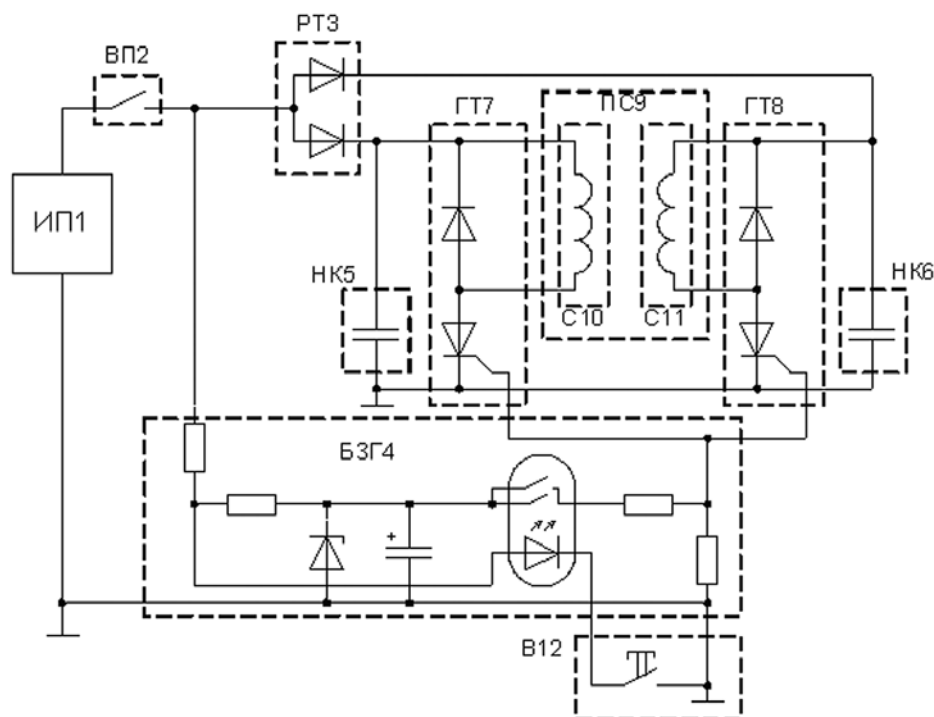


Рис. 8. Функциональная электрическая схема источника импульсных магнитных полей: ИП1 — источник питания, ВП2 — выключатель, РТ3 — разветвитель, БЗГ4 — блок задающего генератора, НК5, НК6 — накопитель конденсаторный, ГТ7, ГТ8 — генератор тока, ПС9 — полеобразующая система, С10, С11 — соленоид, В12 — кнопка включения

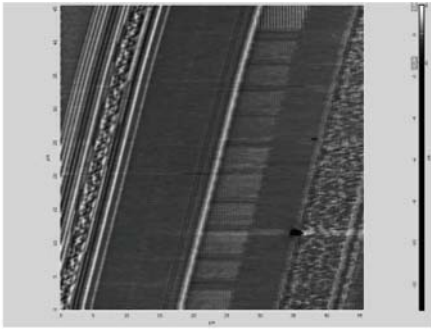


Рис. 9а. Фрагмент рельефа пластины диска служебной информации

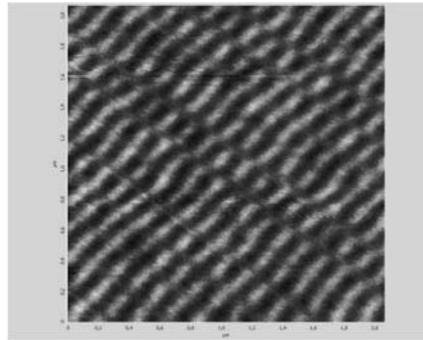
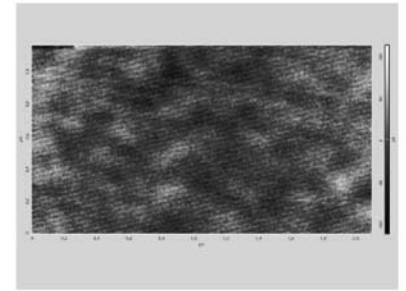
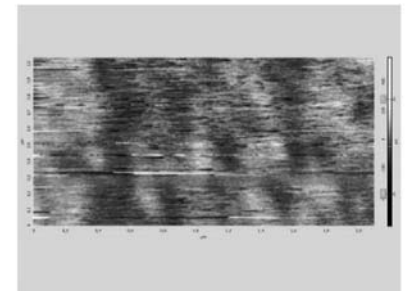


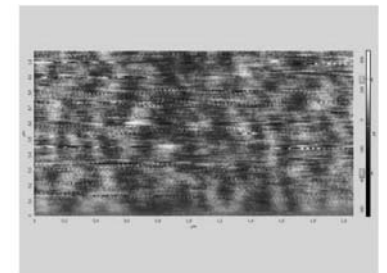
Рис. 9б. Фрагмент рельефа пластины диска с записанной информацией



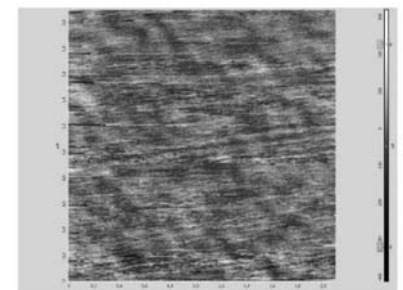
а)



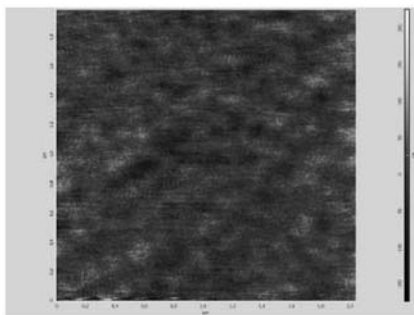
б)



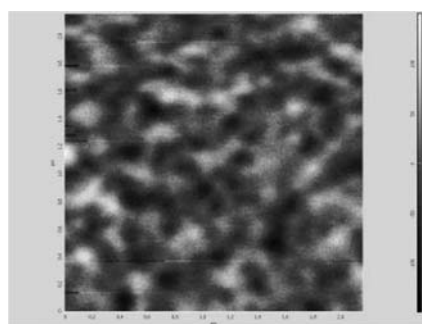
в)



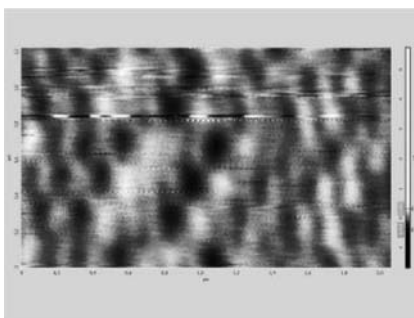
г)



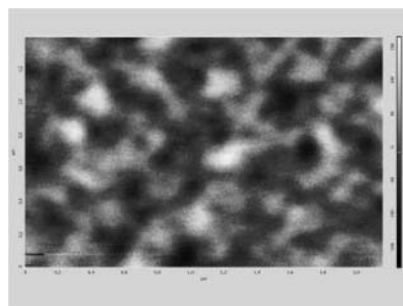
а)



б)



в)



г)

Рис. 10. Винчестер ST3750640A. а) фрагмент магнитного рельефа участка на первой пластине; б) фрагмент магнитного рельефа участка на второй пластине; в) фрагмент магнитного рельефа участка на третьей пластине; г) фрагмент магнитного рельефа участка на четвертой пластине

Рис. 12. Винчестер ST3750640A. а) фрагмент магнитного рельефа участка на первой пластине; б) фрагмент магнитного рельефа участка на второй пластине; в) фрагмент магнитного рельефа участка на третьей пластине; г) фрагмент магнитного рельефа участка на четвертой пластине



Рис. 11. Составные части многодискового винчестера ST3750640A

Выводы

1. Рассмотрены перспективные направления развития устройств хранения и утилизации информации, обуславливающие необходимость проведения дополнительного комплекса исследований в области экстренного уничтожения информации с магнитных носителей.

2. Исследования, проведенные с указанным режимом импульсного магнитного поля ($H \pm = 450 \text{ кА/м}$) позволяют сделать вывод, что не всегда эффективно уничтожается информация с многодисковых винчестеров. Информация после воздействия внешним импульсным магнитным полем, сильно поврежденной может остаться на пластинах дисков винчестера.

3. Предложенные инновационные методы подтверждают возможность создания нового поколения эффективных утилизаторов и устройств экстренного уничтожения информации с магнитных носителей.

4. Учитывая, что магнитные свойства материалов и экранирующие свойства конструкции винчестеров неизвестны, то одним из надежных методов контроля полноты уничтожения информации является силовая микроскопия.

5. Результаты экспериментальных исследований, полученные с помощью устройства экстренного уничтожения информации, с реализо-

ванным в нем суммарным импульсным магнитным полем в полеобразующей системе с амплитудным значением напряженности H_{II} , $H \pm \approx 600 \text{ кА/м}$ при длительности импульса $\tau \approx 2,5 \text{ мс}$ (по уровню 0,5) и метода силовой микроскопии контроля качества уничтожения информации основанного на регистрации магнитного рельефа поверхности каждого диска винчестера, подтвердили эффективность уничтожения информации и правильность выбранного направления дальнейших исследований.

Литература

1. **Хлопов Б.В., Кузьминых А.С., Митягин А.Ю.** Перспективы развития устройств хранения информации // Труды XIV Международной научно-технической конференции "Высокие технологии в промышленности России", Москва, изд. ЦНИТИ "Техномаш", 2008., 11-13 сентября. — С. 335-340.
2. <http://www.hitachigst.com/hdd/research/>

3. **Радаев А., Пугач Е.** HDD будущего, <http://www.ferra.ru/online/storage>

4. Патент № 2144223 от 10.01.2000 г.
5. Решение о выдаче патента на изобретение по заявке № 2008104285 от 18.02.2009 г.
6. Решение о выдаче патента на изобретение по заявке № 2008102967 от 19.02.2009 г.
7. Патент № 2331934 от 20.08.2008 г.
8. Патент № 2346345 от 10.02.2009 г.
9. Патент № 2291500 от 10.01.2007 г.
10. Патент № 2331979 от 20.08.2008 г.

11. **Хлопов Б.В., Фесенко М.В., Митягин А.Ю.** Исследование влияния импульсных магнитных полей на сохранение информации на винчестерах // Труды XIV Международной научно-технической конференции "Высокие технологии в промышленности России", Москва, изд. ЦНИТИ "Техномаш", 2008. — 11-13 сентября. — С. 248-257.

12. **Гуляев Ю.В., Митягин Ал.Ю., Хлопов Б.В.** Уничтожение информации с накопителей на жестких магнитных дисках // Инженерная физика. — 2004. — №2. — С. 2-12.

Конференция Sofline "Построение системы защиты персональных данных компании в соответствии с законодательством РФ"

В Москве, в Центре Международной торговли на Красной Пресне, прошла конференция "Построение системы защиты персональных данных компании в соответствии с законодательством РФ", организатором которой выступил Центр информационной безопасности Sofline. Партнеры конференции — компании Alt Linux, Microsoft, Symantec, McAfee, "Лаборатория Касперского", eEye Digital Security и Acronis.

В конференции приняли участие более 550 представителей коммерческих и государственных организаций из всех регионов России. Такой высокий интерес к теме конференции продиктован Федеральным законом 152, в соответствии с которым все организации, обрабатывающие персональные данные, должны построить системы защиты обработки персональных данных и сертифицировать их в надлежащих государственных органах в период до 1 января 2010 г.

На конференции помимо специалистов Центра информационной безопасности Sofline и компаний-партнеров с докладами выступили представители ФСБ РФ и ФСТЭК. Их доклады, посвященные контролю и надзору за соответствием систем обработки персональных данных требованиям законодательства РФ и организации работ по направлению защиты персональных данных, вызвали большую заинтересованность аудитории.

Представители компаний-партнеров конференции отметили, что Центр информационной безопасности Sofline организовал необходимое российскому рынку именно в данный момент мероприятие, которое помогло компаниям из совершенно разных отраслей и сегментов рынка, а также гос.организациям получить своевременные ответы на многие вопросы.

"Мы работали в плотном сотрудничестве с представителями регулирующих государственных органов, с производителями программных и аппаратных решений и с представителями российского рынка. Вместе мы находили решение проблем, связанных со сложившейся ситуацией на рынке. Мы дали ответы на многие важные вопросы, которые интересуют компании и государственные организации, обсудили способы выхода из сложных ситуаций, которые порой возникают при сертифицировании систем обработки персональных данных. Я надеюсь, что для участников конференции построение и сертификация систем обработки персональных данных в соответствии с законодательством РФ теперь не является непреодолимой сложностью", — сказал Андрей Тимошенко, руководитель Центра информационной безопасности Sofline после завершения конференции.



Отчет Symantec MessageLabs intelligence

Cutmail оправляется от почти смертельного удара; число угроз, распространяемых через системы мгновенного обмена сообщениями, растет, а сектор здравоохранения становится все более притягательной мишенью

Корпорация Symantec объявила о выпуске своего отчета MessageLabs Intelligence Report за июнь 2009 г. Анализ показал, что по сравнению с маем уровень спама не изменился и сохранил значение 90,4% — в значительной мере благодаря тому, что в течение нескольких часов не функционировала одна из крупнейших и наиболее активных бот-сетей Cutmail. Это стало результатом отключения 5 июня 2009 г. калифорнийского ISP провайдера Pricewert LLC (другие названия: 3FN и APS Telecom). В июне, по данным MessageLabs Intelligence, каждая 78-я гиперссылка, содержащаяся в сообщениях IM, вел на вредоносный веб-сайт.

"Восстановление бот-сети Cutmail на одну треть от ее исходной активности всего за несколько часов подчеркивает прогресс, достигнутый спамерами с момента отключения McColo в ноябре прошлого года, — комментирует старший аналитик MessageLabs Intelligence Пол Вуд. — Спамеры осознали важность наличия резервных каналов управления".

Доля спама, исходящего из бот-сетей, составила в июне 83,2% от общего уровня спама. Напоминанием об этом служат взломанные серверы электронной почты и учетные записи веб-почты. Поток графического спама, о котором MessageLabs сообщила в мае, в июне стал более стабильным, и спам этого типа составлял от 8% до 10% от общего уровня. Новые варианты этого спама, исходящие из бот-сетей, содержат узоры, создающие фоновый шум, и не размещаются на удаленных веб-страницах, а рассылаются в виде вложений в сообщения email.

В июне MessageLabs Intelligence обнаружила, что каждое 405-е сообщение в системах IM содержит гиперссылку, причем каждая 78-я из этих гиперссылок ведет на один из веб-сайтов, несущих вредоносный контент — это на 0,78% больше, чем в среднем за последние шесть месяцев. В конце 2008 г. MessageLabs Intelligence выявила вредоносные гиперссылки только в одном из каждых 200 сообщений публичных IM-систем. При текущем их уровне каждый 80-й пользователь IM будет ежемесячно получать вредоносные сообщения.

MessageLabs Intelligence выявила растущую потребность в защите от угроз, нацеленных на сектор здравоохранения. В последние месяцы

поток спама, нацеленного на этот сектор, усилился, и можно утверждать, что до конца 2009 г. его уровень достигнет 90%. По сравнению с началом 2009 г. количество вредоносных атак, распространяемых по email и нацеленных на сектор здравоохранения, более чем удвоилось.

Другие выводы отчета:

Веб-безопасность: Анализ картины веб-безопасности показывает, что 58,8% распространяемых через веб вредоносных программ, перехваченных в июне, были новыми. MessageLabs Intelligence ежедневно выявляла также в среднем 1919 новых веб-сайтов, на которых размещаются вредоносные и другие потенциально нежелательные программы, такие как шпионское и рекламное ПО, что на 67% больше, чем в мае.

Спам: В июне 2009 г. доля спама в мировом трафике электронной почты, исходящего из новых и ранее неизвестных вредоносных источников, составила 90,4% (одно из каждых 1,1 сообщения), что соответствует майскому уровню. Средний уровень спама во втором квартале 2009 г. составил 88,7% против 74,5% в первом квартале 2009 г.

Вирусы: В июне доля вирусов в мировом трафике электронной почты, исходящих из новых и ранее неизвестных вредоносных источников, составила одно на каждые 269,4 зараженного сообщения (0,37%), что на 0,06% больше, чем в мае. В июне 10,4% распространяемых по email вредоносных программ содержали ссылки на вредоносные сайты, что на 3,4% больше, чем в мае. Средний уровень вирусов во II кв. 2009 г. составил одно зараженное сообщение email на каждые 297,4 сообщения против одного на каждые 281,2 сообщения в I кв. 2009 г.

Фишинг: Одно из каждых 280,4 сообщения email (0,36%) содержало ту или иную форму фишинговых атак, что примерно соответствует уровню мая. Доля фишинговых сообщений в общем потоке всех распространяемых по email угроз, таких как вирусы и трояны, выросла на 6,4% и составила 96,1% всех перехваченных в июне угроз, распространяемых по email. Уровень фишинга во II кв. 2009 г. составил в среднем одно на каждые 321,4 сообщения против одного на каждые 290,4 сообщения в I кв. 2009 г.

Тенденции по географическим регионам:

- В июне уровень спама во Франции поднялся на 8,6%, что делает эту страну наиболее "заспамленной".

- В США уровень спама понизился до 78,4%, а в Канаде — до 72,2%, зато в Великобритании он вырос до 90,3%.

- В Германии уровень спама достиг 96%, а в Нидерландах — 93,9%. В Австралии уровень спама понизился до 88,8%, а в Японии — до 67,1%.

- Активность вирусов в Австралии усилилась на 1,29% и составила одно зараженное сообщение на каждые 68,8 сообщения, что ставит ее на первую позицию в рейтинге за июнь.

- Уровень вирусов в США составил одно зараженное сообщение на каждые 371,7 сообщения, а в Канаде — одно на каждые 423,7 сообщения. В Германии уровень вирусов составил одно на каждые 444,0 сообщения, а в Нидерландах — одно на каждые 644,5 сообщения. В Гонконге активность вирусов достигла одного на каждые 354,7 сообщения, а в Японии — одного на каждые 235,7 сообщения.

Тенденции по отраслям:

- В июне наиболее "заспамленным" сектором экономики стал гостиничный и ресторанный бизнес, в котором уровень спама составил 92,3%.

- В секторе образования уровень спама достиг 90,3%, а в секторе химической и фармацевтической промышленности — 88,6%; в розничной торговле он составил 90,2%, в государственном секторе — 90,8%, а в финансовом — 87,5%.

- Активность вирусов в секторе образования снизилась на 0,10%, однако этот сектор продолжает возглавлять рейтинг с одним зараженным сообщением на каждые 126,7 сообщения.

- Уровень заражения вирусами в секторе ИТ-услуг составляет одно на каждые 358,0 сообщения, в розничной торговле — одно на каждые 493,6 сообщения и в секторе финансовых услуг — одно на каждые 259,1 сообщения.

Полный текст отчета доступен по адресу:
<http://www.messagelabs.com/intelligence.aspx>.

Symantec MessageLabs Intelligence — это достоверный источник информации и аналитики по вопросам безопасности, а также тенденций и статистических данных, относящихся к передаче сообщений. MessageLabs Intelligence предоставляет широкий спектр информационных материалов по глобальным угрозам безопасности, основанных на данных, непрерывно поступающих из наших центров контроля во всем мире, которые сканируют миллиарды сообщений в неделю.

Cisco Expo
2009

Юбилейная конференция Cisco Expo 2009

Москва, 12-14 октября 2009 г.
Центр Международной Торговли



www.ciscoexpo.ru

welcome to
the human network.



Разработка математической модели трафика, методики и алгоритма расчета нагрузок, генерируемых в широкополосной цифровой сети передачи данных на основе технологии ARD

Ключевые слова:

математическая модель трафика, широкополосные цифровые сети, технология ARD, сетевая нагрузка

Чутов О.В.,

директор департамента Министерства связи и массовых коммуникаций, o.chutov@minsvyaz.ru

Получены модель трафика, методика и алгоритм расчета нагрузок в широкополосной сети передачи данных на базе технологии ARD. При заданной топологии сети определена сетевая нагрузка, сформирована матрица взаимного информационного тяготения между объектами с учетом относительной нагрузки между ними.

В первом приближении будем полагать, что скорости передачи абонентов k -й службы являются дискретными случайными величинами, принимающими значения $b_1^{(k)} = B_p^{(k)}$ с вероятностью $p^{(k)}$ и $b_2^{(k)} = B_{\min}^{(k)}$ с вероятностью $q^{(k)} = 1 - p^{(k)}$. Тогда плотность распределения скоростей передачи абонентов k -й службы может быть выражена как сумма дельта-функций

$$f(b^{(k)}) = p^{(k)}\delta(b^{(k)} - B_p^{(k)}) + q^{(k)}\delta(b^{(k)} - B_{\min}^{(k)}) \quad (1)$$

Тогда первый и второй начальные моменты скоростей передачи имеют вид

$$\beta_1^{(k)} = \int_0^{\infty} b^{(k)} [p^{(k)}\delta(b^{(k)} - B_p^{(k)}) + q^{(k)}\delta(b^{(k)} - B_{\min}^{(k)})] b^{(k)} = p^{(k)}B_p^{(k)} + q^{(k)}B_{\min}^{(k)} \quad (2)$$

$$\beta_2^{(k)} = \int_0^{\infty} b^{(k)2} [p^{(k)}\delta(b^{(k)} - B_p^{(k)}) + q^{(k)}\delta(b^{(k)} - B_{\min}^{(k)})] b^{(k)} = p^{(k)}[B_p^{(k)}]^2 + q^{(k)}[B_{\min}^{(k)}]^2 \quad (3)$$

где $B_p^{(k)}$ — пиковая (максимальная) битовая скорость передачи абонентов k -й службы; $B_{\min}^{(k)}$ — минимальная скорость передачи абонентов k -й службы.

Очевидно, что первый начальный момент случайной величины (2.) характеризует среднее значение битовой скорости передачи $B_m^{(k)}$

$$B_m^{(k)} = \beta_1^{(k)} \quad (4)$$

Дисперсия скоростей передачи абонентов k -ой службы во время сеансов связи может быть выражена через второй и первый начальные моменты

$$D[b^{(k)}] = \beta_2^{(k)} - [\beta_1^{(k)}]^2 = p^{(k)}q^{(k)}(B_p^{(k)} - B_{\min}^{(k)})^2 \quad (5)$$

Для обеспечения гарантированной оценки необходимой производительности центров быстрой коммутации пакетов (ЦБКП), пропускные способности цифровых трактов связи абонентов сети целесообразно аппроксимировать моделью источника типа "вкл.-выкл."

В этом случае среднее значение и дисперсия скорости передачи абонента k -ой службы могут быть выражены через параметры трафика

$$B_m^{(k)} = p^{(k)}B_p^{(k)}; p^{(k)} = 1/K_{нач}^{(k)} \quad (6)$$

$$D[b^{(k)}] = \begin{cases} p^{(k)} * q^{(k)} * (B_p^{(k)})^2 & \text{ИСП} \\ 0 & \text{ИСП} \end{cases} \quad (7)$$

где $K_{нач}^{(k)} = B_p^{(k)} / B_m^{(k)}$ — пачечность трафика.

Среднее значение и дисперсию скоростей передачи преобразуем в среднее значение и дисперсию количества пакетов ARD, необходимые в единицу времени абоненту k -ой службы для передачи генерируемой им информации.

$$N_{m \text{ пак}}^{(k)} = B_m^{(k)} / L_{инф} \quad (8)$$

$$D[b^{(k)}] = \begin{cases} p^{(k)} * q^{(k)} * (B_p^{(k)} / L_{инф})^2 = \frac{q^{(k)}}{p^{(k)}} * [\gamma_m^{(k)}]^2 & \\ 0 & \end{cases} \quad (9)$$

где $L_{инф} = 384$ Кбит/с — длина информационной части пакета ARD.

Полагаем, что число заявок на виртуальное соединение, поступающее на i -ый абонентский узел ($i = 1, N$) от пользователей k -ой службы, является случайной величиной, распределенной по закону Пуассона со средним значением

$$N_{аб.i}^{(k)} = \gamma_{выз.i}^{(k)} T_m^k * \gamma_{выз.i}^{(k)} = N_{аб.i}^{(k)} * \gamma_{аб.}^{(k)} \quad (10)$$

$$D[n_{вс.i}^{(k)}] = N_{вс.i}^{(k)} \quad (11)$$

где $\gamma_{выз.i}^{(k)}$ — интенсивность потока заявок абонентов k -й службы на установление виртуального соединения, поступающих на i -ый узел;

$T_m^{(k)}$ — средняя длительность сеанса связи абонента k -ой службы.

Математическое ожидание числа пакетов k -ой службы, равно произведению математических ожиданий пакетов k -ой службы и числа активных абонентов k -ой службы (числа заявок на виртуальное соединение)

$$\gamma_1^{(k)} = N_{\text{макс}}^{(k)} * N_{\text{вс}}^{(k)}, \quad (12)$$

где $N_{\text{вс}}^{(k)} = N_{\text{об } i}^{(k)} * \gamma_{\text{аб } i}^{(k)} T_m^{(k)}$,

$N_{\text{об } i}^{(k)}$ — число объектов k -ой службы на i -ом узле;

$\gamma_{\text{аб } i}^{(k)}$ — число заявок на виртуальное соединение, поступающих от абонента k -ой службы.

Считаем, что в качестве исходных данных задано:

- количество объектов сети связи;
- количество абонентов на каждом объекте по этапам развития сети;
- распределение абонентов по используемым интерфейсам доступа в сеть;
- нагрузки, генерируемые абонентом каждой службы (количество заявок на виртуальное соединение и длительность сеанса связи).

Математическое ожидание числа пакетов, генерируемых абонентами i -го узла сети, равно

$$\gamma_i = \sum_{j=1}^k \gamma_i^{(j)}, \quad (13)$$

где k — количество служб.

Общее количество генерируемых абонентами i -го узла пакетов делится на:

- поток пакетов, замыкаемый на узле сети

$$\gamma_{\text{зам}} = k_{1i} * \gamma_{\Sigma i}, \quad (14)$$

- поток пакетов, генерируемый i -м узлом к другим узлам сети

$$\gamma_{\text{выд } i} = k_{2i} * \gamma_{\Sigma i}, \quad (15)$$

- поток пакетов, генерируемый i -м узлом в другие сети

$$\gamma_{\text{оп } i} = k_{3i} * \gamma_{\Sigma i}. \quad (16)$$

Для коэффициентов замыкания нагрузки справедливо соотношение

$$k_{1i} + k_{2i} + k_{3i} = 1; \quad i = (1, N), \quad (17)$$

где k_{1i} — доля нагрузки i -го узла, замыкаемой на узле;

k_{2i} — доля нагрузки i -го узла, генерируемой к другим узлам сети;

k_{3i} — доля нагрузки i -го узла, генерируемая в другие сети.

Сетевая нагрузка определяется потоками пакетов $\gamma_{\text{выд } i}$ и $\gamma_{\text{оп } i}$. В свою очередь, поток пакетов $\gamma_{\text{выд } i}$, генерируемый i -ым узлом, распределяется между всеми узлами сети

$$\gamma_{\text{выд } i} = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{k-1} \gamma_{ij}. \quad (18)$$

Задачи расчета интенсивностей нагрузки и формирования матрицы взаимного информационного тяготения между объектами будем рассматривать при заданной топологии сети [6]. Для их решения требуется:

- число пользователей сети на данном этапе развития;

— таблица распределения пользователей по видам обслуживания и параметрам трафика;

- характер абонента каждой службы.

Оценим число пользователей k -ой службы на объекте i

$$N_i^{(k)} = N_i * p^{(k)}, \quad (19)$$

где $p^{(k)}$ — объем трафика, порожденного на объекте i для вида обслуживания k ; N_i — число пользователей на объекте i .

Трафик одного пользователя для k -ой сервисной службы будет равен:

$$\gamma^{(k)} = B^{(k)} * (\gamma_{\text{аб } i}^{(k)} * T_m^{(k)}) / 3600 = B^{(j)} * \eta^{(j)}, \quad (20)$$

где $B^{(k)}$ — битовая скорость потока;

$\eta^{(j)}$ — удельная интенсивность нагрузки.

Откуда

$$\gamma_i^{(k)} = N_i^{(k)} * \gamma^{(k)}. \quad (21)$$

Полученные значения интенсивности $\gamma_i^{(k)}$ зависят от объекта i и сервисной службы k . В дальнейшем для упрощения решения будем использовать (13).

Воспользуемся формулой (13) и перепишем ее в виде

$$\gamma_i = \sum_{j=1}^k N_i^{(j)} p^{(j)} \frac{B^{(j)}}{L}. \quad (22)$$

Эта формула является окончательной для оценки интенсивности нагрузки.

При формировании матрицы информационного тяготения будем учитывать два варианта тяготения: по длине и по нагрузке, то есть, считаем, что потоки между узлами определяются количеством абонентов на каждом узле (интенсивностью потоков, генерируемых на узле) и расстояниями между узлами.

Если фиксировать относительное значение средней нагрузки между двумя абонентами $K^{(R_{ij})}$ (коэффициент информационного тяготения между объектами i, j от расстояния R_{ij}) при наличии соответствующего множества значений имеем следующее выражение

$$K^{(R_{ij})} = a (R_{ij})^{-b}, \quad (23)$$

где a — коэффициент аппроксимации; b — "гравитационная" постоянная. Очевидно, что

$$\sum_{j=1}^N K^{(R_{ij})} = 1. \quad (24)$$

После соответствующих преобразований получаем формулу для расчета элементов матрицы тяготения по расстоянию

$$K^{(R_{ij})} = \frac{R_{ij}^{-b}}{\sum_{j=1}^N R_{ij}^{-b}}. \quad (25)$$

Для информационного тяготения между объектами по нагрузке определим относительную нагрузку, передаваемую от объекта i к объекту j , в виде

$$K^{(Y_{\text{выд}})} = \frac{Y_{\text{выд}j}}{\sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^N Y_{\text{выд}k} K_j} \quad (26)$$

На основе выражений (25) и (26) производится формирование двух матриц тяготения по нагрузке и по расстоянию. Затем перемножением элементов этих матриц с учетом нормирования элементов матрицы по сумме элементов соответствующего столбца (по i) формируется матрица информационного тяготения. Она и используется для получения матрицы информационных нагрузок между узлами. Необходимые исходные данные:

- число узлов и количество абонентов по этапам развития сети;
- распределение абонентов по интерфейсам в зависимости от этапов развития сети;
- удельные абонентские нагрузки по службам в зависимости от интерфейса;
- требования каждой службы к скорости передачи и коэффициенты пачечности;
- значения коэффициентов замыкания в зависимости от узла;
- длина пакета АРД (48 байт, или 384 бит) и его информационной части;
- география узлов;
- вариант тяготения.

Блок схема укрупненного алгоритма расчета нагрузок, генерируемых в сети, и формирования матрицы информационного тяготения приведена на рисунке.

После решения задачи по распределению общей нагрузки по видам замыкания для каждого ЦБКП получаем:

- интенсивности потоков пакетов АРД, генерируемых абонентами узла;
- интенсивности потоков пакетов АРД, замыкаемых на узле;
- интенсивности потоков пакетов АРД, генерируемых абонентами узла к другим узлам;
- интенсивности потоков пакетов АРД, генерируемых абонентами узлов сети в центральный узел;
- суммарную сетевую интенсивность потоков пакетов АРД между узлами сети.

Далее по данным о координатах объектов алгоритм формирует матрицу тяготения по расстоянию, по матрице интенсивностей нагрузок, генерируемых узлами, определяется матрица тяготения по нагрузке. Затем определяется общая матрица информационного тяготения, с помощью которой рассчитываются нагрузки между узлами сети, и формируется соответствующая матрица.

По данным о замыкании нагрузки и матрице интенсивностей нагрузок, генерируемых узлами, определяется нагрузка, направляемая в дру-

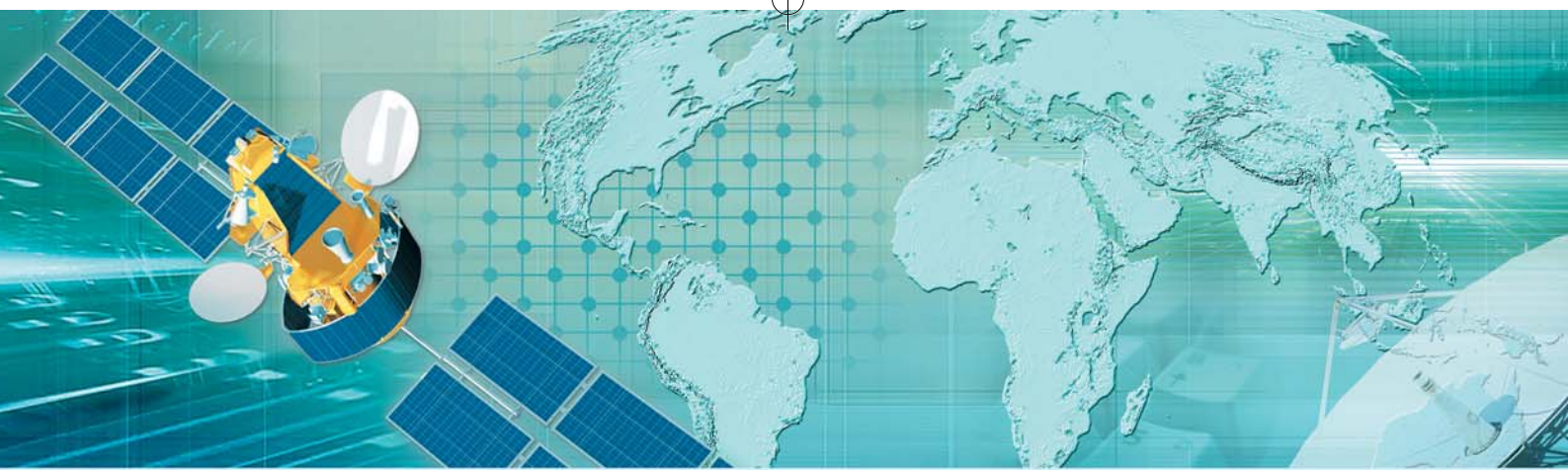


гие сети. По этим данным также формируется матрица интенсивностей нагрузок.

Далее, путем суммирования соответствующих элементов матриц, определяется окончательная матрица интенсивностей нагрузок на информационных направлениях, которая является исходными данными для решения следующей задачи распределения потоков.

Литература

1. Лохмотко В.В., Пирогов К.И. Анализ и оптимизация цифровых сетей интегрального обслуживания. — Минск: Наука и техника, 1991. — 191 с.
2. Захаров Г.П. Методы исследования сетей передачи данных. — М.: Радио и связь, 1982. — 208 с.
3. Филипс Д., Гарсия-Диас А. Методы анализа сетей. — М.: Мир, 1984. — 496 с.
4. Проектирование и техническая эксплуатация сетей передачи дискретных сообщений//Под ред. Г.П. Захарова. — М.: Радио и связь, 1988. — 396 с.
5. Протоколы и методы управления в сетях передачи данных//Под ред. Ф.Ф. Ку. — М.: Радио и связь, 1985. — 480 с.
6. Мартин Дж. Системный анализ передачи данных. Том II. Проектирование систем передачи данных. — М.: Мир, 1975. — 432 с.



SATRUS 2009

14-я ежегодная конференция и выставка операторов и пользователей сети спутниковой связи и вещания Российской Федерации

29-30 сентября 2009 г., гостиница «Ренессанс Москва», г. Москва, Олимпийский проспект, 18/1

С докладами выступят:



Юрий Прохоров,
и.о. Генерального директора ФГУП «Космическая связь»



Николай Орлов,
Региональный директор в СНГ, Eutelsat



Георгий Пауров,
Заместитель Генерального директора ООО «АРД Сатком Сервис»



Владимир Терехов,
Региональный директор по России и странам СНГ, EADS Astrium



Николай Тестоев,
Генеральный конструктор и Генеральный директор ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва»



Владимир Климов,
Исполнительный директор Ассоциации ГЛОНАСС/ГНСС-Форум



Елена Живова,
Начальник управления частотных назначений спутниковых систем, ФГУП «Главный Радиочастотный Центр»



Сергей Алымов,
Генеральный директор ООО «Русат»

Организатор:



В партнерстве:



Космическая связь

Генеральный спонсор – оператор:



Генеральный спонсор – производитель оборудования:



При поддержке:



Министерство связи и массовых коммуникаций Российской Федерации



Федеральное агентство связи

Золотой спонсор:



Генеральный экспонент:



Серебряный спонсор:



Бронзовый спонсор:



Спонсор портфеля делегата:



Спонсор ланча:



Спонсор кофе-пауз:



Информационные спонсоры:



Для регистрации звоните по телефону +7 (495) 933-54-83, +7 (495) 775-17-20, на e-mail: conf@comnews-conferences.ru или посетите <http://www.sat-rus.ru>

Оценка пространственной надежности ОВЧ-радиосвязи в условиях города

Туляков Ю.М.,

к.т.н., доцент, зав. кафедрой
Волго-Вятского филиала МТУСИ,
yu.m.tulyakov@rambler.ru

Радиосигналы диапазона очень высоких частот (ОВЧ) при распространении в условиях города имеют сложную многолучевую структуру и их уровень по территории города подвержен значительным изменениям (флуктуациям). В связи с этим для городских системах связи, использующих такие радиосигналы, важным параметром является надежность связи по зоне действия системы — пространственная (территориальная) надежность. Такая надежность будет определяться условием соблюдения заданной помехоустойчивости — созданием необходимого отношения сигнал/помеха. Т. е. пространственная надежность показывает вероятность наличия (или превышения) требуемого отношения сигнал/помеха в зоне (или участках зоны) действия системы, и такую надежность правильнее назвать "пространственной надежностью при заданной помехоустойчивости".

С другой стороны эту надежность можно трактовать по иному, как процент территории зоны обслуживания системой связи, в которой допустимая вероятность ошибки принимаемых сигналов (требуемое отношение сигнал/помеха) сохраняется в заданных пределах.

Требуемый минимальный (пороговый) уровень сигнала в месте приема для заданной помехоустойчивости определяется

$$E_{co} = \sqrt{\rho} E_{II} \text{ или } E_{co, dB} = E_{II, dB} + \rho'_{dB}, \quad (1)$$

где ρ — отношение сигнал/помеха по мощности, определяемое для минимально допустимых значений помехоустойчивости (вероятности ошибки принимаемых сигналов) в канале с постоянными параметрами и флуктуационной помехой; E_{II} — уровень помех, который определяется как

$$E_{II} = \sqrt{E_{PI}^2 + P_{III}}, \quad (2)$$

E_{PI} — уровень радиопомех на улицах города, который может прогнозироваться на основании статистических данных и контрольных оце-

нок радиопомех в условиях города, P_{III} — мощность внутренних шумов радиоприемника. Таким образом .

$$E_{co, dB} = (\sqrt{E_{PI, dB}^2 + P_{III}})_{dB} + \rho'_{dB}. \quad (1')$$

Для требуемого E_{co} пространственная надежность будет характеризоваться вероятностью превышения этого порогового уровня уровнем сигнала в канале — ρ . При известных функциях распределения уровня сигнала $W(E)$ надежность, будет определяться в процентах интегральной функцией:

$$S = \rho(E > E_{co}) = 100 \int_{E_{co}}^{\infty} W(E) dE, \% \quad (3)$$

Существует ряд известных моделей оценки распространения радиоволн ОВЧ в условиях города, таких как модели Окамура-Хата [1,2] Бардина — Дымовича [3], МСЭ [4] и др., идея которых сводится к прогнозу среднего (медианного) уровня электромагнитного поля — E . В обобщенном виде для таких оценок можно записать

$$E = \Xi - L + \Delta E = \Xi - 10n \lg R + K + \Delta E = E_1 - 10n \lg R + \Delta E, \text{ дБ}, \quad (4)$$

где Ξ — энергетический показатель системы, определяемый параметрами PD (здесь: P — мощность подводимая к антенне, D — коэффициент усиления антенны); L — ослабление уровня поля, определяемое величиной $10n \lg R + K$; R — расстояние от радиопередатчика (базовой станции — БС) до места приема; K — параметр сдвига; n — значение экспоненты потерь (ослабления); K и n — величины, учитывающие специфику застройки города, конкретную длину волны (частоты — f) сигнала, высоту подвеса антенны БС над уровнем земли (или над средним уровнем крыш зданий города) — h_{bc} , высоту относительно уровня земли точки приема (абонентской станции — АС) — h_{ac} и определяемые по зависимостям, соответствующим типу модели, используемой для прогнозирования уровня сигнала, (значения n и K могут уточняться "коэффициентами" экспериментальными проверками распространения радиоволн в реальных условиях выбранного района (города) с

целью определения пригодности той или иной модели для прогнозирования медианного уровня напряженности поля, например с использованием цифровых карт местности[5]);

$E_1 = \Xi + K$ — медианный (средний) уровень сигнала на "единичном расстоянии" — $R = 1$;

ΔE — случайные изменения уровня сигнала относительно медианного значения, обусловленные сложной многолучевой структурой распространения электромагнитных волн в условиях (на улицах) города, оцениваются с использованием эмпирических статистических интегральных функций.

Распределение случайной величины ΔE на улицах города подчиняется нормальному закону, с параметрами: математическим ожиданием — $M_{\Delta E} = 0$ дБ, среднеквадратическим отклонением — $\sigma_{\Delta E}$, значение которого определяется для конкретных условий распространения сигнала. Так, например, экспериментально установлено, что для отечественных мегаполисов можно считать $\sigma_{\Delta E} = 6,5 - 10$ дБ, например, $\sigma_{\Delta E} \approx 7,8$ дБ [6,3].

Современным требованием для большинства систем радиосвязи городского типа, особенно для подвижной наземной связи, является надежная связь не только на улицах города, но и в помещениях зданий. Для определения надежности связи при таком требовании необходимо дополнительно знание характеристик затухания уровня электромагнитных волн при их проникновении с улиц в помещения зданий города

$$\Delta = 20 \lg(E_{уп} / E_{зд}), \text{ дБ}$$

где $E_{уп}$, $E_{зд}$ — медианные уровни электромагнитного поля соответственно вне здания (на улице где расположено здание) и в помещениях здания. Эти затухания имеют случайный характер и определяются вероятностными параметрами. На основании экспериментальных исследований в диапазоне ОВЧ в [6,7] определено, что они подчиняются нормальному закону.

При оценке уровня сигнала (электромагнитного поля), проникающего в помещения зданий, флуктуации уровня сигнала будут определяться совместным распределением величины ($\Delta E - \Delta$). Принимая во внимание независимость и нормальность распределения ΔE и Δ , их совместное распределение (плотность)

$$W(\Delta E - \Delta) = \frac{1}{\sigma_{\Sigma} \sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{[(\Delta E - \Delta) - M_{(\Delta E - \Delta)}]}{2\sigma_{\Sigma}^2}\right\} \quad (5)$$

определяется следующими параметрами: математическим ожиданием

$$M_{(\Delta E - \Delta)} = M_{\Delta E} + (-M_{\Delta})$$

и среднеквадратическим отклонением

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{\sigma_{\Delta E}^2 + \sigma_{\Delta}^2}$$

где $M_{\Delta E}, \sigma_{\Delta E}, M_{\Delta}, \sigma_{\Delta}$ — математические ожидания и среднеквадратические отклонения соответственно флуктуаций уровня сигнала на улице $-\Delta E$ и затуханий сигнала в зданиях $-\Delta$.

Используя числовые значения, приводимые выше и в [6, 7, 8, 9, 10] для параметров распределения величин ΔE и Δ , и учитывая, что $M_{\Delta E} = 0$, т.е. $M_{(\Delta E - \Delta)} = -M_{\Delta}$, определим параметры распределений (5):

— для помещений первых этажей $M_{(\Delta E - \Delta)_I} = -23$ дБ; $\sigma_{\Sigma I} = 9,6$ дБ;

— для помещений цокольных этажей $M_{(\Delta E - \Delta)_C} = -30$ дБ; $\sigma_{\Sigma C} = 12,8$ дБ;

— для подвальных помещений $M_{(\Delta E - \Delta)_N} = -37,4$ дБ; $\sigma_{\Sigma N} = 13$ дБ.

Таким образом, основываясь на (4) и (5), уровень сигнала в помещениях зданий будет определяться соотношением

$$E = E_1 - 10 \lg R + (\Delta E - \Delta), \text{ дБ.} \quad (6)$$

На практике важно знать как меняется надежность в зоне действия радиосистемы и за ее пределами в зависимости от расстояния от базовой станции.

В связи с различной природой пространственных флуктуаций уровней радиопомех $-\Delta E_n$, радиосигнала на улицах $-\Delta E$ и затуханий электромагнитных волн ОВЧ при проникновении в помещения зданий города $-\Delta$ можно считать случайные величины параметров $\Delta E_n, \Delta E, \Delta$ независимыми и их взаимодействие в трехмерном пространстве, в котором совокупность случайных величин представляется координатами или компонентами случайной величины. Представление надежности передачи-приема сигналов при таких условиях будет неоднозначным и будет определяться множеством значений случайных компонентов.

Рассмотрим ряд условий, позволяющих конкретизировать оценку надежности. В связи с тем, что уровень сигнала убывает с ростом расстояния от базовой станции (см. (4)), наилучшие соотношения сигнал/помеха получаются на границе зоны действия системы. При этом за величину радиопомех $-E_{pn}$, а следовательно

и суммарный уровень помех $-E_n$ (см. (2)), в городе можно принять как некоторый фиксированный уровень, рассчитанный, например, по методике [11]. Такой подход приемлем для систем связи с внутригородской зоной действия или многозональных городских систем с несколькими базовыми станциями. Для систем с одной базовой станцией и зоной обслуживания, включающей в себя весь город с его окрестностями (окраинами), при определении уровня сигнала на границе зоны обслуживания необходимо учитывать ослабление уровня радиопомех по сравнению с уровнем в самом городе, в его центральной части (исключения, конечно, составляют города с размещением значительных промышленных и транспортных центров на окраинах города, уровень радиопомех в которых необходимо оценивать с учетом этих особенностей планировки города). Из-за отсутствия каких-либо конкретных данных об ослаблении радиопомех в зависимости от расстояния до центральной части города, что является, очевидно, сложной и в ряде случаев существенно специфической и оригинальной задачей, ограничимся предположением о монотонности убывания уровня радиопомех с удалением от центральной части города в виде зависимости

$$\bar{E}_{p, \text{дБ}} = \bar{E}_{p, \text{ц}}, \text{ дБ} - 10\beta \lg R, \quad (7)$$

где $\bar{E}_{p, \text{ц}}, \text{ дБ}$ — уровень радиопомех в центральной части города, определяемый по методике [11], дБ; R — расстояние от центральной части города, км; β — коэффициент, характеризующий интенсивность убывания уровня суммарных радиопомех с ростом R .

Такое предположение не является абстрактным и представляющим лишь удобную для анализа форму, а основано на вполне наглядном представлении картины радиопомех в городе, обусловленных их природой: интенсивностью транспорта, насыщенностью газоразрядных ламп, наличием электропередач, коммутационных и электроустройств и т. д. Для определения коэффициента β можно воспользоваться рекомендациями по корректированию прогнозирования уровня радиопомех в пригородных районах (окраинных улицах) крупного города [11]: при расстоянии 10 км от центра города поправка к среднему уровню радиопомех принимается равной 5...10 дБ. Подставив эти значения в (7), нетрудно получить $\beta = 0,5...1$.

Зависимость уровня радиопомех от расстояния до центральной части города и согласование этой зависимости с характеристиками распространения радиоволн ОВЧ в городе при использовании одной базовой (или передающей) станции (вариант централизованной сис-

темы) (см. (7)), а также повышенная потребность в обслуживании центральных районов города являются причинами целесообразности размещения передающей станции в центральной части города. При таком размещении передающей станции пороговый уровень сигнала

$$E'_{c0, \text{дБ}} = \left[\sqrt{(\bar{E}_{p, \text{ц}} / R^{\beta})^2 + P'_{\text{ш}}} \right]_{\text{дБ}} + \rho'_{\text{дБ}}, \quad (8)$$

где $R \geq 1$; $\bar{E}_{p, \text{ц}}$ определяет наибольший уровень радиопомех (в абсолютных единицах), характерный для центральной части города. Заметим, что при оценке уровней сигнала и радиопомех в помещениях зданий необходимо учитывать, что величина $\Delta \neq 0$ и случайные изменения уровня сигнала характеризуются величиной $(\Delta E - \Delta)$ (см. (6)).

Определенность порогового уровня сигнала позволяет оценить пространственную надежность приема сигналов. Произведем эту оценку для двух рассмотренных представлений порогового уровня сигнала: с постоянным уровнем радиопомех в зоне действия системы (1') (например, при приеме в помещениях зданий) и с уровнем радиопомех (8), зависящим от расстояния до передающей станции (центра города). Причем при преобладании уровня радиопомех над уровнем внутренних шумов приемника пороговый сигнал можно рассматривать в зависимости лишь от уровня радиопомех, пренебрегая внутренними шумами приемника (например, при приеме на улице). При такой постановке вопроса о соотношениях помех для порогового уровня сигнала в общем виде можно записать

$$E_{c0, \text{дБ}} = E_n - 10\beta \lg R + \rho', \quad (9)$$

где E_n — уровень помех, характерный ближайшей зоне базовой (передающей) станции.

Обозначив $10 \lg R = R'$, упростим запись выражения (9):

$$E_{c0, \text{дБ}} = E_n - \beta R' + \rho'. \quad (10)$$

При $\beta = 0$ выражение (10) будет характеризовать пороговый уровень сигнала при постоянном уровне радиопомех и преобразуется к виду (1) и затем к (1').

В свою очередь уровень сигнала в месте приема является случайной величиной, характеризуемой выражением (6). Совокупность параметров, определяющих уровень сигнала и не зависящих от расстояния до передающей станции, можно рассматривать как единый параметр:

$$E_{1\Sigma} = E_1 + (\Delta E - \Delta), \text{ дБ.} \quad (11)$$

(Физический смысл параметра $E_{1\Sigma}$ можно трактовать как уровень сигнала на "единичном" расстоянии до базовой (передающей) станции, например $R = 1$ км, с учетом его возможного случайного отклонения от медианной величины E_1). Тогда уровень сигнала в зависимости от расстояния до передающей станции

$$E = E_{1\Sigma} - 10n \lg R = E_{1\Sigma} - nR'. \quad (12)$$

Случайный характер $E_{1\Sigma}$ определяется параметрами E_Σ и Δ и совместной функцией распределения значений этих параметров (5) с математическими ожиданиями для улиц $E_{1\Sigma M} = E_1$ и для помещений зданий $E_{1\Sigma M} = E_1 - M_{\Delta}$, детерминированными величинами которых являются $\Delta + K = E_1$ (см.(4)), и среднеквадратическим отклонением $\sigma = \sigma_\Sigma$. Плотность такого распределения

$$W(E_{1\Sigma}) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{(E_{1\Sigma} - E_{1\Sigma M})^2}{2\sigma^2}\right\}. \quad (13)$$

Случайный характер $E_{1\Sigma}$ и E и соотношение (12) позволяют рассматривать уровень сигнала в виде зависимости случайных величин

$$\xi_E = \xi_{E_{1\Sigma}} - nR'. \quad (14)$$

Зависимость расстояния до базовой станции от уровня сигнала определяется из (12):

$$R' = (E_{1\Sigma} - E) / n. \quad (15)$$

При заданном уровне сигнала E , учитывая случайный характер значений $E_{1\Sigma}$, расстояние R' можно рассматривать как функцию ξ_R от случайной величины $\xi_{E_{1\Sigma}}$.

В соответствии с (15) из (14) получаем

$$\xi_{R'} = (\xi_{E_{1\Sigma}} - E) / n. \quad (16)$$

Распределение функции $\xi_{R'}$ позволяет охарактеризовать вероятность превышения уровня сигнала E в зависимости от расстояния до базовой (передающей) станции и тем самым определить надежность приема сигналов с уровнем E .

Рассмотрим случай с уровнем сигнала $E = E_{\text{ср}}$ определяемым выражением (10). Подставив выражение (10) в (15), после несложных преобразований получим

$$R' = (E_{1\Sigma} - E_{II} - \rho') / (n - \beta). \quad (17)$$

В связи с тем, что параметры E_{II} , ρ' и β не

зависят от условий распространения радиосигнала ОВЧ и могут считаться детерминированными, функция $\xi_{R'}$ от случайной величины $\xi_{E_{1\Sigma}}$ примет вид

$$\xi_{R'} = (\xi_{E_{1\Sigma}} - E_{II} - \rho') / (n - \beta). \quad (18)$$

Функциональная связь $\xi_{R'} = F(\xi_{E_{1\Sigma}})$ является линейной и, следовательно, взаимно однозначной с обратной функцией $\xi_{E_{1\Sigma}} = \varphi(\xi_{R'})$. На основании [12] распределение $\xi_{R'}$ выражено через функцию распределения случайной величины $\xi_{E_{1\Sigma}}$, в этом случае будет определяться

$$W(R') = \omega(E_{1\Sigma}) \left| \frac{dE_{1\Sigma}}{dR'} \right| = \omega[\varphi(R')] \left| \frac{d\varphi(R')}{dR'} \right| \quad (19)$$

где ω — функция распределения (плотность) случайной величины $\xi_{E_{1\Sigma}}$; $\varphi(R')$ — обратная функция взаимосвязи $E_{1\Sigma}$ от R' . Из (17)

$$\varphi(R') = E_{1\Sigma} = (n - \beta)R' + E_{II} + \rho'. \quad (20)$$

Подставив выражение для $\varphi(R')$ и ее производную в (20), получим

$$W(R') = |n - \beta| \omega[(n - \beta)R' + E_{II} + \rho']. \quad (21)$$

Плотность распределения ω флуктуаций уровня $E_{1\Sigma}$ описывается выражением (14). Подставив (14) в (21), получим

$$W(R') = \frac{|n - \beta|}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{[(n - \beta)R' + E_{II} + \rho' - E_{1\Sigma M}]^2}{2\sigma^2}\right\} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma/|n - \beta|} \exp\left\{-\frac{\left[R' - \frac{E_{1\Sigma M} - E_{II} - \rho'}{n - \beta}\right]^2}{2[\sigma/(n - \beta)]^2}\right\}. \quad (22)$$

Выражение (22) приведено к виду, наглядно характеризующему нормальность распределения $\xi_{R'}$ со среднеквадратическим отклонением $\sigma_{R'}$ связанным со среднеквадратическим отклонением распределения $\omega(E_{1\Sigma})$ соотношением $\sigma_{R'} = \sigma / |n - \beta|$.

Интегральная функция распределения, соответствующая (22), позволяет определить вероятность превышения уровня сигнала над пороговым уровнем в зависимости от расстояния до передающей станции R и тем самым охарактеризовать эту зависимость для надежности приема сигналов в виде

$$S_{\text{в}}(R) = 100 \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma/|n - \beta|} \int_{R'}^{\infty} \exp\left\{-\frac{\left[R' - \frac{E_{1\Sigma M} - E_{II} - \rho'}{n - \beta}\right]^2}{2[\sigma/(n - \beta)]^2}\right\} dR = 50 \left\{ 1 - \Phi\left[\frac{R'(n - \beta) - E_{1\Sigma M} + E_{II} + \rho'}{\sigma}\right] \right\}. \quad (23)$$

где $\Phi(x) = (2/\sqrt{2\pi}) \int_0^x \exp(-t^2/2) dt$ — табулированная функция Крампфа.

При $\beta = 0$ выражение (23) характеризует надежность приема для постоянного уровня помех, т.е. с пороговым уровнем сигнала $E_{\text{ср}}$ определяемого соотношением (1').

Используя значения, приводимые выше для $\sigma = \sigma_\Sigma$ и M_{Δ} , а также обоснование для (13) математических ожиданий параметра E_1 при приеме на улице $E_{1\Sigma M \text{ ул}}$ и в зданиях $E_{1\Sigma M \text{ зд}} = E_{1\Sigma M \text{ ул}} - M_{\Delta}$, на основании (23) можно определить конкретные функции для надежности в зависимости от расстояния до БС для различных городских условий приема сигналов.

Графики этих зависимостей от расстояния до передающей станции, нормированного к расстоянию математического ожидания:

$$R'_M = (E_{1\Sigma M \text{ ул}} - E_{II} - \rho' - \Delta_M) / (n - \beta) \quad (24)$$

при значении $n = 4$ [эта величина принимается в качестве примера для модели Бардина-Дымова (см. (4'))] и выраженного в относительных единицах измерения R (км) / R_M (км) (после перехода от "дБ" к "км"), представлены на рис. 1.

На рис. 1,а изображены зависимости для постоянного уровня помех ($\beta = 0$), на рис. 1.б — для уровня помех, убывающего с ростом расстояния до передающей (базовой) станции [(см (7)), с коэффициентом $\beta = 0,5$. Кривые 1 характеризуют прием на улицах 2 — в помещениях первых этажей, 3 — в помещениях цокольных этажей, 4 — в подвальных помещениях зданий.

При заданных значениях надежности приема на границе зоны обслуживания оценку надежности приема сигнала в системе целесообразно производить для расстояния нормировки с надежностью значением выше граничного. Поэтому для большей практической полезности на рис. 2 представлены зависимости $S(R) \%$ для нормированного расстояния относительно расстояния с надежностью 99% — $R/R_{99\%}$. Кривые 1, 2, 3, 4 на рис. 2 характеризуют надежность приема для условий, аналогичных кривым 1, 2, 3, 4 на рис. 1.

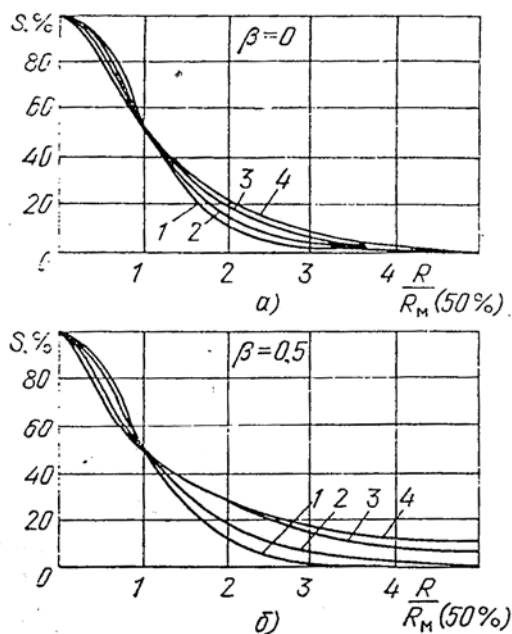


Рис.1. Зависимости пространственной надежности сигнала ОВЧ в условиях города от расстояния до передающей станции (БС), нормированного к расстоянию с надежностью 50%: при $\beta = 0$ (а) и $\beta = 0,5$ (б)

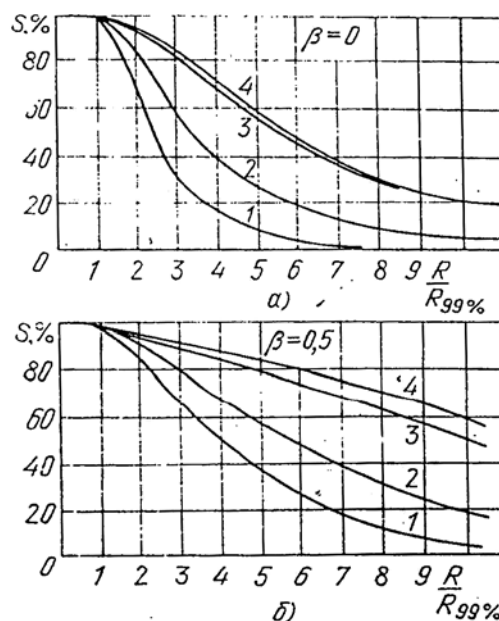


Рис.2. Зависимости пространственной надежности сигнала ОВЧ в условиях города от расстояния до передающей станции, нормированного к расстоянию с надежностью 99%: при $\beta = 0$ (а) и $\beta = 0,5$ (б)

Выводы

Проведенная оценка надежности связи ОВЧ радиосистем в условиях города позволяет при заданных энергетических показателях системы прогнозировать ее по зоне действия в зависимости от удаленности абонентской (мобильной) станции от базовой станции, причем не только на улицах города, но и в помещениях зданий. Или может решаться обратная задача — при заданной надежности могут определяться энергетические показатели системы.

Литература

1. Okumura J. et al. Field strength and its variability its in VHF and UHF land mobile radio service // Rev. Inst.

Elec. Eng. — 1968. — V. 16. — № 9-10.

2. Hata M. Empirical formula for propagation loss in land mobile services // IEEE Trans. Vehicular Technology. — 1980. — V. 29. — № 3.

3. Бардин Н.И., Дымович Н.Д. Распространение ультракоротких радиоволн в условиях крупного города // Электросвязь, 1964. — №7. — С. 15-18.

4. ITU-R Recommendations. P. 1546. 2001.

5. Милютин Е.Р. Повышение точности расчета ослабления поля с помощью калибровки и цифровых карт местности // Электросвязь. 2004. — № 2. — С. 38-40.

6. Туляков Ю.М. Системы персонального радиовызова. — М.: Радио и связь, 1988. — 168 с.

7. Туляков Ю.М. Статистика затуханий уровня электромагнитного поля ОВЧ при проникновении в помещения зданий города. // Технологии ЭМС. —

2009. — №2 (29) — С. 85-89.

8. Maag H. Ein offentliches Gersonenfunkrufntz // "Technische Mitteiluntn" PTT. — 1972. — №4. — pp. 132-140.

9. Wey E. Des national Autorufnetz der Schweiz // Technische Mitteiluntn" PTT. — 1967. — №5. — pp. 232-236.

10. Rise L P. Radio transmission into Buildings at 35 and 150 mc // The Bell System Technical Journal. — 1959. — January. — pp. 197-210.

11. Мясковский Г.М. Системы производственной связи: Справочник / под ред. И.М. Пышкина. — М.: Связь, 1980. — 216 с.

12. Левин Б. Р. Теоретические основы статистической радиотехники. 2-е изд. — М.: Сов. радио, 1974. — 552 с.

Современные требования к показателям качества информационного обмена в сетях беспроводного доступа специального назначения

Ключевые слова:

беспроводной доступ, Интернет-трафик, стандарт IEEE 802.16, сети специального назначения, помехоустойчивость

Легков К.Е.,

научный сотрудник Северо-Кавказского филиала МТУСИ, Ростов-на-Дону, const@mail.ru

Донченко А.А.,

зам. директора Северо-Кавказского филиала МТУСИ по научной работе, Ростов-на-Дону, risint@mail.ru

Внедрение новых информационных технологий, необходимость передачи различного вида информации на узлах связи специального назначения, определяют повышенные требования к качеству информационного обмена (КИО).

Необходимость во множественном доступе к разделяемым вычислительным ресурсам обусловила создание распределенных систем, которые со временем стали представлять чрезвычайно сложные технические комплексы, состоящие из объединенного в сеть посредством среды распространения и находящегося под управлением сетевой операционной системы, разнообразного оборудования. Однако, со стороны конечного пользователя такая система является не чем иным, как совокупностью сетевых служб, обеспечивающих возможность отправки, получения, обработки и хранения информации или, что то же, доступа к необходимым ему услугам. Естественно, что для выполнения данных функций распределенная система должна не только предоставлять пользователю необходимые услуги и информацию, но и обеспечивать их должное качество — качество ин-

формационного обмена (КИО). В упрощенном виде это сводится к необходимости передачи информации, представленной сигналами речи, данных или видео, строго по назначению, как можно быстрее и, естественно, с высокой надежностью и достоверностью. Последнее подразумевает минимизацию на стороне приема ошибок, определяя тем самым требования к оборудованию и программному обеспечению, непосредственно принимающим участие в передаче. Поэтому, учитывая непрерывное повышение требований пользователей к объему, временным задержкам и скорости передачи информации, на первый план выходит задача обеспечения и поддержания необходимого пользователю КИО, что может быть осуществлено наращиванием, модернизацией или распределением сетевых ресурсов путем соответствующего управления сетью.

Сетевая служба распределенной системы может либо гарантировать соблюдение определенного КИО, либо стремиться повысить его, не гарантируя поддержания в процессе пользования услугой. Применение того или иного подхода, а также определение состава и области допустимых значений показателей качества, устанавливается в соглашении об уровне предоставляемых услуг (Service Level Agreement, SLA) с учетом позиций и пользователя, и сетевых служб распределенной системы. Учитывая данную особенность КИО, а именно необходимость его рассмотрения как с позиций приложений, так и с позиций сети телекоммуникаций, к вопросу контроля качества следует под-

ходить, как к контролю соответствия установленным нормам, например, значениям тех или иных сетевых параметров и показателей, отражающих это качество.

При оценке КИО как интегрированного показателя необходимо сначала определить требования и критерии оценки к его составляющим, таким как пропускная способность (скорость передачи), помехоустойчивость приема сигналов, вероятность ошибки в радиоканале и т.д.

Согласно [1] основными требованиями к КИО для услуг с коммутацией пакетов являются:

- эффективность полосы пропускания (отношение количества бит пользовательской информации, переданной при сквозном соединении в одном направлении в единицу времени, к классу данного (виртуального) соединения);
- RTD (задержки двусторонней передачи (передачи информации и приема подтверждения));
- доступность услуги;
- количество перерывов в услуге в год.

Очевидно, что используемые средства определения значений параметров производительности сети не обязательно должны охватывать все параметры, а должны включать только те из них, которые имеют отношение к согласованному КИО.

Пользователями используются следующие группы показателей качества:

- показатели качества услуг, предоставляемых службами пользователям системы связи:

своевременность, достоверность, безопасность;

- показатели качества предоставления услуг пользователям.

Оперативно-тактические показатели качества функционирования системы связи предназначены для оценки оперативно-технических возможностей сети по обеспечению выполнения требований пользователей к качеству услуг (своевременность, достоверность, безопасность). К ним относят следующие показатели системы связи: пропускная способность, готовность, устойчивость, живучесть, мобильность, разведзащищенность, крипто — и имитостойкость.

Номенклатура существенных характеристик качества функционирования сетей и служб системы связи формируется на основе их существенных свойств и подходов, установленных в Концепции характеристик сети, определенной в [2].

В [3] определены основные характеристики КИО:

- производительность сети (пропускная способность);
- надежность;
- параметры доставки пакетов IP;
- классы QoS и приложения.

Основной характеристикой телекоммуникационной сети системы связи, отражающей цели создания и функционирования, является ее способность обслуживать поступающий трафик с заданной интенсивностью при заданном КИО, определенном техническим состоянием и оперативными условиями применения, т.е. пропускная способность. Она зависит от ряда других ее характеристик: надежности, достоверности передачи, готовности, устойчивости и имеющихся ресурсов и возможностей [2].

В настоящее время разработаны требования к двум видам показателей цифровых каналов и трактов — показателям ошибок и показателям дрожания и дрейфа фазы. Показатели ошибок цифровых каналов и трактов являются статистическими параметрами и нормы на них определены с соответствующей вероятностью их выполнения. Для показателей ошибок разработаны следующие виды эксплуатационных норм:

- долговременные нормы;
- оперативные нормы.

Долговременные нормы определены в [4] — для каналов 64 кбит/с и в [5] — для трактов со скоростью от 2048 мбит/с и выше.

Классификация норм на показатели ошибок приведена на рис. 1.

Нормы на показатели фазового дрожания (джиттер) и дрейфа фазы (вандер) включают в себя следующие виды норм:

- сетевые предельные нормы на иерархических стыках;
- предельные нормы на фазовое дрожание цифрового оборудования (в том числе характеристики передачи дрожания фазы);
- нормы для фазового дрожания цифровых участков.

Эти показатели не относятся к статистическим параметрам, и для их проверки не требуются длительных измерений.

Показатели КИО должны определяться с учетом особенностей каждого сетевого протокола и характера переносимого трафика пользователя. Мультисервисные сети цифровой системы связи и ее пакетные сети последующих поколений базируются на IP-протоколе. Показатели КИО на третьем уровне ЭМВОС называют сетевыми показателями качества на интерфейсе "пользователь-пользователь".

Как уже говорилось выше, пропускная способность является основополагающим показателем КИО, который оказывает главное влияние на эксплуатационные качества, воспринимаемые конечным пользователем.

Пользовательские приложения задают требования к пропускной способности сети. Показатели пропускной способности определяются во взаимосвязи с рабочими характеристиками сети.

Стандарты рабочих характеристик передачи пакетов уровня IP [3, 6] включают следующие

параметры: задержка при односторонней передаче, изменения задержки и потеря пакетов. Эти параметры должны быть отображены на прикладном уровне для адекватной оценки влияния на оценку КИО пользователем.

Требования сетевых показателей качества, используемых при передаче данных пользователя для общих служб IP, следует формулировать в терминах параметров технических характеристик уровня IP, которые определены в [6]. Сводная информация по требованиям к сетевым показателям качества и соответствующих им классов качества приведена в табл. 1 вместе с соответствующими общими понятиями, все значения являются постоянными.

Классы обеспечивают установление соответствия значений показателей качества функционирования сетей требованиям пользователей к качеству типовых услуг и качеству обслуживания. Установленные значения параметров рабочих характеристик (показателей) по классам поддерживают широкий перечень приложений, включая следующие: голосовую телефонию, мультимедийные конференции, цифровое видео и интерактивную передачу данных.

Для других приложений могут потребоваться новые или пересмотренные классы, но любая потребность в новых классах должна быть сопоставлена с требованиями осуществимости реализации, также следует учитывать, что количество классов должно быть небольшим для реализации масштабирования в глобальных сетях.



Рис. 1. Классификация норм на показатели ошибок

Таблица 1

Параметр рабочей характеристики сети

Параметр рабочей характеристики сети	Сущность требования к рабочей характеристике сети	Классы качества					
		Класс 0	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4	Класс 5 Неопределенный
IPTD	Верхнее ограничение значения IPTD (Примечание 1)	100 мс	400 мс	100 мс	400 мс	1 с	Н
IPDV	Верхнее ограничение для 1-10 ^й квантиля значения IPTD за вычетом минимального значения IPTD (Примечание 2)	50 мс (Примечание)	50 мс (Примечание)	Н	Н	Н	Н
IPLR	Верхнее ограничение для вероятности потери пакета	1 x 10 ⁻³ (Примечание)	1 x 10 ⁻³ (Примечание)	1 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁻³	Н
IPER	Верхнее ограничение	1 x 10 ⁻⁴ (Примечание)					Н

Примечания общие:

Требования применяются к сетям IP общего пользования, входящим в состав объединенной цифровой системы связи специального назначения. Полагается, что требования могут быть достижимы на обычных реализациях сети IP. Обязательство поставщика сетевых услуг перед пользователем заключается в попытке доставки пакетов способом, обеспечивающим соблюдение всех примененных требований. Подавляющее большинство каналов IP с заявленным соответствием Рек. МСЭ-Т Y.1541[3] должно удовлетворять данным требованиям. Для некоторых параметров рабочие характеристики на более коротких и/или менее сложных путях могут быть значительно лучше.

Для параметров IPTD, IPDV и IPLR предполагается интервал оценки — 1 минута, в любом случае интервал должен быть записан с отслеживаемым значением. Любой отрезок времени в одну минуту должен удовлетворять этим требованиям.

Отдельные поставщики сетевых услуг могут предлагать соглашения о рабочих характеристиках с лучшими значениями параметров, чем данные требования.

"Н" обозначает "неопределенный" или "неограниченный". Если рабочие характеристики, относятся к конкретному параметру, значение которого равно "Н", МСЭ-Т не устанавливает требований для данного параметра и любые требования, установленные по умолчанию Y.1541, могут быть проигнорированы. Если требования для параметра равны значению "Н", рабочие характеристики по отношению к дан-

ному параметру могут временами произвольно ухудшаться.

Примечание 1. Слишком длительное время прохождения приведет к невыполнению требований низкой сквозной задержки. В данных и некоторых других обстоятельствах требования к IPTD в классах 0 и 2 не всегда могут быть выполнены. Все поставщики сетевых услуг сталкиваются с этими обстоятельствами, и диапазон требований к IPTD в табл. 1 представляет достижимые классы качества как альтернативные варианты. Требования к значению задержки для класса не запрещают поставщикам сетевых услуг предлагать обслуживание с соглашениями, оговаривающими более короткие значения задержки. В соответствии с определением параметра IPTD в Рек. МСЭ-Т Y. 1540 время вставки пакета включено в требование к IPTD. Для оцен-

ки данных требований этой Рекомендацией предполагается максимальный размер информационного поля пакета равный 1500 байт.

Примечание 2. — Определение требования IPDV (указанного в Рек. МСЭ-Т Y.1540) является двухточечной Вариацией задержки пакета IP. См. Рек. МСЭ-Т Y.1540 и Дополнение II для получения более подробной информации о сущности этого требования. Для целей планирования ограничение для значения IPTD может быть получено из верхнего ограничения минимального значения IPTD, поэтому ограничение для 1 — 1x10⁻³ квантиля можно получить путем добавления значения IPTD и значения IPDV (например, 150 мс в классе 0).

Каждый класс создает определенную комбинацию ограничений для значений рабочих характеристик и рассматривается по пути переноса пакета приложения, для которого был определен этот класс. Это сетевой показатель качества функционирования сети между интерфейсами "пользователь — пользователь".

Основные требования к составляющим показателя КИО для сетей с коммутации пакетов описаны в [1]. Проанализировав все показатели качества информационного обмена получим таблицу соответствия чувствительность различных приложений к сетевым характеристикам (табл. 2).

Остановимся на особенностях некоторых характеристик сетей стандарта IEEE 802.16. В сетях широкополосного доступа IEEE 802.16 определены 5 классов качества, определяющих уровни временных приоритетов данных:

1. Класс передачи данных с постоянной скоростью (Unsolicited Grant Service — UGS) разработан для поддержки передачи потоков

Таблица 2

Тип трафика	Уровень чувствительности к сетевым характеристикам			
	Полоса пропускания	Потери	Задержка	Джиттер
Голос	Очень низкий	Средний	Высокий	Высокий
Электронная коммерция	Низкий	Высокий	Высокий	Низкий
Транзакция	Низкий	Высокий	Высокий	Низкий
Электронная почта	Низкий	Высокий	Низкий	Низкий
Telnet	Низкий	Высокий	Средний	Низкий
Поиск в сети «от случая к случаю»	Низкий		Средний	Низкий
Постоянный поиск в сети	Средний	Высокий	Высокий	Низкий
Пересылка файлов	Высокий	Средний	Низкий	Низкий
Видео конференция	Высокий	Средний	Высокий	Высокий
Мультикастинг	Высокий	Высокий	Высокий	

Таблица 3

Параметры качества функционирования	УСЛУГИ в сетях WiMAX				
	Интерактивные игры	Речь	Потоковое медиа	Данные	Видео
Скорость передачи	50Кбит/с-85Кбит/с	4Кбит/с-64Кбит/с	5Кбит/с-384Кбит/с	0.01Мбит/с-100Мбит/с	> 1 Мбит/с
Вид поддерживаемой услуги	Интерактивные игры	VoIP	Музыка, речь, Видео клипы	Web поиск, e-mail, iM, telnet, загрузка файлов	IP TV, загрузка фильмов, совместное одноуровневое видео
Поток трафика	В реальном масштабе времени	В реальном масштабе времени	Изменяемый, пакетами	Non-real time, bursty	Изменяемый
Потери пакетов	Нет	< 1%	<1% для аудио; <2% для видео	Нет	< 10 ⁻⁸
Изменение времени задержки	Не приемлемо	< 20 мсек	< 2 сек	Не приемлемо	< 2 сек
Время задержки	< 50 мсек-150 мсек	< 100 мсек	< 250 мсек	Гибкое	< 100 мсек

данных в реальном масштабе времени, которые на периодической основе генерируют пакеты данных фиксированной длины, такие как T1/E1 и VoIP.

2. Класс передачи данных в реальном времени с опросом на передачу (The real-time polling services (rtPS)) разработан для поддержки передачи потоков данных в реальном мас-

штабе времени, которые на периодической основе генерируют пакеты видео данных MPEG (Motion Pictures Experts Group).

3. Класс передачи данных без поддержки реального масштаба времени с опросом на передачу (The non-real-time polling services (nrtPS)).

4. Класс передачи данных без гарантий требуемого качества ("по возможности" — the

best-effort service (BE)).

5. Расширенный класс передачи данных в реальном времени с опросом на передачу (the extended real-time polling service (ertPS)).

Для управления качеством в сетях связи используются два пересекающихся множества: параметры качества функционирования сети (Network Performances) и параметры КИО. Для управления КИО в сетях широкополосного доступа используется так называемый служебный поток данных (Service Flow).

Служебный поток данных является транспортной службой MAC уровня предоставляемой для передачи трафика в линии "вверх" (UL) и в линии "вниз" (DL) и является ключевым в элементах архитектуры сети, поддерживающих КИО. Каждому служебному потоку данных соответствует свой уникальный набор параметров NP и качества, таких как задержка пакетов, стабильность задержки пакетов и относительное число ошибочно принятых пакетов, которые определяют сетевые возможности и затраты ресурсов.

Требования к параметрам качества функционирования для различных классов услуг в сети WiMAX приведены в табл. 3, 4 и они являются определяющими для параметров КИО.

В соответствии с общей практикой, услуги с сильно различающимися требованиями к качеству, такие как VoIP, Web browsing, e-mail, и ин-

Таблица 4

Параметры КИО для различных классов приоритета трафика в сети WiMax		
Вид услуг потока трафика	Параметры, определяющие КИО	Примеры услуг
Услуга с постоянной скоростью передачи (UGS)	Максимальная поддерживаемая скорость передачи пакетов Допустима максимальная задержка пакетов Стабильность задержки пакетов	Voice over IP (VoIP) без подавления пауз
Услуга в режиме реального времени с опросом на передачу (rtPS)	Минимальная резервируемая скорость передачи пакетов Максимальная поддерживаемая скорость передачи пакетов Допустима максимальная задержка пакетов Уровень приоритета трафика	Потоковое аудио и видео, передача кодирование данных MPEG (Motion Picture Experts Group)
Услуга не требующая режима реального времени с опросом на передачу (nrtPS)	Минимальная резервируемая скорость передачи пакетов Максимальная поддерживаемая скорость передачи пакетов Уровень приоритета трафика	Передача данных FTP
Услуга без гарантии качества (BE)	Минимальная резервируемая скорость передачи пакетов Уровень приоритета трафика	Web поиск, передача данных
Услуга расширенного режима реального времени с опросом на передачу (ErtPS)	Минимальная резервируемая скорость передачи пакетов Максимальная поддерживаемая скорость передачи пакетов Допустима максимальная задержка пакетов Стабильность задержки пакетов Уровень приоритета трафика	VoIP с подавлением пауз

№	Название элементов служебного потока	Описание элементов служебного потока данных
1	Идентификатор служебного потока данных (Service flow ID-SFID)	Идентификатор принципиальный для служебного потока данных формируемого в сети. Служебный поток данных имеет по меньшей мере SFID для соответствующей линии связи.
2	Идентификатор логического соединения (Connection ID-CID)	Определяется для SFID и существует только тогда, когда выполненное соединение уже имеет допустимый служебный поток или действующий служебный поток данных.
3	Параметр предоставленного QoS (Provisioned QoS Parameter set)	Этот параметр устанавливается средствами за пределами сети охватываемой стандартом IEEE 802.16, например системой управления сетью (NMS).
4	Параметр допустимого QoS (AdmittedQoSParamSet)	Устанавливает параметры, по которым БС, а также АС резервирует ресурсы сети. Важнейшим резервируемым ресурсом является пропускная способность канала. Этот параметр включает дополнительную память или ресурс, изменяемый во времени и требующий в последствии активации потока данных
5	Параметр действующего QoS (ActiveQoSParamSet)	Устанавливает параметры QoS определяют услугу действительно предоставляемую служебным потоком данных. Только активированный служебный поток данных может передвигать вперед потоки данных.
6	Модуль авторизации	Логическая функция, реализованная внутри БС, которая вносит и отменяет все изменения заданные в QoS параметры и осуществляет классификацию в соответствии с данными служебного потока данных. По существу она определяет набор параметров, которые ограничивают значения параметров AdmittedQoSParamSet и ActiveQoSParamSet.

терактивные игры, являются обычно соответственно связанными с различающимися классами служебных потоков данных, как показано в табл.5.

Таким образом, в настоящей статье мы определили современные требования к показателям качества информационного обмена в сетях беспроводного доступа специального назначения и выяснили, что основная задача по разработке методики оценки данного показателя тесно взаимосвязана с оценкой всех показателей его составляющих, таких как пропускная спо-

собность (скорость передачи), помехоустойчивость приема сигналов и вероятность ошибки в радиоканале.

Литература

1. Засецкий А.В., Иванов А.Б., Постников С.Д., Соколов И.В. Контроль качества в телекоммуникациях и связи. Часть 2. — М.: Сайрус системс, 2001.
2. ITU-T Recommendation I.350. Directory Services Architecture for Multimedia Conferencing.

3. ITU-T Recommendation Y.1541. Network Performance Objectives for IP-Based Services.

4. ITU-T Recommendation G.821. Error performance of an international digital connection operating at a bit rate below the primary rate and forming part of an integrated services digital network.

5. ITU-T Recommendation G.826 Corrigendum 1 — Error performance parameters and objectives for international, constant bit rate digital path at or above the primary rate.

6. ITU-T Recommendation Y.1540. IP packet transfer and availability performance parameters.

Yota защищает своих абонентов

Компания Yota, российский разработчик и поставщик мобильных сервисов на основе технологии 4-го поколения Mobile WiMAX, получила комплект лицензий на предоставление услуг по шифрованию информации.

В комплект входят три лицензии ФСБ: на предоставление услуг по шифрованию информации в радиоканале, распространению шифровальных (криптографических) средств и на их техническое обслуживание. Лицензии действуют на всей территории РФ.

Криптографическая защита в сети Yota базируется на международном стандарте AES с длиной ключа 128 бит и его пери-

одической сменой, что обеспечивает более высокий уровень защиты по сравнению с мобильными сетями других стандартов связи. Шифрование информации в радиоканале обеспечивает защищенность абонента от перехвата данных в эфире и от контроля злоумышленниками его связей и направлений коммуникаций.

Компания Yota первой среди операторов сетей стандарта Mobile WiMAX получила лицензии ФСБ. Их наличие дает возможность предоставлять корпоративным клиентам Yota дополнительные сервисы безопасного обмена данными.

Проблема оценки мгновенной частоты дискретного сигнала.

Метод развертывания фазы дискретного сигнала

Освещается вопрос оценки мгновенной частоты дискретного сигнала. Рассмотрены существующие способы преодоления проблемы предельного перехода при вычислении производной фазы сигнала. Предложен метод развертывания фазы дискретного сигнала, не требующий громоздких вычислений.

Ключевые слова:

дискретный сигнал, классификация сигналов, программно-зависимое радио, мгновенная частота сигнала

Злобин В.А.,
аспирант Каф РЭС,
ГОУ ВПО Вятский Государственный Университет
zlbinoxbasil@rambler.ru

Введение

Вопросы распознавания и классификации сигналов при мониторинге систем радиосвязи (СР), в работе программно-зависимого радио (SDR — Software Defined Radio) являются, пожалуй, первостепенными.

Радиосигналы могут представлять собой колебания по очень сложному закону: быть модулированы одновременно по амплитуде и частоте (или фазе). Поэтому в задачах распознавания закона модуляции сигнала определение его мгновенной частоты занимает одно из центральных мест.

Важный шаг в изучении мгновенной частоты сделал Габор, представивший способ получения уникального комплексного сигнала из существующего действительного:

$$z(t) = s(t) + jH[s(t)] = s(t) + jq(t) = A(t)e^{j\varphi(t)}, \quad (1)$$

где $s(t)$ — вещественный сигнал, $H[.]$ — оператор преобразования Гильберта и вычисляется:

$$H[s(t)] = -\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{s(\tau)}{\tau - t} d\tau. \quad (2)$$

Мгновенную частоту принято определять как производную мгновенной фазы аналитического сигнала:

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \varphi'(t). \quad (3)$$

Мгновенная фаза определяется как аргумент аналитического сигнала:

$$\varphi(t) = \arg z(t) = \arctg \left(\frac{q(t)}{s(t)} \right) = \text{Im} \left(\ln \left[\frac{z(t)}{|z(t)|} \right] \right) \quad (4)$$

Но в данной статье речь идет о цифровых сигналах, то определение его частоты по формуле (3) затруднено, поскольку производная подразумевает работу с непрерывной формой сигнала.

Вычисление производной

Разностная аппроксимация первой производной

Для сеточных функций нельзя ввести обычное понятие производной, включающее операцию предельного перехода при $\Delta x \rightarrow 0$. Вместо производной здесь вводятся разностные отношения.

Для прямой разности:

$$\omega_h^+(n) = \frac{\varphi(n+1) - \varphi(n)}{h}, \quad (5)$$

для обратной разности:

$$\omega_h^-(n) = \frac{\varphi(n) - \varphi(n-1)}{h}, \quad (6)$$

для центральной разности:

$$\omega_h^{(0)}(n) = \frac{\varphi(n+1) - \varphi(n-1)}{2h}. \quad (7)$$

Но при такой оценке производной имеют место соответствующие погрешности:

$$\varepsilon_h^+(n) = \omega_h^+(n) - \varphi'(n), \quad (8)$$

$$\varepsilon_h^-(n) = \omega_h^-(n) - \varphi'(n), \quad (9)$$

$$\varepsilon_h^{(0)}(n) = \omega_h^{(0)}(n) - \varphi'(n). \quad (10)$$

Пусть $\varphi(t)$ дважды дифференцируема на отрезке $[t_1, t_2]$, и запишем для нее формулу Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа:

$$\varphi_{n+1} = \varphi(t_n + h) = \varphi_n + \varphi'(t_n)h + \frac{1}{2}\varphi''(t_n + \theta_n h)h^2, \quad 0 \leq \theta_n \leq 1, \quad (11)$$

$$|\varphi''(t)| \leq M_2, \quad t_1 \leq t \leq t_2. \quad (12)$$

Таким образом,

$$\varepsilon_h^+(n) = \frac{1}{2}\varphi''(t_n + \theta_n h)h^2, \quad (13)$$

$$|\varepsilon_h^+| \leq \frac{1}{2}M_2h, \quad (14)$$

$$\varepsilon_h^-(n) = -\frac{1}{2}\varphi''(t_n + \theta_n h)h^2, \quad (15)$$

$$|\varepsilon_h^-| \leq \frac{1}{2}M_2h. \quad (16)$$

Следовательно, для прямой и обратной разности оценки не зависят от индекса. Запишем для центральной разности формулу Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа:

$$\varphi_{n+1} = \varphi(t_n + h) = \varphi_n + \varphi'(t_n)h + \frac{1}{2}\varphi''(t_n)h^2 + \frac{1}{6}\varphi'''(t_n + \theta_1 h)h^3, \quad 0 \leq \theta_1 \leq 1, \quad (17)$$

$$\varphi_{n-1} = \varphi(t_n - h) = \varphi_n - \varphi'(t_n)h + \frac{1}{2}\varphi''(t_n)h^2 - \frac{1}{6}\varphi'''(t_n - \theta_2 h)h^3, \quad 0 \leq \theta_2 \leq 1, \quad (18)$$

$$|\varphi'''(t)| \leq M_3, \quad t_1 \leq t \leq t_2. \quad (19)$$

Таким образом,

$$\varepsilon_h^{(0)} = \left\{ \varphi'''(t_n + \theta_1 h) + \varphi'''(t_n - \theta_2 h) \right\} h^2, \quad (20)$$

$$\left| \varepsilon_h^{(0)} \right| \leq \frac{1}{6} M_3 h^2. \quad (21)$$

Как мы видим, оценка также не зависит от индекса.

Центральная разностная оценка аппроксимирует первую производную со вторым порядком точности относительно h для функций, трижды непрерывно дифференцируемых в данном интервале.

Метод Рунге

Повышение точности происходит за счет вычисления производных низкой точности, но на разных сетках:

$$\hat{\omega}(n) = \omega_h^{(0)}(n) + \frac{\omega_h^{(0)}(n) - \omega_{r,h}^{(0)}(n)}{r^p - 1} + O(h^{p+1}), \quad (22)$$

p — число узлов точности (в данном случае $p = 2$), r — коэффициент растяжения сетки.

Интерполяция полиномом дифференцируемой функции

Наиболее удобной формой полинома для дифференцирования является:

$$\varphi(n) = \sum_{k=0}^p a_k n^k, \quad (23)$$

поскольку:

$$\omega(n) = \varphi'(n) = \sum_{k=1}^p k a_k n^{k-1}. \quad (24)$$

Метод представления интерполяционного полинома в форме Лагранжа не подходит в данном случае, поскольку приходится его пересчитывать каждый раз при увеличении числа отсчетов:

$$\bar{\varphi}(n) = \sum_{i=0}^N \varphi(i) Q_{N,i}(n), \quad (25)$$

$$Q_{N,i}(n) = \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^N \frac{n-j}{i-j}. \quad (26)$$

Интерполяционный полином в форме Ньютона лишен такого недостатка, но тоже нам не подходит:

$$\bar{\varphi}(n) = A_0 + A_1(n-1) + A_2(n-1)(n-2) + \dots + A_p(n-1)\dots(n-N). \quad (27)$$

Интерполяционный полином Эрмита, хоть и имеет вид (23), но требуется знать значения производной интерполируемой функции, что для нас является невозможным.

Кубическая сплайновая интерполяция обладает тем свойством, что первая и вторая производные интерполяционного многочлена всюду не-

прерывны. Обычно дифференцирование кубического сплайна позволяет определить эти производные с хорошей точностью.

В промежутке между каждой парой соседних узлов интерполяционная функция является многочленом третьей степени, который удобно записывать в виде:

$$\varphi(t) = a_i + b_i(t-t_{i-1}) + \frac{c_i}{2}(t-t_{i-1})^2 + \frac{d_i}{6}(t-t_{i-1})^3, \quad t_{i-1} \leq t \leq t_i \quad (28)$$

В своих узлах многочлен принимает табличные значения функции.

$$d_i = \frac{c_i - c_{i-1}}{h_i}, \quad 1 \leq i \leq N \quad (29)$$

$$b_i = \frac{\varphi_i - \varphi_{i-1}}{h_i} + \frac{c_i}{2} h_i - \frac{d_i}{6} h_i^2, \quad 1 \leq i \leq N \quad (30)$$

$$c_0 = c_N = 0 \quad (31)$$

находим из СЛАУ:

$$h_i c_{i-1} + 2(h_{i+1} + h_i)c_i + h_{i+1}c_{i+1} = 6 \left[\frac{y_{i+1} - y_i}{h_{i+1}} - \frac{y_i - y_{i-1}}{h_i} \right], \quad 1 \leq i \leq N-1. \quad (32)$$

Или, если обозначить $A_i = h_i$; $C_i = 2(h_{i+1} + h_i)$; $B_i = h_{i+1}$, то в матричном виде:

$$\begin{bmatrix} C_1 & B_1 & 0 & 0 \\ A_2 & C_2 & B_2 & 0 \\ \dots & A_{N-2} & C_{N-2} & B_{N-2} \\ 0 & 0 & A_{N-1} & C_{N-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ \dots \\ F_{N-1} \end{bmatrix} \quad (33)$$

Это решается методом прогонки:

1) Вычисляем прогоночные коэффициенты α и β :

$$\alpha_{i+1} = \frac{-B_i}{A_i \alpha_i + C_i}, \beta_{i+1} = \frac{F_i - A_i \beta_i}{A_i \alpha_i + C_i}, \quad i = 1, 2, \dots, N-1 \quad (34)$$

$$\alpha_1 = 0, \beta_1 = c_0; \quad (35)$$

2) Вычисляем остальные c_i :

$$c_i = \alpha_{i+1} c_{i+1} + \beta_{i+1}, \quad 0 \leq i \leq N-1. \quad (36)$$

Тогда производная функции:

$$\hat{\omega}(t_i) = b_i + c_i(t_i - t_{i-1}) + \frac{d_i}{2}(t_i - t_{i-1})^2 = b_i + c_i + \frac{d_i}{2}. \quad (37)$$

По результатам моделирования выяснилось, что можно оценивать с хорошей точностью дискретную мгновенную частоту при помощи аппроксимации фазы кубическими сплайнами. Однако до вычисления производной необходимо фазу сигнала развернуть, поскольку из-за периодичности в моменты перехода из максимальных значений в минимальные модуль приращения фазы будет равен 2π , что соответствует значению мгновенной частоты, равному 1, а это не верно.

Развертывание фазы

Итак, в предыдущем разделе мы подошли к выводу, что для вычисления значений мгновенной частоты необходимо и развертывание фазы помимо подходящего алгоритма вычисления производной.

Существуют способы развертывания фазы, основанные на методе наименьших квадратов с использованием БПФ [2], на максимальном правдоподобии и анализе разницы фаз [3], при помощи локальных оценок частоты [4].

Но все данные алгоритмы должны либо оперировать с полным набором отсчетов сигнала сразу, либо использовать многоуровневые операции "если — то". Сейчас будет предложен алгоритм, лишенный этого недостатка.

Несмотря на дискретность фазы сигнала, её значение в предыдущий момент времени отличается от текущего на величину её приращения. В [10] был предложен метод оценки мгновенной частоты, не требующий вычисления мгновенных значений фазы:

$$\hat{f}(n) = \frac{1}{2\pi} \arccos \frac{K_{\text{ооp}}(n)}{A(n-1)A(n)}, \quad (38)$$

где

$$K_{\text{ооp}}(n) = q(n-1)q(n) + s(n-1)s(n), \quad (39)$$

$$A(n) = \sqrt{q^2(n) + s^2(n)}. \quad (40)$$

Данный метод оценки мгновенной частоты обладает одинаковыми свойствами с методом конечной разности фаз. Следовательно, выражение:

$$\Delta\omega(n) = \arccos \frac{q(n-1)q(n) + s(n-1)s(n)}{\sqrt{q^2(n) + s^2(n)}\sqrt{q^2(n-1) + s^2(n-1)}} = \varphi(n) - \varphi(n-1) \quad (41)$$

можно использовать и для определения текущей фазы сигнала, поскольку:

1) фаза сигнала всегда возрастает;

2) $\pi \geq \arccos(x) \geq 0$.

Итак, мы получаем следующую формулу для определения фазы сигнала:

$$\varphi(n) = \varphi(0) + \sum_{n=1}^n \arccos \frac{q(n-1)q(n) + s(n-1)s(n)}{\sqrt{q^2(n) + s^2(n)}\sqrt{q^2(n-1) + s^2(n-1)}} \quad (42)$$

Или её рекурсивный вариант:

$$\varphi(n) = \varphi(n-1) + \arccos \frac{q(n-1)q(n) + s(n-1)s(n)}{\sqrt{q^2(n) + s^2(n)}\sqrt{q^2(n-1) + s^2(n-1)}} \quad (43)$$

Таким образом, мы получаем развернутую фазу сигнала. Единственной неизвестной здесь остается начальная фаза колебания, но для определения мгновенной частоты она не играет роли, поэтому ее можно обнулить. Способ позволяет разворачивать фазу в реальном времени.

Заключение

Мгновенную частоту сигнала как производную развернутой мгновенной фазы сигнала лучше оценивать через интерполяцию имеющихся значений фазы кубическими сплайнами, поскольку это позволяет добиться хорошей точности. Предложен метод разворачивания фазы, позволяющий без особых математических трудностей можно вычислять по алгоритму (42) или его рекурсивным вариантом (43) в реальном масштабе времени.

Литература

1. **Boashash B.** Estimating and Interpreting The Instantaneous Frequency of a Signal — Part 2: Algorithms and Applications. — Proceedings of IEEE, 1992, v. 80, № 4, pp. 540-568.
2. **Mark D. Pitt and Jerome S. Shipman.** Least-Squares Two-Dimensional Phase Unwrapping Using FFT's. — IEEE Transactions on geoscience and remote sensing, V. 32, №3. — pp. 706-708, may 1994.
3. **Fornaro G, Pauciuolo A, Sansosti E.** Phase Difference-Based Multichannel Phase Unwrapping. IEEE Transactions on image processing, V. 14. — №7. — pp. 960-972. July 2005.
4. **Emmanuel Trouve, Jean-Marie Nicolas, and Henri Matre.** Improving Phase Unwrapping Techniques by the Use of Local Frequency Estimates. IEEE Transactions on geoscience and remote sensing, V. 36, №6, p. 1963-1972, November 1998.
5. **Калиткин Н.Н.** Численные методы [Текст]: учеб. пособие для вузов / Калиткин Н.Н. — М.: Наука, 1978. — 512 с.
6. **Пискунов Н.С.** Дифференциальное и интегральное исчисления [Текст]: [Учеб. пособие для студ. вузов: В 2 т.] / Н. С. Пискунов. — М.: Интеграл-пресс, 1998. — Т.1. Изд. стереотип. — 415 с. — ISBN 5-89602-008-2. — ISBN 5-89602-009-0.
7. **Пискунов Н.С.** Дифференциальное и интегральное исчисления [Текст]: [Учеб. пособие для студ. вузов: В 2 т.] / Н. С. Пискунов. — М.: Интеграл-пресс, 1998. Т.2, Изд. стереотип. — 544 с. — ISBN 5-89602-008-2. — ISBN 5-89602-007-4.
8. **Пономарев К.К.** Курс высшей математики для техникумов-программистов [Текст]: [Математический анализ. Учебник для техникумов: в 2 ч.]. — М.: Высш. школа, 1974. — Ч.2. — 415 с.
9. **Костомаров Д.П., Фаворский А.П.** Вводные лекции по численным методам: Учеб. пособие. — М.: Универсальная книга, Логос. — 184 с.: ил. ISBN 5-98704-160-0.
10. **Злобин В.А.** Оценка мгновенной частоты сигнала // Доклады 11-й Международной конференции "Цифровая обработка сигналов и ее применение", 25-27 марта 2009 г. — Том 1. — М.: РНТОРЭС им. А.С.Полова, 2009. — С. 154-156.

АСВТ открывает студии видеоконференцсвязи HD

Компания АСВТ объявила о начале предоставления организациям и частным лицам новой услуги "Аренда студии видеоконференцсвязи (ВКС) высокой четкости (HD)". Данная услуга разработана в рамках стартовавшей весной 2009 г. программы АСВТ по расширению пакета предложений в сфере ВКС.

В настоящее время АСВТ открыла две студии ВКС: в центре Москвы (ул. Пречистенка, д. 4) и в Северо-Восточном Административном Округе (ул. Яблочкова, д. 196); в каждой из них может комфортно разместиться от 15 до 30 участников. Студии оборудованы современными программно-аппаратными комплексами, в состав которых входит тщательно отобранное в ходе предварительного тестирования профессиональное оборудование и программное обеспечение ведущих мировых производителей. Особо отметим тщательно продуманный интерьер студий, позволяющий использовать их для самых ответственных переговоров с участием руководителей высшего звена, презентаций международных проектов, проведения социально-значимых конференций, круглых столов и других мероприятий. На столь же высоком уровне находится качество изображения и звука, создающие у участников эффект присутствия за одним переговорным столом.

Обе студии позволяют проводить сеансы многоточечной ВКС с одновременным участием до 24 сторон. При этом эффективность видеосвязи как средства делового общения может быть значительно повышена за счет одновременного показа презентаций и видеоматериалов, демонстрации схем, таблиц, документов, а также изображений, создаваемых любым ПО на экране компьютера.

Качественная надежная система ВКС высокой четкости требует мощной специализированной инфраструктуры, развертывание которой для многих заказчиков неприемлемо из-за нехватки времени, средств и необходимости модернизации телекоммуникационной сети.

Оптимальным решением является именно аренда видеостудий, позволяющих в любой момент получить ВКС и сопутствующие услуги как гарантированный сервис, и при этом полностью контролировать расходы. Именно поэтому компания АСВТ уверена, что новая услуга "Аренда студии видеоконференцсвязи высокой четкости" будет востребована и станет для многих организаций и частных лиц входным билетом в мир современной видеосвязи.

Метод оптимизации ресурсов в оптических сетях с волновым уплотнением

Ключевые слова:

оптические транспортные сети,
управление распределением трафика,
волновое уплотнение, оптимизатор
сетевых ресурсов



Савандюков И.М.,
Эксперт OSS, TechnoServ A/S,
isavandyukov@technoserv.ru

Введение

На российском рынке телекоммуникаций наблюдается завершение процесса насыщения в потребностях традиционных услуг связи. В связи с этим для операторов связи начинают меняться приоритеты в вопросах дальнейшего своего развития. Все большее значение приобретают сохранение своего положения на уже освоенных сегментах рынка и расширение клиентской базы.

Решение этих задач операторами требует постоянного внимания улучшению качества предоставляемых услуг и обеспечению снижения их стоимости. Данные задачи могут быть успешно решены путем повышения эффективности использования всех ресурсов, имеющихся в наличии у оператора. И в первую очередь это касается повышения коэффициента использования сетевого оборудования и каналов связи.

Повысить коэффициент использования ресурсов сети можно путем управления распределением трафика в сети и уровня загрузки сетевых ресурсов. Очевидно, что для реализации эффективного управления должны использоваться программные средства, поскольку это

Повысить коэффициент использования ресурсов сети можно путем управления распределением трафика в сети и уровня загрузки сетевых ресурсов. Очевидно, что для реализации эффективного управления должны использоваться программные средства, поскольку это требует проведения множества итерационных однообразных операций. В статье рассматриваются вопросы оптимизации трафика для полностью оптических транспортных сетей с коммутацией по длине волны.

требует проведения множества итерационных однообразных операций; использование ручных расчётов не позволяет добиться высокой эффективности, а также приводит к повышению вероятности ошибок при проведении оптимизации распределения ресурсов сети.

В данной статье рассматриваются вопросы оптимизации трафика для полностью оптических транспортных сетей с коммутацией по длине волны, а также предлагается метод оптимизации распределения сетевых ресурсов, называемый далее — оптимизатор ресурсов.

Модель сети

Прежде чем перейти к описанию предлагаемого метода оптимизации распределения ресурсов, рассмотрим, что представляет собой полностью оптическая транспортная сеть с коммутацией по длине волны.

Согласно определению, данному в [1] полностью оптическая сеть — это сеть в которой оптико-электрическое преобразование производится только на границе сети. Внутри же сети все операции над сигналом производятся в оптическом виде.

Такую сеть можно представить в виде узлов, на которых производится маршрутизация трафика, соединенных между собой оптическими трактами, построенными с применением технологии волнового уплотнения (WDM). Маршрутизация в таких сетях производится посредством коммутации длин волн различных трактов в узлах сети.

Для полностью оптических транспортных сетей все узлы могут быть разделены на два класса:

— Оптические кросс-коммутаторы (ОХС, Optical Cross-Connect). Узлы этого класса составляют опорную сеть и служат для коммутации информационных потоков между входными и выходными длинами волн.

— Граничные узлы. Узлы этого класса решают задачу агрегации входных потоков на границе транспортной сети, а также осуществляют согласование интерфейсов между рассматриваемой оптической транспортной сетью и сетями, являющимися внешними по отношению к ней.

Маршрут, полученный в результате коммутации длин волн от входного граничного узла до выходного граничного узла, будем называть оптическим каналом или световым путем.

Принципиальная схема оптической транспортной сети с коммутацией по длине волны приведена на рис. 1.

При создании оптических каналов в оптических транспортных сетях существует два ограничения:

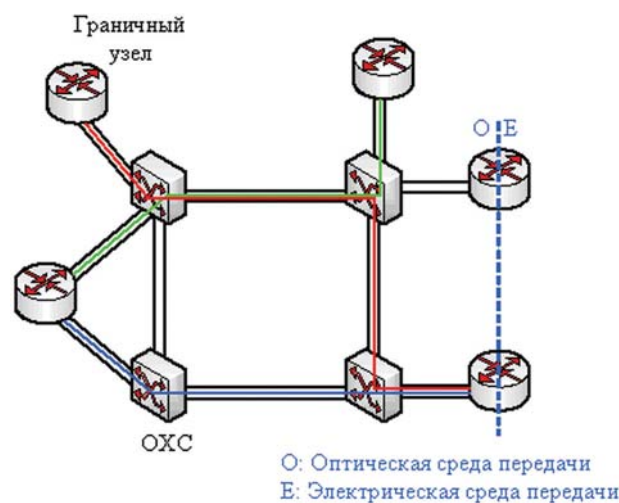


Рис. 1. Принципиальная схема оптической транспортной сети с коммутацией по длине волны

Процесс мониторинга уровня использования ресурсов

Иницилирующее воздействие	Наступил срок очередной проверки, определенной регламентом Поступил внеочередной запрос на проверку уровня использования ресурсов
Входные данные	Информация об использовании сетевых ресурсов
Порядок выполнения	Система формирует отчет об уровне использования ресурсов с необходимым набором параметров. Выполняется анализ полученного отчета При необходимости, инициировать процедуру оптимизации распределения ресурсов сети.
Результат	Проведен анализ использования ресурсов.
Переход	—

— Ограничение на непрерывность длины волны. Данное ограничение означает, что для всех трактов, через которые проходит маршрут, для одного и того же светового пути должна использоваться одна и та же длина волны. Данное ограничение может быть снято, в случае, если на узлах сети используются конверторы длин волн, позволяющих производить коммутацию входного потока на отличную, по сравнению со входом, длину волны. Однако, в статье рассматривается случай, когда в сети не используются конверторы длин волн.

— Ограничение на разнесение длин волн. Всем световым путям, проходящим через один и тот же тракт, должны назначаться различные длины волн.

В дальнейшем будем считать, что трафик в сети имеет статическое распределение, т.е. известны все параметры трафика, передаваемого через сеть.

Постановка задачи оптимизации трафика

Целью работы оптимизатора трафика должно являться снижение коэффициента использования сетевых ресурсов. Этот коэффициент может быть увеличен путем эффективного распределения оптических каналов через сеть. В оптических транспортных сетях с коммутацией по длине волны в процессе создания оптического канала можно выделить две фазы: поиск сетевого маршрута от источника до приемника и выбор длины волны. Каждая из фаз представляет собой оптимизационную задачу, которые вместе объединены под одним названием задачи маршрутизации и назначения длин волн (RWA, Routing and Wavelength Assignment problem). Данная проблема широко освещена авторами ряда научных публикаций [1-5]. Совершенно очевидно, что для успешного решения задачи RWA необходимо, чтобы оптимально были решены обе подзадачи, хотя зачастую это не представляется возможным или требует слишком большого времени. В работе [6] подробно рассматриваются методы оптимизации для оптических сетей с различными топологиями.

Поскольку оптимизатор ресурсов работает уже на созданной сети, то методы решения задачи RWA, реализуемые в нем должны быть достаточно простыми, для того чтобы время затрачиваемое на работу оптимизатора не было чрезмерно большим. В противном случае к завершению работы оптимизатора ситуация на сети может полностью измениться.

Кроме того, на коэффициент использования ресурсов сети влияют и факторы не связанные напрямую с созданием новых каналов. Так, например, одним из важнейших факторов яв-

ляется степень фрагментации сети. Степень фрагментации сети — это отношение отключенных оптических каналов к включенным за заданный период времени. При выключении каналов занимаемая длина волны освобождается не на всей сети, а только на части ее трактов. Таким образом, в сети возникают участки с не занятыми длинами волн, однако включение через них новых каналов невозможно ввиду того, что на других участках сети данные длины волн являются занятыми. Все это напоминает фрагментацию жесткого диска компьютера, и как и в компьютере оператору сети необходимо предоставить инструмент, позволяющий умень-

шать или даже исключить влияние фрагментации на коэффициент использования сети.

Исходя из вышесказанного, задачей оптимизатора трафика является мониторинг состояния сети и решение задачи RWA при известном количестве оптических каналов и характеристиках трафика.

Принцип работы оптимизатора

При описании работы оптимизатора будем применять методы, описанные в eTOM [7] и ITIL [8]. Основным результатом данной статьи является разработка основных регламентов процессов, необходимых для работы оптими-

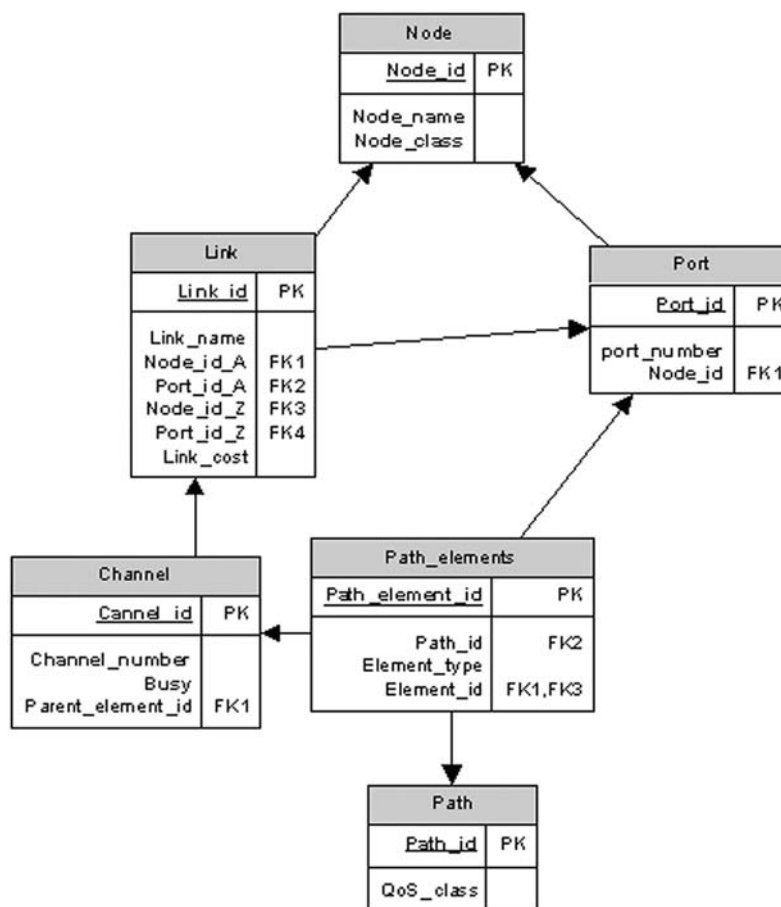


Рис.2. Структура схемы БД оптимизатора, для оптических сетей с коммутацией длин волн и поддержкой классов обслуживания

Таблица 2

Процедура формирования списка каналов

Иницирующее воздействие	Поступил запрос на инициализацию процесса оптимизации распределения ресурсов
Входные данные	БД с информацией о сетевой инфраструктуре Уровень утилизации сетевых ресурсов полученный на основании отчета об уровне использования сетевых ресурсов
Порядок выполнения	Система формирует список всех существующих сетевых маршрутов сортируя их по классу обслуживания CoS и длине весу маршрута
Результат	Список сетевых маршрутов сформирован
Переход	Поиск оптимальных маршрутов

Таблица 3

Процедура поиска оптимального маршрута

Иницирующее воздействие	Сформирован список сетевых маршрутов
Входные данные	Список сетевых маршрутов с указанием класса обслуживания, веса маршрута и информации о пути прохождения маршрута
Порядок выполнения	Система последовательно перемещаясь по списку сетевых маршрутов из начала в конец производит поиск оптимального маршрута для каждой пары источник-приемник Для каждого найденного маршрута производится поиск рабочей длины волны
Результат	Сформирован полный список оптимальных маршрутов для имеющейся конфигурации сети
Переход	Перемаршрутизация

Таблица 4

Процедура перемаршрутизации

Иницирующее воздействие	Сформирован полный список оптимальных маршрутов сети
Входные данные	Список оптимальных сетевых маршрутов
Порядок выполнения	Вариант 1: Система формирует отчет о проделанной работе, в котором приводится список маршрутов, включенных не оптимально с рекомендациями об изменении указанного сетевого маршрута. На основании данного списка оператор сети производит перемаршрутизацию. Вариант 2: Используя модули взаимодействия с системами управления оборудованием, система производит переключение сетевых маршрутов в соответствии с полученным списком сетевых маршрутов
Результат	Произведена оптимизация распределения ресурсов сети
Переход	Мониторинг уровня использования ресурсов сети

затора, а также определение входных и выходных параметров каждого процесса. Уровень детализации, приведенный в статье дает ответы на вопросы, какие базовые операции в какой последовательности и с какими ограничениями должны производиться, при этом порядок выполнения базовых операций на уровне интерфейса уточняться не будет.

Для удобства представления описание процессов и процедур будем представлять в табличном виде дополняя их по мере необходимости пояснениями.

На первом этапе работы, оптимизатор ресурсов проводит сбор информации о каналах, включенных через сеть. Этот процесс будет носить название процесса мониторинга уровня использования ресурсов. Основной задачей процесса является выяснение приоритетных направлений оптимизации трафика, а также распределение уровня свободных ресурсов.

Определение критического уровня загруженности сети будет находиться в соответствии с критериями, которые могут различаться для каждой оптимизируемой сети. Как правило, критическим уровнем в пакетных сетях является использование имеющихся сетевых ресурсов, составляющее 70%.

Процесс мониторинга уровня использования сетевых ресурсов характеризуется табл. 1.

Источником данных для определения коэффициента использования ресурсов должна стать база данных (БД), хранящая всю необходимую информацию о сети. Необходимость использования БД, а не получение информации непосредственно от оборудования, связано с тем, что оборудование различных типов использует различные форматы для передачи информации о сети. Для приведения этих данных к единому формату используются средства обработки. Полученные данные от работы обра-

ботчиков и хранятся в единой БД. Пример такой БД для полностью оптической сети с коммутацией длин волн и поддержкой различных классов обслуживания приведен на рис.2.

Для процесса оптимизации распределения ресурсов сети должна использоваться та же БД, что и для процесса мониторинга уровня использования сети.

Процесс оптимизации распределения ресурсов сети объединяет комплекс действий по изменению сетевых маршрутов с целью уменьшения коэффициента использования сетевых ресурсов.

В основе процесса лежат следующие процедуры:

- формирование списка каналов;
- поиск оптимального маршрута;
- перемаршрутизация.

Рекомендуемая последовательность выполнения указанных процедур приведена в табл.2-4.

Если в сети поддерживается несколько классов обслуживания трафика (CoS, Class of Service), то должно учитываться это обстоятельство при формировании списка каналов. Его учет заключается в том, что при составлении списка каналов вначале производится сортировка каналов по классу услуги, а уже потом по другим параметрам канала.

В качестве алгоритма поиска оптимального пути и выбора длины волны может использоваться алгоритм "первой пригодной длины волны" или "наиболее используемой длины волны". Как показано в исследованиях [2, 11], для сети с произвольной топологией эти алгоритмы показывают примерно одинаковые результаты, обладая при этом сравнимой вычислительной сложностью. Поэтому при выборе алгоритмов необходимо выбирать наиболее подходящий алгоритм или воспользоваться наиболее простыми алгоритмами: волновой алгоритм [9, 10] для поиска оптимального маршрута и алгоритм первая пригодная [2] для выбора длины волны.

После завершения процесса оптимизации распределения ресурсов сети необходимо инициировать повторно процесс мониторинга уровня использования ресурсов сети с целью получения обновленных данных об уровне использования сетевых ресурсов сети. В случае, если коэффициент использования ресурсов будет превышать критический уровень, то необходимо инициировать процесс оптимизации сетевых ресурсов повторно. Количество итераций, достаточных для проведения оптимизации сетевых ресурсов не должно превышать пяти.

В случае, если после проведения указанного количества итераций, уровень использования ресурсов сети будет превышать критический уровень, то по завершении процесса мониторинга уровня использования ресурсов сети должны быть инициализированы механизмы расширения (модернизации) ресурсов сети.

Принципиальная схема полученного оптимизатора сетевых ресурсов представлена на рис.3.

Вопросы интеграции оптимизатора трафика с другими системами

Для управления сетевым оборудованием, оператор, как правило, располагает несколькими типами систем управления сетью (NMS, Network Management System). Кроме того, у оператора могут иметься специализированные системы, относящиеся к классу OSS (Operation Support System) систем. К таким системам относятся системы управления неисправностями (Fault Management), системы учета сетевых ресурсов (inventory), системы активации и т.д. Эти системы используются для решения различных задач на сети оператора, однако не одна из них не позволяет проводить оптимизацию трафика для всей сети, особенно в случае, если сеть построена на оборудовании разных производителей.

Программный модуль, реализующий описанный в статье метод, может быть интегрирован с любой из систем управления оператором. Наибольший интерес представляет интеграция программного модуля с системой технического учета сетевых ресурсов, которая может выполнять роль источника данных для БД сетевых ресурсов оптимизатора, и системой активации, позволяющей производить перемаршрутизацию каналов без участия человека, по результатам работы метода.

Интеграция программного модуля с системой технического учета оператора заключается в разработке адаптера для сопряжения ее с оптимизатором ресурсов. Создание адаптера осуществляется с использованием ODBC (Open DataBase Connectivity).

При интеграции с сервис активатором, необходимо обеспечить передачу данных по интеграционной шине, о новых маршрутах в направлении от оптимизатора к активатору, а также обеспечить формирование и выполнение команд на инициализацию процесса активации. Взаимодействие между оптимизатором ресурсов и активатором может осуществляться с помощью JavaRMI (Java Remote Machine Interface). После проведения перемаршрутизации должны быть выполнены операции по обновлению данных в системе технического учета. Информация об обновлениях должна передаваться от активатора. Поскольку не все новые маршруты могут быть успешно активированы.

При разработке оптимизатора трафика под конкретного заказчика должны учитываться индивидуальные особенности его систем управления. При этом не должны затрагиваться основные модули оптимизатора. Различия должны состоять лишь в различных модулях-адаптерах, предназначенных для взаимодей-

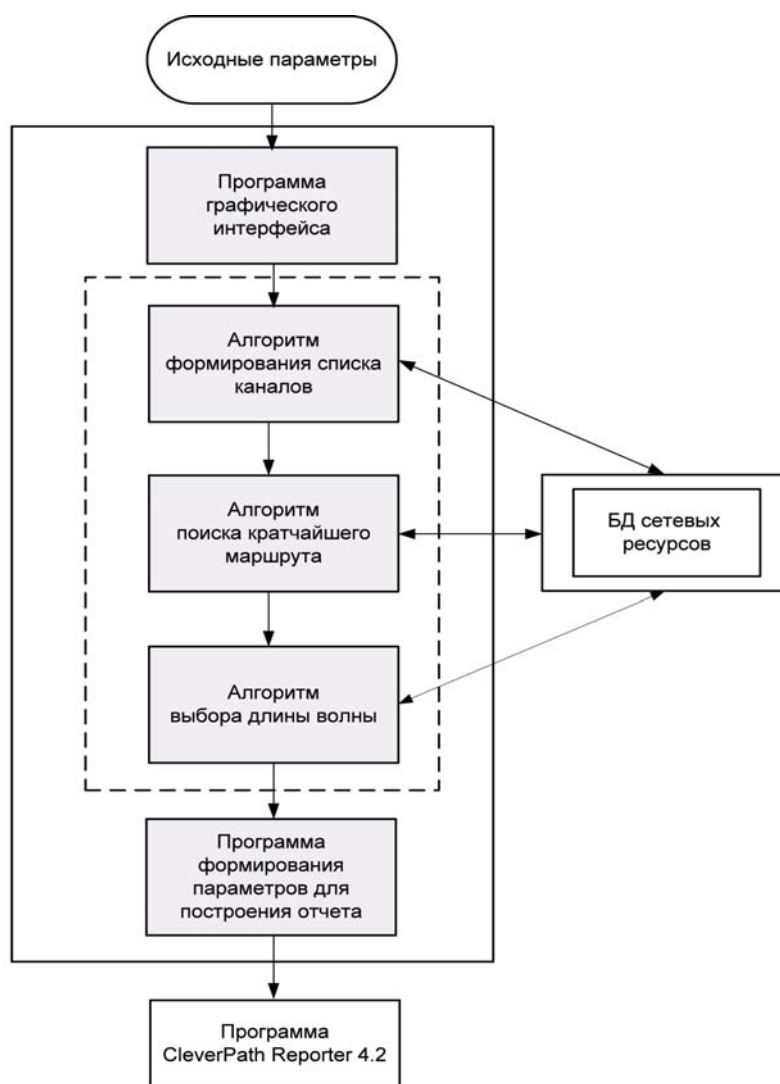


Рис. 3. Структурная схема оптимизатора сетевых ресурсов

ствия оптимизатора с другими системами управления и контроля. Использование модульного принципа, при создании оптимизатора трафика открывает большие возможности для интеграции с другими системами управления, позволяя максимально точно адаптировать оптимизатор к условиям того или иного оператора.

Для упрощения задач интеграции при разработке оптимизатора рекомендуется использовать языки программирования, широко распространенные и хорошо известные для большинства программистов (C++, Java).

Литература

1. George N. Rouskas Routing and Wavelength Assignment in Optical WDM Networks // <http://citeseer.ist.psu.edu/rd/0%2C585112%2C1%2C0.25%2CDownload//rouskas01routing.pdf>, 2001.
2. Zang H, Jue J.P., Mukherjee B. A review of routing and wavelength assignment approaches for wavelength-routed optical WDM networks // Optical Networks, 2000, No.1.
3. Subramaniam S, Bary RA., Wavelength

Assignment in fixed Routing WDM Networks// Proc, ICC 97, Montreal, Canada, vol. 1, С. 406-410, июнь 1997.

4. Planning of Full Optical Network. Deliverable 2 "Basic Factors Influencing Optical Networks — Main Report. Annex C. Resource Allocation " // Eurescom Project P709. — май 1999.

5. Наумов В.А., Добровольская Н.Ф. Минимизация загрузки в оптических сетях с маршрутизацией по длине волны // Вестник РУДН, Серия Прикладная и компьютерная математика. — 2002. — №1(1). — С. 34-39.

6. Ефимушкин В.А., Савандюков И.М. Планирование ресурсов в сетях WDM // Электросвязь, 2008. — № 1. — С.18-21.

7. Расширенная карта процессов оператора связи. Структура бизнес процессов. Для отрасли инфо-коммуникационных технологий. Релиз 6.0 // Версия для участников ТМ Forum 6.1, Ноябрь 2005, версия перевода БиАй Телеком при содействии ФОРС Август 2006 — 71 с.

8. Потоцкий М.Ю. Введение в ИТ Сервис-менеджмент. — Изд-во: IT Expert, 2003. — 228 с.

9. Косорук О.А., Мищенко А.В. Исследование операций // М.: Экзамен, 2003. — 448 с.

10. Берзин Е.А. Оптимальное распределение ресурсов и элементы синтеза систем. — М., 1974. — 304 с.

Обеспечение качества передачи речи в конвергентных сетях с учетом неточности сетевых характеристик

Ключевые слова:

конвергентные сети, качество передачи речи, имитационное моделирование, мультисервисные сети, QoS-маршрутизация



Самсонов М.Ю.,
аспирант ПГУТИ
samson@gk-start.ru

Введение

Трафик данных по различным оценкам в ближайшем будущем превзойдет или в некоторых странах уже превосходит трафик передачи речи, но, несмотря на это, в структуре доходов операторов связи речевые услуги составляют по-прежнему основную долю. Вопросы обеспечения качества передачи речи всегда были важны для сетей связи, но особо остро эти вопросы встали перед операторами с появлением возможности передавать голос по сетям с пакетной коммутацией.

В традиционных телефонных сетях качество передачи речи является неотъемлемой и гарантированной величиной, поэтому оно однозначно ассоциируется с качеством услуги телефонной связи. В то же время в сетях с пакетной коммутацией, изначально не предназначенных для пропуска речевого трафика, для

Анализируются причины неточности получаемой информации о характеристиках конвергентных сетей передачи речи, приведена классификация различных механизмов обеспечения заданного качества QoS в пакетных сетях следующего поколения. Предложены методы поиска наиболее вероятного пути, удовлетворяющего ограничениям по задержкам передачи речевых пакетов и полосе пропускания участков конвергентной сети. Приведены описание разработанных методов обеспечения качества передачи речи, результаты имитационного моделирования и практического применения методов на мультисервисной сети регионального оператора связи, а также оценка эффекта от внедрения разработанных методов.

обеспечения качества передачи речи приходится применять специальные методы. От эффективности работы и сложности этих методов зависит совокупный показатель услуги — соотношение цена/качество, который в свою очередь определяет спрос на услугу.

В основе конвергентных сетей лежит принцип взаимопроникновения технологий и услуг сетей телефонии, сотовой подвижной связи и передачи данных. В этих сетях используются различные среды передачи, системы коммутации, системы управления и т.п. Факторы, влияющие на качество передачи речи, специфичны для каждой из сетей. В ходе конвергенции разнотипных сетей происходит смешение механизмов обеспечения качества передачи речи. Однако пользователей услуг интересует в большей степени только цена и качество речевой услуги, а не среды и технологии передачи речи. Поэтому в конвергентных сетях необходимо внедрять единый механизм обеспечения качества передачи речи, рассчитанный на применение в разнотипных сетях связи.

Одна из главных проблем для определения оптимальных схем передачи речевого трафика в конвергентных сетях заключается в том, что необходимая для маршрутизации информация о сетевых характеристиках по различным направлениям является неполной или неточной. Это обстоятельство значительно усложняет, а порой делает невозможным использование в конвергентных сетях действующих в существующих пакетных сетях алгоритмов удовлетворения заданных требований QoS. В этих условиях предпочтительным является использование спе-

циальных методов и алгоритмов маршрутизации речевого трафика в конвергентных сетях, использующих частичную или приблизительную информацию о задержке передачи пакетов и полосе пропускания участков сети.

Причины неточности получаемой информации о сетевых характеристиках в конвергентных сетях

С ростом масштаба сетей и набора услуг полная информация о состоянии пакетной сети становится труднодоступной. Следовательно, маршрутизация должна основываться на частичной или приблизительной информации и удовлетворять заданным требованиям QoS. К причинам появления неточности информации о сетевых характеристиках можно отнести следующие факторы:

1. Динамика состояния сети.

Многие характеристики качества обслуживания в глобальных сетях связаны с временными явлениями, такими как, например, загруженность. При этом за основу могут браться как худшие, так и лучшие показатели обслуживания. В обоих случаях искомые характеристики будут не точны. Данная неточность может быть нивелирована за счет быстрого обновления информации о состоянии сети. Однако это не представляется возможным, так как состояние современных глобальных сетей меняется очень быстро и в больших масштабах.

2. Процесс агрегации в больших сетях.

В быстро растущих современных сетях обладать исчерпывающей и точной информацией обо всех узлах и загруженности звеньев сети не представляется возможным. Поэтому необходимо представление информации в масштабируемой форме. Однако, процесс сбора и усреднения информации, по сути, вносит определенную погрешность.

3. Скрытность информации о сети.

Некоторые подсети могут быть приватными и не допускать распространение определенной информации. Одной из причин тому может служить попытка скрыть саму суть и принципы функционирования той или иной сети. Как правило, такие сети предоставляют неточную информацию о своих характеристиках.

4. Приближенные вычисления значений сетевых характеристик.

Обычно информация об узлах и звеньях сети является аппроксимацией реальных параметров и значений, поскольку они основываются на моделях, которые не могут отражать всю сложность сетевой архитектуры и устройств, входящих в неё. Рассчитанные параметры являются, как правило, верхней границей или представляют собой весьма неточную аппроксимацию.

Особенности использования механизмов обеспечения качества передачи речи в пакетных сетях

Применение различных механизмов обеспечения QoS в пакетных сетях следующего поколения определяют несколько международных институтов стандартизации в области NGN: ETSI TISPAN, ITU-T, MultiService Forum, 3GPP, IP/MPLS Forum, Broadband Services Forum. Анализ существующих сетевых моделей обеспечения QoS приведен в таблице на основе исследований [1, 2, 4].

Несмотря на обширные исследования по разработке механизмов и моделей обеспечения QoS в пакетных сетях, в настоящее время не существует стандартных решений в области обеспечения качества услуг "из конца в конец сети" (end-to-end) [2]. Следует отметить, что цели исследований международных институтов одинаковы, но движение к ним наблюдается с "разных сторон". Форум MSF "движется" от транспортного уровня к уровню услуг, из всех международных институтов его рекомендации носят наиболее практический характер и основываются на использовании действующих протоколов и сетевых технологий. Однако реко-

Сравнение сетевых моделей обеспечения QoS

Разработчик модели QoS	Элементы управления				Методы обеспечения QoS
	Трансп. сеть	Межсетевые шлюзы	Сеть доступа	Оборудование пользователя	
ETSI TISPAN	-	+	+	-	IntServ, DiffServ
ITU-T	+	+	+	-	IntServ, DiffServ
MSF	+	+	-	-	MPLS, RSVP, IPv6
3GPP	-	+	+	-	IntServ, DiffServ
IP/MPLS F	+	+	+	+	IP/MPLS
BSF	-	-	+	-	IntServ, DiffServ

мендации MSF охватывают в основном только транспортные сети.

ETSI TISPAN в своих разработках наоборот "движется" от уровня услуг и сетевого управления к транспортному уровню. TISPAN представляет всесторонне проработанную концепцию построения подсистемы IMS (IP Multimedia Subsystem), но вопросы обеспечения качества решены только в общем виде и затрагивают не все составляющие транспортного уровня конвергентных сетей. В основном сфера разработки ограничивается сетью доступа и межсетевыми шлюзами.

Из всех рассмотренных только модель ITU-T является самой полной, охватывает все плоскости и сетевые составляющие NGN. Она не только включает решения ETSI TISPAN, но и дополняет их. Но в настоящее время работы ITU-T носят только общий характер, поэтому использование данной модели на практике затруднено.

Проведенный анализ в [5] показал, что наиболее стандартизованными и унифицированными являются механизмы обеспечения качества, относящиеся к плоскости передачи пакетных данных. Это вызвано объективной необходимостью взаимодействия на транспортном и сетевом уровнях разнотипного оборудования различных производителей. Механизмы плоскости администрирования в основном носят организационно-технический характер, определяющий те правила управления, которые реализуются плоскостями передачи данных и управления.

С точки зрения исследования наибольший интерес представляют механизмы управления доступом к ресурсам сети (Admission Control, для конвергентных сетей передачи речи — управление вызовами Call Admission Control (CAC)) и QoS-маршрутизации в IP-сетях (QoS routing) [6]. Эти механизмы являются головными в плане обеспечения качества услуг в конвергентных сетях, они могут быть уникальными для каждого оператора и могут давать операторам дополнительные конкурентные преимущества.

Механизм CAC, согласно рассмотренным моделям, работает с теми сетевыми узлами, в которых происходит медийное преобразование (шлюзы доступа, магистральные медиашлюзы, граничные шлюзы) и полностью отвечает за перенос и коммутацию речевого трафика. QoS-маршрутизация совместно с резервированием ресурсов обеспечивает транспортную среду с требуемыми значениями сетевых характеристик, в свою очередь, управляя элементами IP-сети. Совместное использование CAC и QoS-маршрутизации обеспечивает максимальную гибкость и эффективность реализации требуемых политик качества услуг связи в конвергентных сетях. Однако современные стандарты ограничивают взаимодействие этих механизмов, сводя их до уровня обмена командами запроса от CAC о возможности использования сетевых ресурсов для очередного соединения и подтверждения о наличии ресурсов от модуля Bandwidth Manager, обеспечивающего QoS-маршрутизацию. CAC — это детерминированное и обоснованное решение, которое принимается перед установлением речевого соединения и оно основано на доступности необходимых ресурсов сети для обеспечения подходящего QoS при новом вызове. Классификация механизмов CAC показана на рис. 1.

В конвергентных сетях передачи речи оптимальным является применение метода централизованного управления вызовами, использующего информацию о топологии сети. В этом случае CAC работает совместно с блоком управления сетевыми ресурсами (RACS — Resource and Admission Control Subsystem или Bandwidth Manager), используя динамические алгоритмы управления и мониторинга в сети доступа и транспортной сети (сетевые модели ETSI TISPAN и MSF [2]). Данный метод обладает преимуществами перед другими методами CAC и в тоже время имеет большую гибкость в плане применения современных технологий QoS-маршрутизации [1].

Обеспечение QoS-маршрутизации в па-

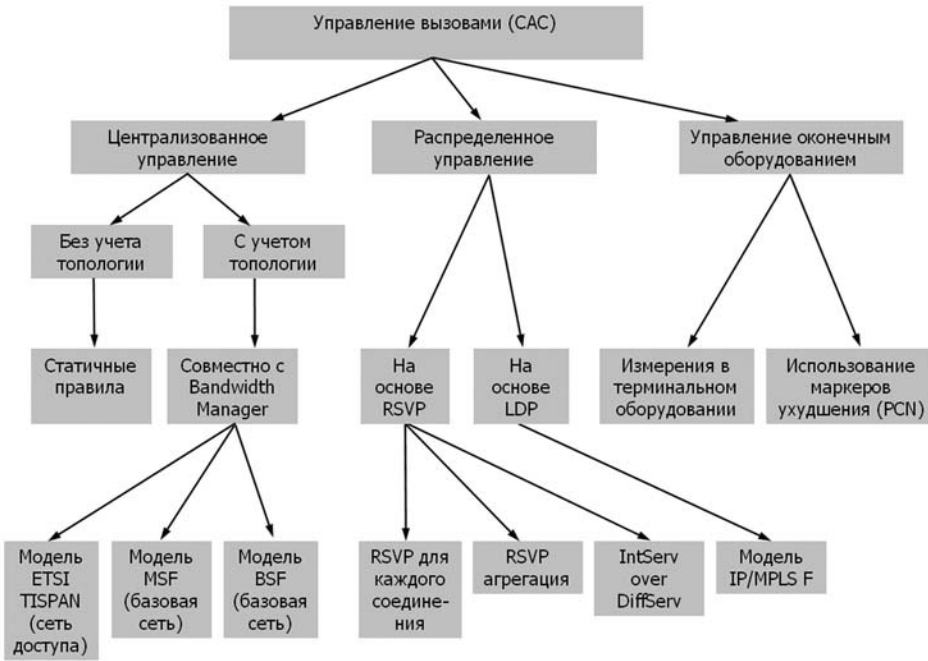


Рис. 1. Классификация механизмов CAC в конвергентных сетях передачи речи

сетей является весьма сложной задачей из-за нескольких факторов. Во-первых, распределенные приложения, такие как передача речи, имеют строгие требования QoS по задержке, джиттеру, потерям пакетов, полосе пропускания и т.д.

Множественные ограничения делают задачу QoS маршрутизации аналитически неопределимой. К примеру, задача нахождения приемлемого пути с двумя независимыми ограничениями является трудноразрешимой [7]. Во-вторых, в современных пакетных сетях трафику, требовательному к QoS, приходится сосуществовать с нагрузкой, передаваемой в режиме негарантированной доставки (best-effort). Это значительно усложняет решение оптимизационных задач. В-третьих, пакетным сетям свойственно динамическое изменение состояния из-за кратковременных колебаний трафика, изменений характеристик звеньев сети и многих других факторов. При росте размеров сетей становится сложно обеспечивать доступность актуальной информации о состоянии сети, что может сильно сказаться на качестве алгоритмов QoS маршрутизации.

Модель конвергентной сети передачи речи

Конвергентная сеть (рис. 2а) может быть представлена в виде нагруженного графа $G(V,E)$ (рис. 2в). Вершины графа V представляют собой сетевые узлы (маршрутизаторы, коммутаторы, шлюзы, терминальное оборудование). Нагруженные ребра E представляют собой звенья сети (каналы связи). Каждое ребро $(u, v) \in E$ имеет нагрузку, измеряемую определенной QoS метрикой

$w(u, v) := f(x_1, x_2, \dots, x_n, C, Q)$,
 которая является функцией от сетевых характеристик x_1, x_2, \dots, x_n , стоимости канала связи C и параметра оценки качества передачи речи Q . Каждая вершина также имеет состояние, которое может быть определено независимо, или включено в состояние прилегающих ребер.

Пути установления соединений должны удовлетворять набору ограничений, которые могут относиться к ребрам, путям или деревьям. Ограничение для нагрузок ребер может выражаться в граничных значениях сетевых характеристик. Ограничение для пути определяет требования к характеристикам передачи речи "из конца в конец" для данного пути.

В структуре конвергентной сети можно выделить следующие области действия различных механизмов обеспечения качества речевых услуг (рис. 2а):

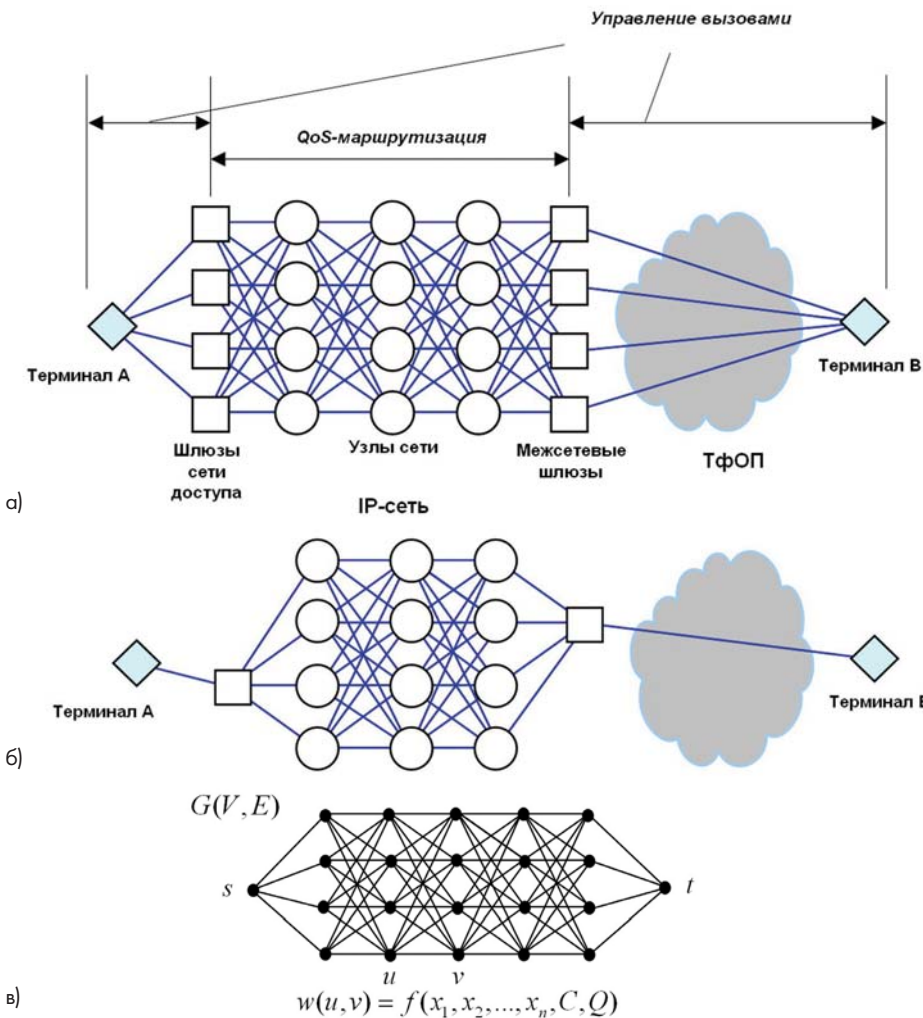


Рис. 2. Структура конвергентной сети передачи речи (пример): (а) полная сеть, (б) фрагмент сети, соответствующий разделному применению механизмов CAC и QoS-маршрутизации, (в) представление сети в виде нагруженного графа

1. Область действия механизмов САС определяется граничными точками "выхода-выхода" в IP-сеть (межсетевыми шлюзами и шлюзами сети доступа), узлами сети ТфОП и терминальными устройствами А и В: этими сетевыми элементами управляет система САС и в этих точках может быть измерено качество речи.

2. Механизмы QoS-маршрутизации работают внутри магистральной IP-сети. Они управляют сетевыми устройствами (маршрутизаторами, коммутаторами) с целью выбрать требуемый маршрут между граничными точками. Указанные IP-устройства не позволяют непосредственно измерить качество речи, но могут выдать информацию о действующих сетевых параметрах для принятия решения системе управления вызовами и ресурсами.

Как отмечалось ранее, механизмы САС и QoS-маршрутизации действуют на разных участках пакетных сетей (например, только на сети доступа или в транспортной сети), кроме того, в большинстве вариантов эти механизмы не взаимодействуют друг с другом. Подобное положение приводит к тому, что в конвергентных сетях алгоритмы поиска путей, удовлетворяющих определенным критериям качества, не могут использовать граф полной сети (рис. 2а). Так как решения о выборе пути принимаются на каждом сетевом участке отдельно, то из рассмотрения исключаются пути, возможно более приемлемые, чем оставшиеся. Отсутствие сквозных (end-to-end) алгоритмов ограничивает структуру конвергентной сети до подграфа, представленного на рис. 2б.

Предлагаемые методы и алгоритмы обеспечения качества передачи речи в конвергентных сетях

Учитывая сложившиеся проблемы обеспечения качества передачи речи в конвергентных сетях автором были разработаны методы и алгоритмы поиска наиболее вероятного пути, удовлетворяющего ограничениям по сетевым характеристикам. В качестве ключевых характеристик выбраны задержка и полоса пропускания каналов связи. Для реализации задачи управления качеством передачи речи в конвергентных сетях предложен вероятностный подход, в котором принятие решения о выборе наиболее вероятного пути производится не по текущим значениям сетевых характеристик, а строится на основе информации о математическом ожидании и дисперсии сетевых характеристик.

Задача поиска наиболее вероятного пути с ограничениям по задержке и полосе пропускания (НВП ОЗП) сведена к совместному реше-

нию двух задач: поиска наиболее вероятного пути, удовлетворяющего ограничениям по полосе пропускания (НВП ОП) и поиска наиболее вероятного пути, удовлетворяющего ограничениям по задержке (НВП ОЗ).

Для решения задачи НВП ОП предложен алгоритм поиска кратчайшего пути с полиномиальным временем на основе модифицированного алгоритма Дейкстры. Алгоритм осуществляет поиск путей в нагруженном графе конвергентной сети, для которых максимальны значения $\pi_B(p) := P[b(p) \geq B]$ — вероятности того, что полоса пропускания $b(p)$ на всех ребрах пути p больше заданного граничного значения полосы пропускания B .

Определено, что задача НВП ОЗ может быть отнесена к классу трудноразрешимых задач (NP-сложных) и для ее решения использован аппроксимационный метод релаксации Лагранжа и модифицированный алгоритм поиска k -кратчайших путей. В задаче НВП ОЗ предполагается, что для каждого ребра (i, j) нагруженного графа $G = (V, E)$ задержка $d(i, j)$ является случайной величиной с математическим ожиданием $\mu(i, j)$ и дисперсией $\sigma^2(i, j)$ и задержки для различных ребер являются взаимно независимыми величинами. Поиск оптимального пути проводится на основе максимизации целевой функции $\pi_D(p) := P[d(p) \leq D]$ — вероятности того, что задержка d на пути p менее граничного значения D , равной

$$\pi_D(p) \approx \Phi\left(\frac{D - \mu(p)}{\sigma(p)}\right),$$

где $\Phi(x) := \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^x e^{-y^2/2} dy$

— интегральная функция нормального закона распределения случайной величины.

С использованием реверсивного алгоритма Дейкстры разработан эвристический алгоритм нахождения совокупности удовлетворительных путей для решения задачи НВП ОЗП. Путь p называется удовлетворительным, если невозможно найти другой путь p_0 , для которого $\pi_B(p_0) \geq \pi_B(p)$ и $\pi_D(p_0) \geq \pi_D(p)$.

Предложены методы решения задачи НВП ОЗП с учетом ограничений на стоимость речевого соединения и качество передачи речи в конвергентной сети, обеспечивающие уменьшение области поиска оптимального пути за счет отсеивания путей, не удовлетворяющих пороговым значениям.

Для метода, использующего ограничение по качеству передачи речи, разработана принципиально новая метрика, сочетающая в себе показатели обеспечения оператором требуемого значения QoS и степень удовлетворенно-

сти потребителей качеством — QoE. В этой метрике использованы значения показателя качества R рассчитанного с использованием E-модели (см. рекомендацию ITU-T G.107) и параметр удовлетворенности пользователя качеством услуг передачи речи, который определяется оценкой ASR (Average Successful Rate — процент успешно завершившихся звонков) или ACD (Average Call Duration — средняя продолжительность разговоров), либо их комбинацией.

Результаты имитационного моделирования и практических испытаний

В ходе имитационного моделирования сравнивалась эффективность алгоритма НВП ОЗП и нескольких существующих алгоритмов поиска удовлетворительных путей в нагруженном графе сети [8, 9]. Критериями эффективности алгоритмов выступали: вычислительная сложность, выраженная в количестве вызовов алгоритма Дейкстры; количество успешных попыток соединений с учетом ограничений на сетевые характеристики; объем передаваемой служебной информации о характеристиках каналов связи.

Моделирование показало, что разработанный вероятностный алгоритм требует в среднем в 2,5 раза меньше итераций алгоритма Дейкстры по сравнению с известными методами. Даже при малом числе итераций для алгоритма НВП ОЗП найденный путь близок к оптимальному, что говорит о небольшой вычислительной сложности и высокой эффективности разработанного алгоритма. При равных ограничениях и сравнимой вычислительной сложности алгоритм НВП ОЗП для обоих вариантов определяет путь лучший, чем известные алгоритмы.

Результаты моделирования показали, что при одинаковых показателях эффективности, выражаемых в доле успешных попыток соединений S , вероятностный подход значительно (до 50%) снижает объем служебной информации, передаваемой по сети по сравнению с известными методами, что делает целесообразным использование вероятностного подхода на практике.

При моделировании количество успешных попыток соединений для вероятностного алгоритма превосходило аналогичный показатель известных алгоритмов на 15-25%. Эффективность предложенного вероятностного метода возрастает с увеличением дисперсии случайных характеристик сети, поэтому в сетях со значительными изменениями характеристик преимущество вероятностного подхода будет бо-

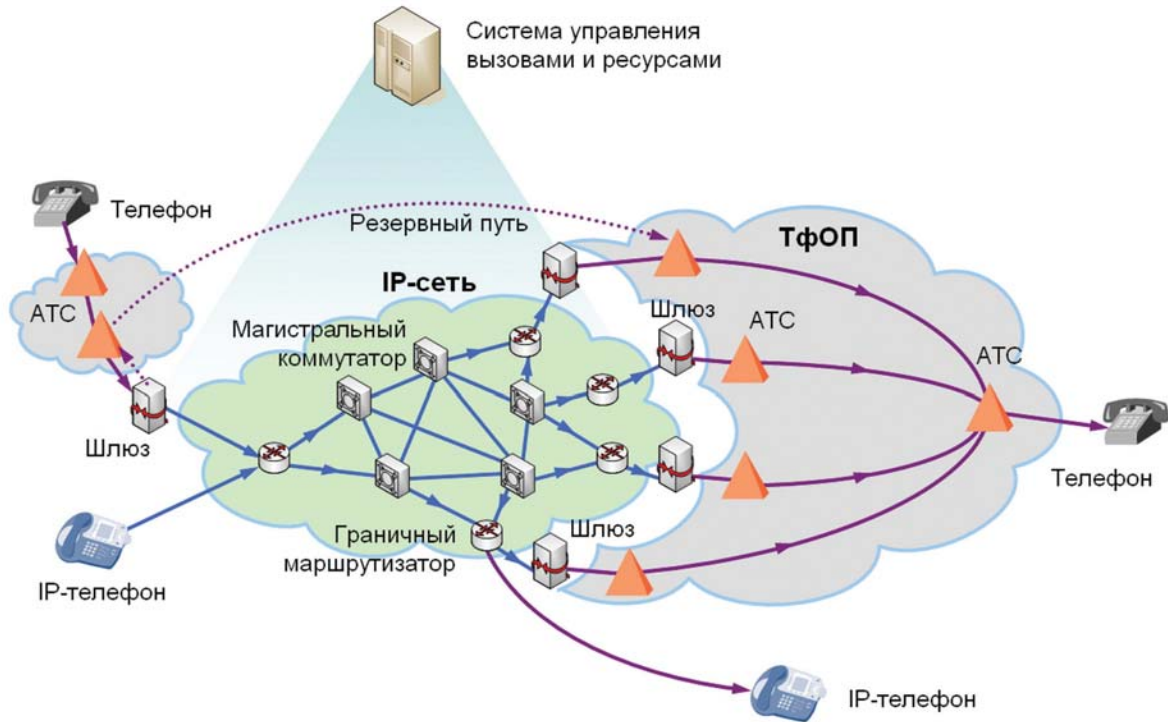


Рис. 3. Структура конвергентной сети передачи речи

лее ощутимо.

Для практической реализации методов обеспечения качества передачи речи в конвергентных сетях разработана модель конвергентной сети передачи речи для различных вариантов речевых соединений в соответствии с рекомендациями ETSI, ITU-T и отечественной нормативной базой. Модель охватывает все составляющие конвергентной сети (рис. 3): терминальные устройства, сеть доступа, транспорт-

ную сеть, ТфОП, что дает возможность исследовать комплексное использование механизмов САС и QoS-маршрутизации.

Для реализации метода НВП ОЗП с ограничением по критерию качества определено применение E-модели для измерения оценки качества передачи речи в конвергентных сетях.

На основе разработанной методики проведено практическое исследование метода НВП ОЗП на мультисервисной сети передачи

данных (МСПД) одного из крупных региональных операторов электросвязи. Для испытаний выбран фрагмент сети (рис. 4), включающий в себя региональные узлы МСПД в городах N и M, участок междугородной транспортной IP MPLS сети, систему управления вызовами SoftSwitch 5 и 4 классов, системы биллинга и маршрутизации. Реализация путей для установления речевых соединений выполнено с использованием технологии IP VPN на транспортной

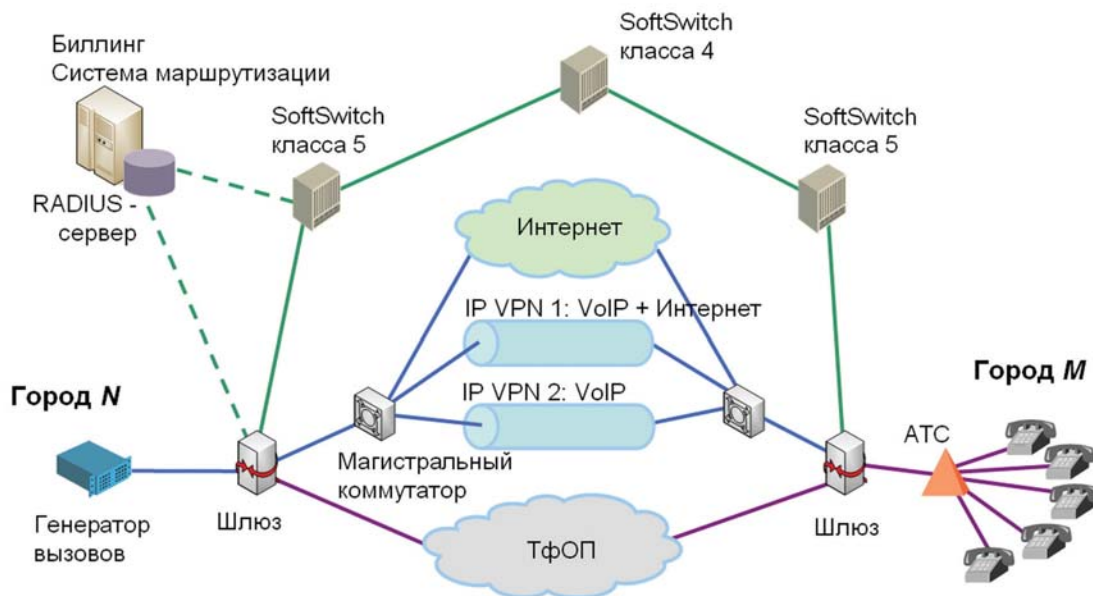


Рис. 4. Схема фрагмента МСПД при проведении практических испытаний

сети, рассмотрены различные варианты трафика в потоках. Была исследована эффективность разработанных алгоритмов по сравнению с используемым на практике методом выбора маршрута с минимальной стоимостью LCR (Least Cost Routing).

Результаты проведенных натурных испытаний показали, что разработанный вероятностный метод выбора оптимального пути в конвергентной сети обеспечивает экономию стоимости разговорного соединения от 12% в часы наибольшей нагрузки для сети Интернет до 44% для ночного периода. Причем максимальная эффективность достигнута при значениях периода регулирования в алгоритме маршрутизации равного $0,5 \div 1,5$ от средней длительности разговорного соединения (рис. 5).

Заключение

Применение разработанных методов и алгоритмов позволяет обеспечить требуемое качество услуг передачи речи в конвергентных сетях с учетом неточной информации о сетевых характеристиках. Разработанные алгоритмы обладают высокой эффективностью и по сравнению с известными алгоритмами требуют для реализации меньших вычислительных ресурсов, обладают большей точностью расчетов и производительностью. Экономический эффект от внедрения разработанных методов позволит операторам связи обеспечить наилучшее соотношение цена/качество для услуг передачи речи в конвергентных сетях.

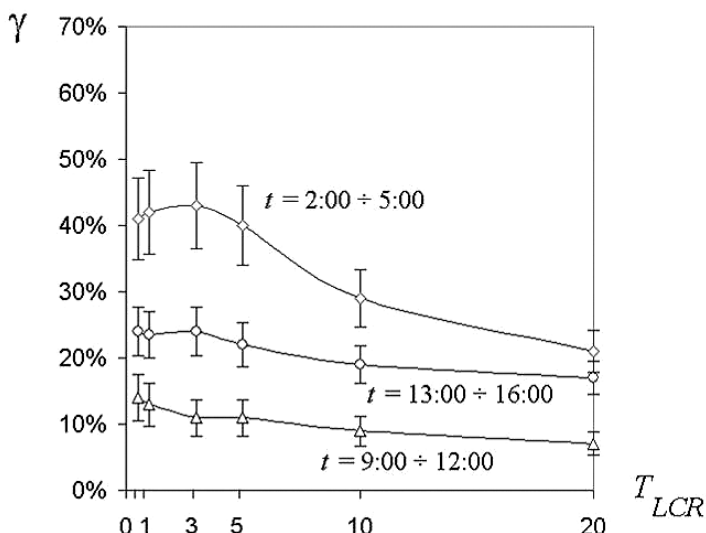


Рис. 5. Зависимость коэффициента эффективности от периода регулирования в алгоритме маршрутизации

Литература

1. Росляков А.В. IP-телефония / А.В. Росляков, М.Ю. Самсонов, И.В. Шибяева. — М.: Эко-Трендз, 2003. — 250 с.
2. Росляков А.В. Сети следующего поколения NGN / А.В. Росляков, С.В. Ваяшин, М.Ю. Самсонов, И.В. Шибяева, И.А. Чечнева — М.: Эко-Трендз, 2008. — 424 с.
3. Росляков А.В., Самсонов М.Ю. Модели и методы оценки качества услуг IP-телефонии // Электросвязь. — 2002. — №1. — С. 15-18.
4. Росляков А.В., Самсонов М.Ю. Обеспечение качества услуг IP-телефонии // ИнформКурьерСвязь. — 2002. — №1. — С. 48-50.
5. Росляков А.В., Самсонов М.Ю. Анализ механизмов обеспечения качества IP-услуг // Информ-

КурьерСвязь. — 2002. — №2. — С. 48-50.

6. Самсонов М.Ю. Качество передачи речи в NGN: Дано ли нам предугадать, как слово наше отзовется? // ИнформКурьерСвязь. — 2003. — №10. — С. 42-45.

7. Ахо А. Построение и анализ вычислительных алгоритмов / А. Ахо, Дж. Хопкрофт, Дж. Ульман — М.: Мир, 1979. — 535 с.

8. Henig M. I. The shortest path problem with two objective functions / M. I. Henig // European Journal of Operational Research. — 1986. — Vol. 25, №2. — pp. 281-291.

9. Apostolopoulos G. Quality of service based routing: A performance perspective / G. Apostolopoulos, R. Guerin, S. Kamat, S. K. Tripathi // ACM SIGCOMM'98 Conference. — Vancouver, Canada, 1998. — pp. 17-28.

МТС получила возможность прямого присоединения к сетям более 350 операторов мира

ОАО "Мобильные ТелеСистемы" получила возможность прямого присоединения своей сети к сетям более чем 350 операторов связи в мире через организацию точки присутствия в крупнейшем в Европе центре межсетевых взаимодействий ancotel GmbH во Франкфурте-на-Майне.

Центр ancotel GmbH предоставляет услуги независимого размещения оборудования заказчика на своей технической площадке и обеспечивает более чем 27000 межсетевых соединений для передачи данных и голосовой информации. Центр ancotel GmbH стал первой международной точкой присутствия "МТС Россия".

"Данное соглашение является очередным шагом в реализации стратегии по установлению прямых партнерских отношений между МТС и международными операторами. Соглашение с ancotel GmbH является стартом долговременного и взаимовыгодного сотрудничества, которое благодаря установлению прямых соединений с операторами позволит МТС сократить издержки при обеспечении международной связи для абонентов и обеспечить высокое качество телекоммуникационных услуг", — отметил директор МТС по конвергенции Евгений Москалев.

"Подписание соглашения с таким крупнейшим оператором сотовой связи в России и странах СНГ как МТС подтверждает значимость предо-

ставления спектра услуг компании ancotel GmbH в качестве независимой платформы на международном рынке для российских операторов, а также способствует расширению партнерских отношений между российскими и международными операторами связи. Данное соглашение, безусловно, является началом долгосрочного и надежного сотрудничества ancotel GmbH и МТС Россия. Мы желаем компании МТС дальнейшего развития бизнеса и продуктивного сотрудничества с другими международными операторами связи на нашей платформе", — заявил начальник отдела по развитию бизнеса в странах Восточной Европы и СНГ ancotel GmbH Генрих Штерц.

Организация точки присутствия МТС в ancotel GmbH является продолжением стратегии по выходу МТС на международный рынок голосовых услуг после ввода в эксплуатацию собственной сети междугородней и международной связи в ноябре прошлого года и получения разрешения от Министерства связи и массовых коммуникаций РФ на предоставление услуг по пропуску трафика с использованием своей сети.

Ранее точка присутствия в ancotel GmbH была организована для сети "МТС Украина".

Расчет и сравнение сред передачи современных магистральных сетей связи по критерию латентности (задержки)

Ключевые слова:

временная задержка, распространение сигналов, сети связи, сетевые протоколы, латентность сигнала, оптоволокно



Салифов И.И., аспирант, УрГУПС, кафедра Связь, г. Екатеринбург

Рассмотрена краткая классификация времени задержки информации при прохождении по сети связи. Проанализирован результат перехода на оптические линии связи с точки зрения временных задержек. Показано, возросла ли задержка распространения сигнала? Проведены упрощенные расчеты временной задержки в средах распространения различных сигналов (задержка распространения).

Процесс передачи информации по сети состоит из ряда действий на определенных этапах движения. Весь процесс сведен в базовую эталонную модель взаимодействия открытых систем (Open Systems Interconnection Basic Reference Model) — абстрактная сетевая модель для коммуникаций и разработки сетевых протоколов. Которая представляет уровеньный подход к сети. Каждый уровень обслуживает свою часть процесса передачи информации. Благодаря такой структуре совместная работа сетевого оборудования и программного обеспечения становится гораздо проще и прозрачнее.

Если разложить путь прохождения информации с момента ее генерирования каким-либо приложением до момента, когда она попадет в точку назначения, и соотнести его с эталонной моделью OSI, то можно увидеть, что

задержка сигнала соотносится с физическим уровнем и средой передачи сигналов, а латентность сигнала — со всеми вышестоящими уровнями (канальный, сетевой, транспортный, сеансовый, представительный и прикладной).

Таким образом, латентность информации можно разделить на четыре категории:

- задержка распространения;
- задержка физического слоя;
- аппаратная латентность;
- программная латентность.

Задержкой сигнала (Delay) называется время, затраченное сигналом для физического прохождения через элемент без какой-либо обработки, то есть затрачивается на передачу информации по каналу связи. Характеризуется физикой процессов в элементе.

Латентность сигнала (latency) — это задержка сигнала, которая превышает время

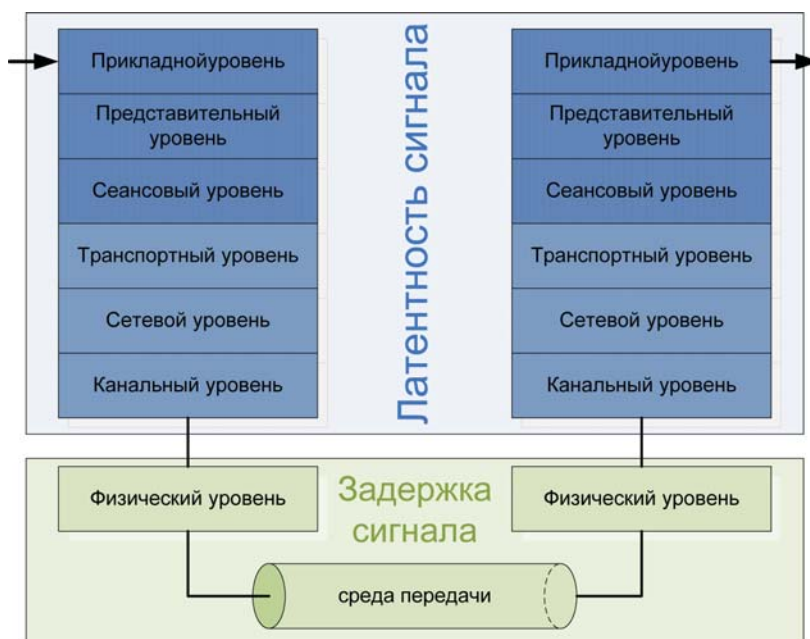


Рис. 1. Декомпозиции латентности информации

Таблица 1

Тип магистрального кабеля	ϵ	$\sqrt{\epsilon}$	$V_{гр} \cdot 10^5$, км/с	T , [мс/100км.]
Симметричные:				
МКС (изоляция - кордельно-стирофлексная)	1,25	1,118	2,6815	0,3729
МКБ (изоляция - кордельно-бумажная)	1,35	1,162	2,58	0,3876
МКПВ - зонный (изоляция - полиэтиленовая сплошная)	2,0	1,414	2,1202	0,4716
Коаксиальные:				
КМ4 (2,6/9,5; изоляция - полиэтиленовая шайба)	1,13	1,063	2,8203	0,3546
МКТ4 (1,2/4,6) изоляция - балонно-полиэтиленовая	1,22	1,104	2,7156	0,3682

физического прохождения через элемент из-за его попутной обработки, то есть затрачивается программным обеспечением и устройствами сети на подготовку к передаче информации по каналу связи. Характеризуется алгоритмами обработки информации.

Латентность информации — это общее время, затрачиваемое сетью связи на процесс передачи информации (передача информации из точки возникновения в точку назначения). Является суммой задержки сигнала и удвоенной латентности сигнала (на приеме и передаче).

После генерации сигнала, несущего информацию о передаваемом бите, этот сигнал распространяется по линии связи, от одного узла сети к другому. Время, необходимое для передачи сигнала по линии связи, называется задержкой распространения и определяется длиной линии и физическими свойствами передающей среды (оптоволокна, меди в симметричном или коаксиальном кабелях и т. п.). Скорость распространения сигнала конечна и лежит в пределах от $2 \cdot 10^8$ до $3 \cdot 10^8$ м/с, т.е. сравнима со скоростью света. Чтобы определить задержку распространения для конкретной линии связи, необходимо разделить ее длину на скорость распространения сигнала.

Значение задержки распространения может широко варьироваться. Так, значение может быть ничтожно малым (несколько микросекунд) для коротких медных линий в пределах одного здания, и в то же время значительным (несколько миллисекунд) для протяженных оптических магистральных линий связи. А для спутниковой линии связи значение задержки распространения составляет порядка десятых долей секунды и значительно превышает все остальные виды задержек.

На современных магистральных сетях уже практически не осталось линий построенных без применения оптоволокна. А между тем, оптоволокно существенно повлияло на величину задержки распространения сигналов.

Во-первых, повышая эффективность оптоволоконных кабельных линий с помощью WDM, значительно увеличилась задержка за счет "узловой задержки" в элементах сети WDM — как новой, дополнительной надстройки.

Во-вторых, с возросшими скоростями на TDM (слой SDH), слой WDM вынужден уделять большое внимание своим дисперсионным характеристикам. А это вынудило использовать компенсаторы дисперсии, которые, в своем нынешнем развитии, вносят еще одну, существенную величину задержки.

В-третьих, вопреки утвердившемуся мнению, "скорость распространения" оптического сигнала в оптоволокне существенно ниже скорости распространения электрических сигналов в медных линиях связи и радиосигналов в атмосфере. Это доказано расчетами, приведенными ниже.

Существуют рекомендации ITU-T по допустимым уровням задержки. В большинстве случаев она не должна превышать 150 мс в одну сторону. Задержки от 150 до 400 мс также могут быть приемлемыми, если принимаются к рассмотрению вопросы экономического характера (в первую очередь, стоимость разговора). В общем случае голосовые сети проектируются с задержкой распространения в одну сторону не более чем 200 мс.

а) Расчет задержки распространения электромагнитной энергии в медных магистральных линиях связи.

Электромагнитная энергия распространяется по кабельной линии с определенной скоростью $V_{гр}$, которая зависит от параметров цепи и частоты тока и определяется следующей формулой, км/с:

$$V_{гр} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon}}$$

где ϵ — диэлектрическая проницаемость, зависящая от конструкции кабеля (табл. 1); c — скорость света, $2,998 \cdot 10^5$ км/с.

После расчета скорости легко можно найти время распространения сигнала в кабеле, с/км:

$$T = \frac{1}{V_{гр}}$$

где T — время распространения сигнала на участке линии в 1 км, [с/км]; l — длина анализируемого участка медного магистрального кабеля с учетом коэффициента скрутки, [км].

Результаты расчетов скорости и времени распространения электромагнитной энергии в магистральных кабелях различной конструкции сведены в табл. 1.

б) Расчет распространения света в оптоволокне.

Скорость течения энергии совпадает с фазовой скоростью волны ($V_{ф}$). Равенство фазовой скорости и скорости энергии в изотропных средах нарушается лишь в случае наличия дисперсии, т.е. в случае зависимости фазовой скорости волны от ее длины. В дисперсионных средах скорость течения энергии равна не фазовой, а так называемой групповой скорости волны ($V_{гр}$).

При распространении в дисперсионных оптических средах светового импульса, который содержит определенный спектр частот (реальный сигнал), вводится понятие эффективного группового показателя (коэффициента преломления (N), отнесенного к одному n , где λ — длина волны [нм]; n — показатель преломления материала.

В итоге получаем:

$$N(\lambda) = \frac{c}{V_{гр}} = n - \lambda \frac{dn}{d\lambda}$$

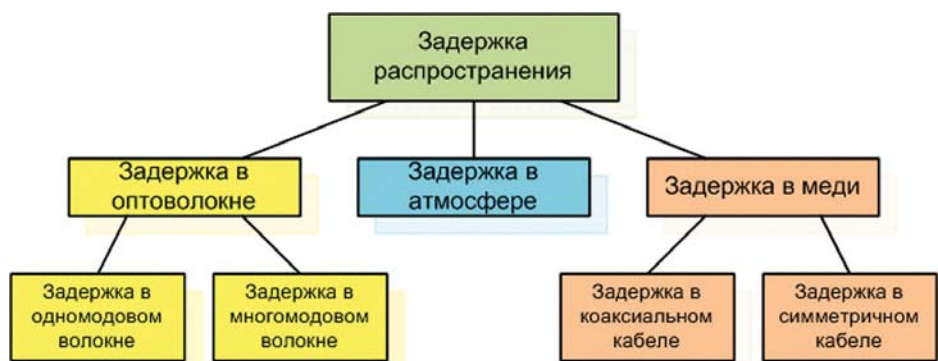


Рис. 2. Классификация латентности информации по "уровням модели OSI"

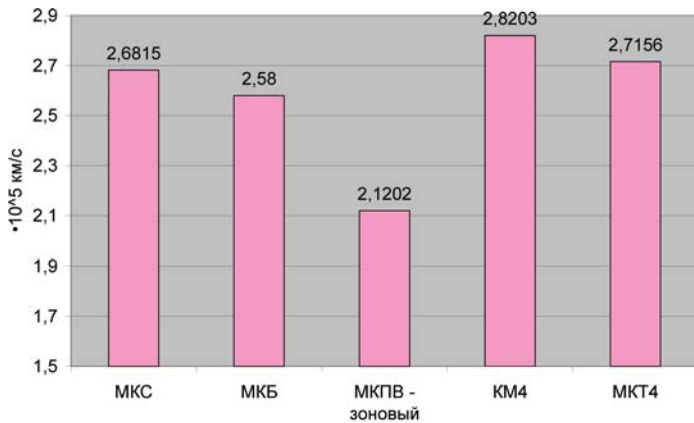


Рис. 3. Групповая скорость распространения в медных линиях связи

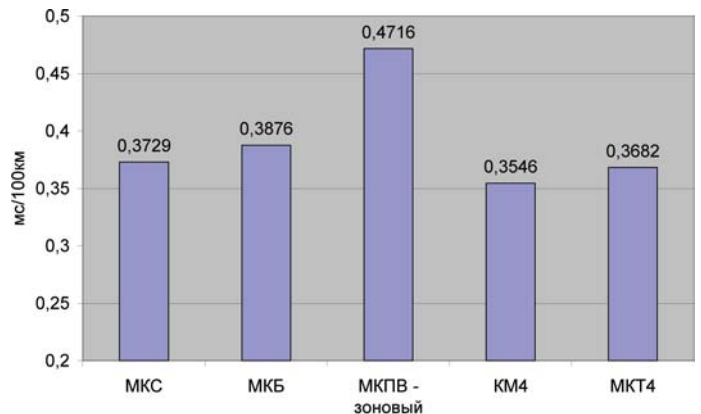


Рис. 4. Время распространения электрического сигнала на участке линии в 100 км

$$V_{\phi} = \frac{2 \cdot \pi \cdot c}{\beta \cdot \lambda} = \frac{c}{n(\lambda)}$$

где β — коэффициент фазы.

Тогда время прохождения t световым импульсом расстояния l будет равно:

$$V_{гр} = \frac{c}{n - \lambda \frac{dn}{d\lambda}} = \frac{c}{N(\lambda)}$$

где l — оптическая длина прохождения световым импульсом.

в) Расчет времени распространения радиосигнала в атмосфере:

$$t = \frac{l}{v_{гр}} = \frac{Nl}{c} = \left[n - \lambda \frac{dn}{d\lambda} \right] \frac{l}{c}$$

Существенной особенностью спутниковой и радиорелейной связи является задержка распространения сигналов, вызванная прохождением довольно больших расстояний. Эта задержка изменяется от минимальной величины, когда спутник находится в зените, до максимальной величины, когда спутник находится на линии горизонта.

Спутниковые орбиты разделены на три категории:

- низкоорбитальные: 700-1400 км;
- среднеорбитальные: 5000-15000 км;
- геостационарная: 36000 км.

Для упрощения расчетов посчитаем задержку распространения радиосигнала при минимальном угле возвышения (в зените), при этом расстояния распространения радиосигнала будет равна удвоенному значению высоты орбиты (т.е. без учета задержек обработки сигнала оборудованием спутника). Следовательно, формулы для расчета будут следующими:

$$V_c = \frac{c}{n_{возд}}$$

где $n_{возд}$ — показатель преломления воздуха (1,0002926 — при нормальных условиях); V_c — скорость распространения радиосигнала в атмосфере.

$$t = \frac{2h}{V_c}$$

где h — высота орбиты спутника; $2h$ — общий путь прохождения сигнала в одну сторону.

Среди низкоорбитальных спутниковых систем возьмем для расчета систему спутниковой связи Globalstar с орбитами спутников на

высоте около 1000 км. Среди среднеорбитальных спутниковых систем возьмем спутниковую систему связи Odyssey с высотой орбиты около 10400 км. Среди геостационарных возьмем спутниковую систему Ямал с высотой орбиты около 36000 км.

Беря в расчет некоторую погрешность, примем, что для спутниковых систем передачи не имеет значения расстояние передачи (l) по земле, т.к. сигнал все равно пройдет расстояние равное удвоенной высоте орбиты ($2h$).

Радиорелейные линии связи передают сигнал вдоль поверхности земли, следовательно, у них расстояние передачи возьмем как 100 км.

Выводы

Скорость распространения в коаксиальных кабелях выше, чем в симметричных, а время распространения, естественно, ниже. Причем зонные (в том числе внутриобъектовые) симметричные кабели показывают совсем низкие значения по скорости распространения в сравнении с магистральными (рис.1). Между тем, скорость распространения оптического сигнала в различных ОВ практически одинакова, с отклонением не более 0,4% друг от друга (рис.3). Но в целом значительно ниже скорости распространения электрических сигналов в медных линиях связи (~30%) и скорости распространения радиосигналов в атмосфере (~40%) (рис.5). Скорость распространения радиосигнала в атмосфере самая высокая по сравнению с аналогичными значениями в проводных средах передачи, но при этом необходимо учитывать, что спутниковые системы передачи вынуждены передавать радиосигнал не по оптимальной траектории. В следствии этого расстояние передачи и время распространения сигнала спутниковых систем связи в атмосфере очень значительны и

Таблица 2

Тип магистрального оптического волокна	N ($\lambda=1550\text{nm}$)	$V_{гр} \cdot 10^5$, км/с	t , [мс/100км.]
- волокно фирмы Fujikura	1,465	2,0464	0,4867
- волокно фирмы Corning SMF-28 (G.652)	1,4682	2,0419	0,4897
- волокно фирмы Lucent AllWave	1,467	2,0436	0,4893
- волокно фирмы Lucent TrueWave®RS (G.655)	1,470	2,0395	0,4903

Таблица 3

Тип атмосферной системы передачи	h, км.	$V_c \cdot 10^5$, км/с	t , [мс/100км.]
Спутниковая, низкоорбитальная	1000	2,9971	6,6731
Спутниковая, среднеорбитальная	10400		69,4004
Спутниковая, геостационарная	36000		240,2322
Радиорелейная	100		0,33365

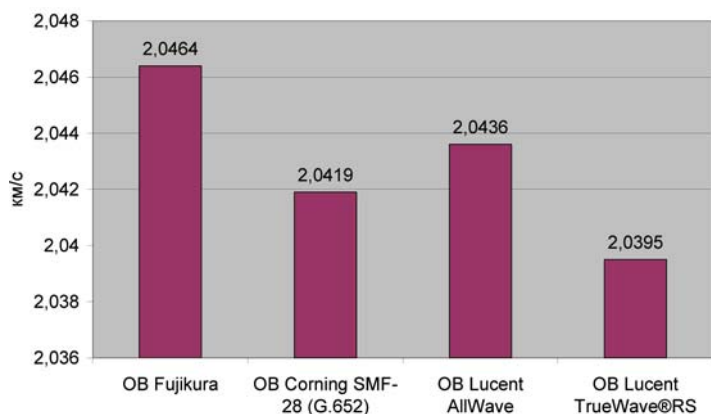


Рис. 5. Групповая скорость распространения сигнала в оптических линиях связи на $\lambda = 1550$ нм

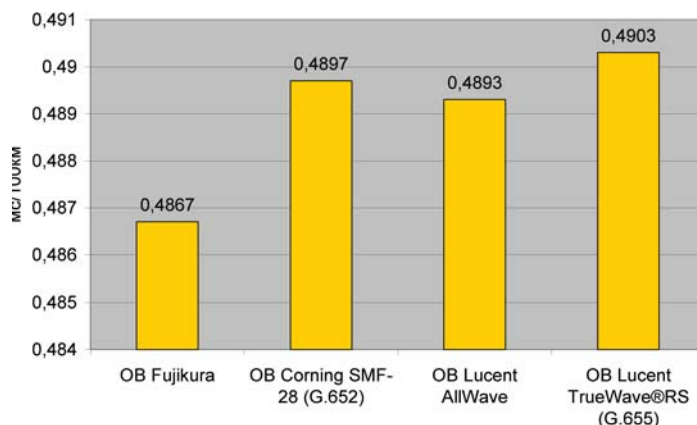


Рис. 6. Время распространения оптического сигнала на участке линии в 100 км ($\lambda = 1550$ нм)

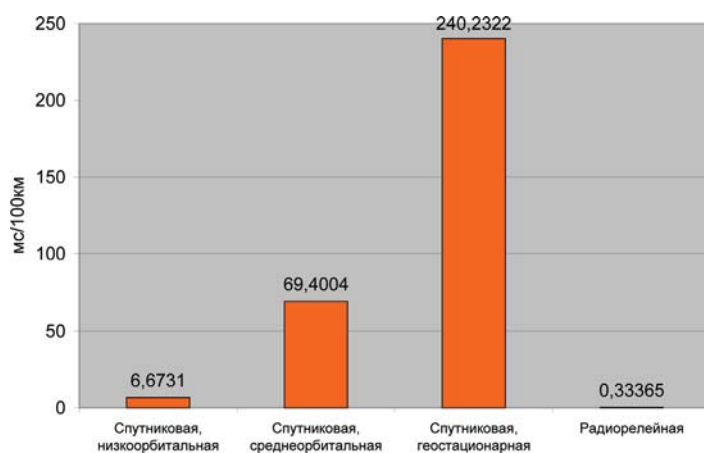


Рис. 7. Время распространения радиосигнала для объектов, находящихся на расстоянии в 100 км

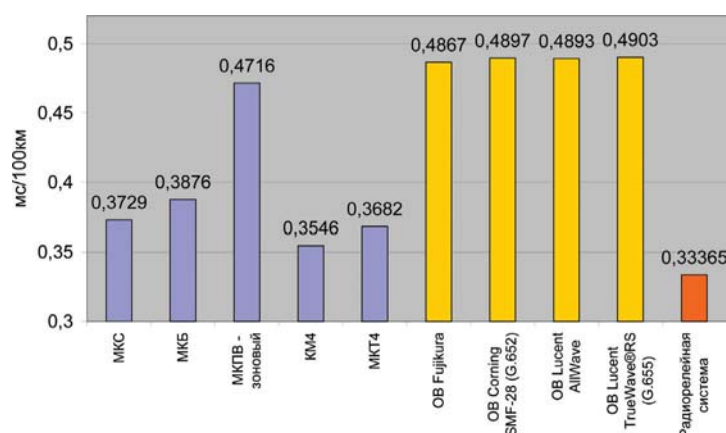


Рис. 8. Сводное время распространения сигнала на участке линии в 100 км

являются существенным ограничением для передачи интерактивных данных и данных реального времени, чувствительных к величине задержки. Радиорелейные линии связи распространяют радиосигнал по оптимальной траектории и являются лидером по времени распространения сигнала, но при этом имеют ряд значительных минусов (ширина радиополосы, а значит и скорости передачи и множество внешних негативных факторов), не позволяющих широко их использовать в магистральных линиях связи.

Все это говорит о том, что большая протяженность современных оптических магистральных сетей создает условия к возникновению больших величин задержек. А это может негативно сказаться на приложениях реального времени, чувствительного к задержкам (телефонные разговоры, видео, некоторые типы сигналов управления, интерактивные услуги и т.д.). К примеру, реальная магистральная линия связи Кингисепп — Хабаровск имеет протяженность около 10 000 км. Следовательно, задержка распространения сигнала по опти-

ческому волокну в одну сторону составит примерно 49 мс (для сравнения, по меди — 37 мс, а по радиорелейному каналу — 33 мс). Как показывает практика, задержка распространения оптоволоконна в оптических линиях связи составляет около 50-60% от всей задержки, вносимой магистральными системами передачи на основе SDH+WDM (куда также входят узловые задержки, такие как задержки на компенсаторах дисперсии, задержки обработки сигнала и т.п.). Пакетные технологии имеют гораздо большую временную задержку. При этом доля задержки распространения в таких сетях может составлять 30%. Следовательно, это уже создает критичные величины и нуждается в пристальном внимании со стороны лиц, занимающихся проектированием и строительством магистральных сетей. Учитывая, что для конкретной среды передачи определенной длины невозможно изменить время распространения, то существует необходимость знания этой существенной константы в общем значении латентности передачи информации по сети связи.

Литература

1. Иоргачёв Д.В., Бондаренко О.В. Волоконно-оптические кабели и линии связи. — М: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2002.
2. Иванов А.Б. Волоконная оптика. — М: САЙ-РУС СИСТЕМС, 1999.
3. Калягин А.М. Волоконно-оптические системы передачи. Курс лекций — Новосибирск, 2006.
4. Савин Е.З. Волоконно-оптическая линия связи на участке железной дороги. Методические указания к курсовому проектированию для студентов. — ДГУПС, Хабаровск, 2001.
5. Андреев Р.В., Прапорщиков Д.Е. Анализ зависимостей параметров хроматической дисперсии круглых слабонаправляющих оптических волокон от профиля показателя преломления//60-я Научная сессия, посвященная Дню радио. Секция оптоэлектроника и волоконно-оптические устройства. — СПб.: ЗАО АВТЭКС, 2005.
6. ITU-T Recommendation G.114.
7. <http://www.exstusur.net/content.htm> — Радиосвязь, радиовещание и телевидение.

Распределение канального ресурса при обслуживании мультисервисного трафика

Ключевые слова:

мультисервисный трафик, качество обслуживания, канальный ресурс, коммутация каналов, коммутация пакетов, цифровые линии

Пшеничников А.П.,
Васькин Ю.А.,
Степанов М.С.

На этапе проектирования мультисервисных сетей необходимо выполнить обоснованный выбор основных параметров качества обслуживания (Quality of Service, QoS) пользователей услуг. Данные параметры имеют нормированные значения, которые должны использоваться в качестве ограничений при решении задачи по расчету канального ресурса проектируемой мультисервисной сети.

В сетях связи с коммутацией пакетов используются две группы параметров QoS.

Первая группа параметров характеризует качество передачи информации. Нормированные значения, а также методика измерения и расчета данных параметров приведены в [1-3].

Вторая группа параметров QoS определяет качество обслуживания сообщений. Нормированные значения данных параметров используются при расчете пропускной способности каналов связи мультисервисной сети.

При формализованном расчете топологии мультисервисной сети основным структурным параметром, задающим пропускную способность цифровых линий, является скорость передачи, выраженная в единицах канального ресурса. Исходя из известных теоретических результатов и практических рекомендаций, для определения скорости передачи можно использовать следующую схему [4-7].

Пусть в анализируемой модели сети имеется J цифровых линий. Занумеруем эти линии произвольным образом. Допустим, что линия с номером j имеет фиксированную скорость пере-

рассмотрены особенности распределения канального ресурса при обслуживании заявок на передачу мультисервисного трафика. Показано, что при определенных соотношениях между параметрами трафика может наблюдаться ухудшение показателей обслуживания заявок по сравнению с раздельным обслуживанием потоков. Даны рекомендации по решению возникающих проблем.

дачи S_j бит/с. Предположим также, что на сети обслуживаются потоков сообщений, которые следуют от узла-источника к узлу-получателю по фиксированному для данного потока пути, состоящему из последовательности цифровых каналов. Будем считать, что для обслуживания сообщения k -го потока требуется канальный ресурс D_k бит/с в каждой из цифровых линий, составляющих маршрут следования сообщений k -го потока. Предполагается, если не оговорено особо, что значение D_k не меняется за время обслуживания, не зависит от порядкового номера передаваемого сообщения и оценивается либо на основе пиковой величины интенсивности поступления пакетов, передаваемых по анализируемому соединению, либо с использованием эффективной интенсивности [4, 7, 8].

Назовем единицей канального ресурса наибольший общий делитель (НОД) целочисленных значений скоростей S_1, \dots, S_j всех цифровых линий, имеющихся в сети, и требований к скоростям обслуживания D_1, \dots, D_n каждого из n имеющихся в сети потоков сообщений. Обозначим одну единицу канального ресурса через θ . Таким образом,

$$\theta = \text{НОД}(S_1, \dots, S_j, D_1, \dots, D_n). \quad (1)$$

В результате, целочисленное представление скорости j -ой цифровой линии имеет вид $v_j = S_j/\theta$ единиц канального ресурса, а целочисленное требование к скорости обслуживания для сообщений k -го потока — $b_k = D_k/\theta$ единиц канального ресурса.

В практических задачах выбор единицы канального ресурса зависит от типа сетевого участка, на котором производится расчет. Например, если анализируется процесс формирования абонентского трафика, то, как правило, в качестве единицы канального ресурса удобно использовать скорость передачи основного цифрового канала 64 кбит/с.

На магистральном участке сети в зависимости от степени концентрации трафика в качестве единицы канального ресурса может быть выбрана скорость потока E1 (2,048 Мбит/с) или скорость, задаваемая синхронным транспортным модулем STM-1 (155 Мбит/с) синхронной цифровой иерархии SDH и т.д.

Для оценки параметров качества обслуживания информационных потоков, передаваемых по сетям с коммутацией пакетов с использованием виртуальных соединений, можно использовать модели, применяемые в классической теории телетрафика для оценки характеристик сетей коммутации каналов с явными потерями в результате блокировок вызовов. Аналогом канала в сетях с коммутацией пакетов выступает единица канального ресурса. Соответственно, объем канального ресурса, выраженный в единицах канального ресурса, будем называть просто канальным ресурсом.

В исследуемой модели мультисервисной линии имеется n потоков заявок на выделение канального ресурса. Поступление заявок k -го потока примем в соответствии с законом Пуассона с интенсивностью λ_k , где $k = 1, 2, \dots, n$. При использовании данной модели предполагается, что поток заявок формируется от существенно больших групп пользователей.

Обозначим через v — скорость передачи мультисервисной линии, выраженную в единицах канального ресурса, требуемого для обслуживания поступающих заявок. Пусть b_k — число единиц канального ресурса линии, которое необходимо для обслуживания одной заявки k -го потока. Предполагается, что время удерживания канального ресурса на обслуживание одной заявки k -го потока имеет экспоненциальное распределение с параметром μ_k , $k = 1, 2, \dots, n$. Приведенные далее расчётные алгоритмы справедливы и при произвольном распределении длительности обслуживания заявок.

При принятых предположениях схема функционирования базовой модели мульти-

сервисной линии показана на рис. 1. Часто оценка пропускной способности каналов связи мультисервисных сетей происходит по аналогии с принципами, применяемыми в сетях с коммутацией каналов. В основе одного из таких принципов лежит утверждение о повышении эффективности использования канального ресурса линии при объединении потоков сообщений. Данное утверждение справедливо, если речь идёт об объединении потоков заявок с одинаковыми требованиями к объёму канального ресурса, необходимому для обслуживания одной заявки [9].

Следует отметить, что потоки сообщений, порожденные новыми мультисервисными приложениями, по свойствам значительно отличаются от потоков с одинаковым типом трафика. Это означает, что развитие в классической теории телетрафика методики оценки канального ресурса цифровых линий, обеспечивающего заданный уровень качества обслуживания, следует применять с рядом оговорок.

Рассмотрим модель звена мультисервисной сети связи, в которой анализируется процесс поступления и обслуживания n потоков заявок на выделение канального ресурса, необходимого для обслуживания сообщений различных инфокоммуникационных услуг (речевые сообщения, видеоконференцсвязь и т.д.). Будем предполагать, что поступление заявок k -го потока подчиняется закону Пуассона с интенсивностью a_k , где $k = 1, 2, \dots, n$. Пусть v — скорость передачи цифровой линии, выраженная в единицах канального ресурса, требуемого для обслуживания поступающих заявок, b_k — число единиц канального ресурса цифровой линии, необходимого для обслуживания одного сообщения k -го информационного потока. Время удерживания канального ресурса на обслуживание одной заявки k -го потока имеет экспоненциальное распределение с параметром, равным единице.

Пусть $p(i_1, i_2, \dots, i_n)$ — стационарная вероятность того, что на обслуживании находится i_k заявок k -го потока, $k = 1, 2, \dots, n$. Качество обслуживания заявок k -го потока будем характеризовать долей потерянных заявок π_k и средней величиной канального ресурса цифровой линии m_k занятого обслуживанием сообщений k -го потока. Пусть S — пространство состояний исследуемой модели. Оно состоит из векторов (i_1, i_2, \dots, i_n) , удовлетворяющих условию

$$\sum_{k=1}^n i_k b_k \leq v. \tag{2}$$

Доля потерянных заявок k -го потока π_k в силу пуассоновского характера их поступления находится как доля времени пребывания циф-

Потоки заявок на выделение канального ресурса от бесконечных групп пользователей

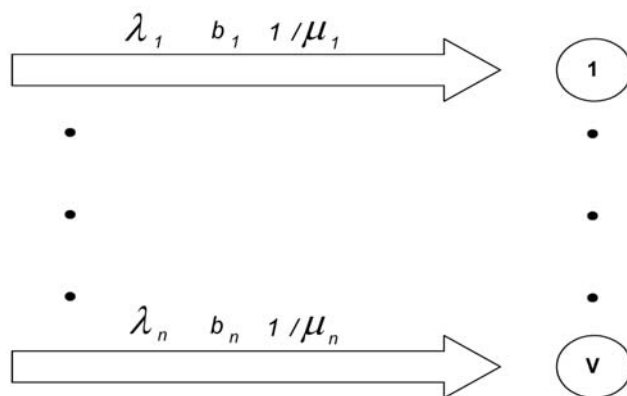


Рис.1. Схема функционирования базовой модели мультисервисной линии связи

ровой линии в состояниях, когда нет достаточного ресурса для приёма поступившей заявки к обслуживанию. Обозначим множество соответствующих состояний через B_k . Множество B_k включает в себя состояния $(i_1, i_2, \dots, i_n) \in S$, удовлетворяющие условию

$$\sum_{k=1}^n i_k b_k > v - b_k. \tag{3}$$

Значение π_k определяется из равенства

$$\pi_k = \sum_{(i_1, i_2, \dots, i_n) \in B_k} p(i_1, i_2, \dots, i_n). \tag{4}$$

Средняя величина канального ресурса цифровой линии, занятого обслуживанием заявок k -го потока, m_k находится из выражения

$$m_k = \sum_{(i_1, i_2, \dots, i_n) \in S} p(i_1, i_2, \dots, i_n) i_k b_k. \tag{5}$$

Эффективный алгоритм оценки введённых характеристик основан на использовании значений вероятностей пребывания модели во множестве состояний $S_i \subset S$, куда входят состояния $(i_1, i_2, \dots, i_n) \in S$, удовлетворяющие условию

$$\sum_{k=1}^n i_k b_k = i.$$

Значение $p(i)$ определяется из равенства

$$p(i) = \sum_{(i_1, i_2, \dots, i_n) \in S_i} p(i_1, i_2, \dots, i_n).$$

Тогда введённые показатели могут быть найдены из соотношений

$$\pi_k = \sum_{i=v-b_k+1}^v p(i), m_k = a_k b_k (1 - \pi_k),$$

где значения $p(i)$ определяются из рекуррентной зависимости [4,5,7]

$$p(i) = \frac{1}{i} \sum_{k=1}^n a_k b_k p(i - b_k),$$

$$i = 1, 2, \dots, v, \quad p(0) = 1.$$

Воспользовавшись построенной моделью, рассмотрим численный пример, иллюстрирующий поведение основных показателей обслуживания заявок с разными требованиями к объёму канального ресурса.

Пусть $v = 120$, $n = 2$, $a_k = vr/nb_k$, $k = 1, 2$ и значение r представляет собой интенсивность поступающего трафика на одну канальную единицу, выраженную в эрлангах. На рис. 2 показаны значения доли потерянных заявок, рассчитанные при совместном и раздельном обслуживании заявок и увеличении значения r .

Совместное обслуживание — общий канальный ресурс $v = 120$: кривая 1 — доля потерянных заявок 1-го потока при $b_1 = 1$; кривая 2 — доля потерянных заявок 2-го потока при $b_2 = 30$.

Раздельное обслуживание: кривая 3 — доля потерянных заявок 1-го потока $b_1 = 1$, при обслуживании заявок соответствующего потока на линии с канальным ресурсом $v = 60$; кривая 4 — доля потерянных заявок 2-го потока при $b_2 = 30$ при обслуживании заявок соответствующего потока на линии с канальным ресурсом $v = 60$.

На рис. 3 в этих же условиях показаны значения коэффициента использования одной ка-

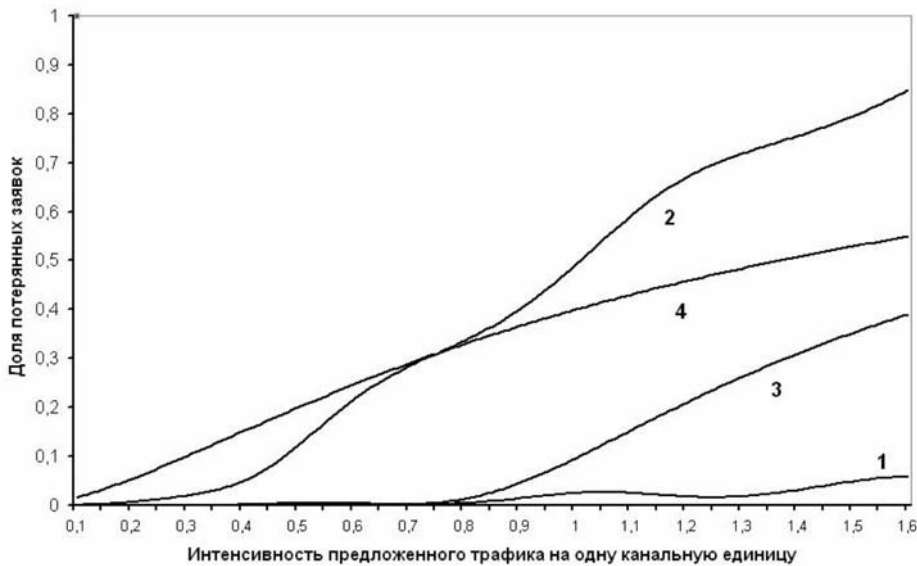


Рис. 2. Значения доли потерянных заявок на мультисервисной линии при совместном (кривые 1 и 2) и раздельном (кривые 3 и 4) их обслуживании и $b_1 = 1$, $b_2 = 30$

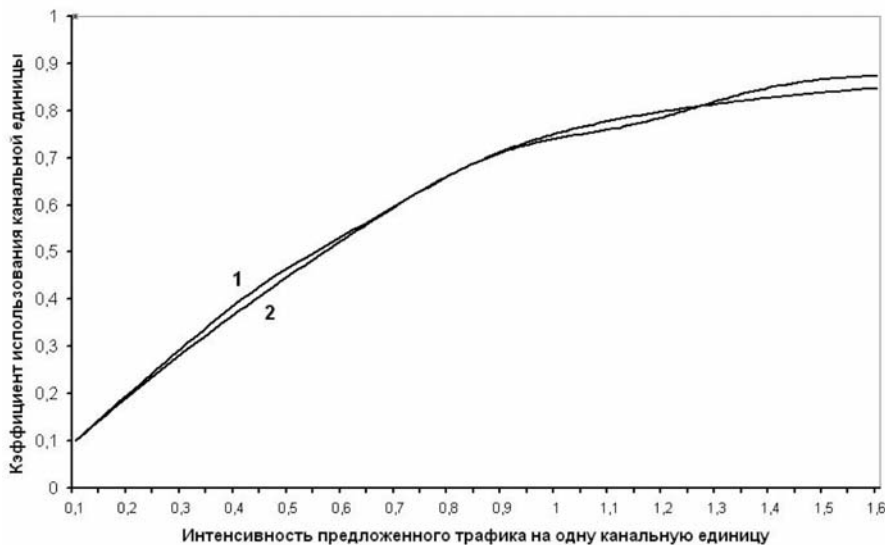


Рис. 3. Значения коэффициента использования одной канальной единицы при совместном (кривая 1) и раздельном (кривая 2) обслуживании заявок и $b_1 = 1$, $b_2 = 30$

канальной единицы. Кривая 1 рассчитана для случая совместного обслуживания заявок, кривая 2 — при раздельном обслуживании.

Из рассчитанных данных следует, что при совместном обслуживании заявок нескольких потоков, имеющих существенную разницу в объеме канального ресурса, необходимого для обслуживания одной заявки, наблюдается не-

контролируемое оператором перераспределение емкости канального ресурса.

Уменьшение вероятности потерь для заявок первого потока (см. рис. 2, кривая 1) объясняется тем, что с ростом общей интенсивности входного трафика сообщения первого потока, занимая канальный ресурс, не допускают к нему сообщения второго потока, поскольку тем для

обслуживания одновременно требуется больший ресурс линии.

В результате сообщения первого потока получают дополнительные возможности для использования канального ресурса цифровой линии. По тем же причинам коэффициент использования канальной единицы при совместном обслуживании заявок оказывается меньше, чем при раздельном обслуживании (см. рис. 3).

Для решения возникающих проблем необходимо использовать схемы контроля распределения канального ресурса, зависящие от типа обслуживаемых заявок и степени загрузки цифровой линии. Возможно использование трех моделей: резервирование, приоритетное обслуживание и раздельное использование канального ресурса в соответствии с характеристиками обслуживаемого трафика.

Применение той или иной схемы распределения канального ресурса зависит от различных факторов, в том числе и стоимостных, и требует отдельного исследования.

Литература

- ITU-T Y. 1540. Internet protocol data communication service — IP packet transfer and availability performance parameters.
- ITU-T Y. 1541. Network performance objectives for IP-based services.
- ITU-T Y. 1542. Framework for achieving end-to-end IP performance objectives.
- Лагулин В.С., Степанов С.Н. Телетрафик мультисервисных сетей связи. — М.: Радио и связь, 2000. — 320 с.
- Ершов В.А., Кузнецов Н.А. Мультисервисные телекоммуникационные сети. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. — 432 с.
- Ross K.W. Multiservice loss models for broadband telecommunication Networks. — London, Berlin, New-York: Springer-Verlag, 1995. — 343 p.
- Broadband network traffic. Performance evaluation and design of broadband multiservice networks. Final report of action COST 242 / James Roberts ... (ed). (Lecture notes in computer sciences). Springer, 1996. — 586 p.
- Performance evaluation and design of multiservice networks. Final report of action 224 / J.W.Roberts. (ed.), Performance evaluation and design of multiservice networks. Paris, October, 1991. — 125 p.
- Корнышев Ю.Н., Пшеничников А.П., Харкевич А.Д. Теория телетрафика // Учебник. — М.: Радио и связь, 1996. — 224 с.



PKI-FORUM

RUSSIA '09

17–19 ноября 2009 года

Санкт-Петербург,

МВЦ "ЛенЭкспо"

www.pki-forum.ru

VII ежегодная международная научно-практическая конференция

«PKI-Форум 2009»

- **Электронные государственные услуги:** роль и место сервисов на основе инфраструктуры открытых ключей (ИОК). Реализация требований постановления правительства РФ от 15.06.2009 «О единой системе информационно-справочной поддержки граждан и организаций по вопросам взаимодействия с органами исполнительной власти и органами местного самоуправления с использованием информационно-телекоммуникационной сети Интернет» и Распоряжения Правительства РФ от 25.06.2009 № 872 об утверждении «перечня государственных услуг и (или) функций, осуществляемых с использованием информационных и телекоммуникационных технологий (в том числе в электронном виде)» и в части касающейся применения сервисов на основе ИОК. Приказ Минкомсвязи России от 23.03.2009 года № 41 «Об утверждении Требований к технологиям, форматам, протоколам информационного взаимодействия, унифицированным программно-техническим средствам подсистемы удостоверяющих центров общероссийского государственного информационного центра».
- Подсистема удостоверяющих центров ОГИЦ и единое пространство ЭЦП. Порядок создания и функционирования. Актуальные вопросы для удостоверяющих центров и пользователей ИОК в рамках государственных услуг (в том числе вопросы работы в ПУЦ, сервисах ОГИЦ для участников и клиентов ПУЦ). Нормативное регулирование проблематики PKI, области применения сертификатов открытых ключей.
- ИОК как комплексное решение для реализации требований по защите информации в рамках законодательства по защите персональных данных.
- УЦ как оператор ПД.
- Международные аспекты применения ИОК.
- Вопросы отраслевого применения ИОК.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПАРТНЕРЫ:

ANALYTICAL BANKING MAGAZINE
Аналитический
банковский
журнал

connect!


www.int-bank.ru
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ БАНК

InformationSecurity
ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ОРГАНИЗАТОРЫ:

РОСИНФОРМТЕХНОЛОГИИ



ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:



ТЕХНОЛОГИИ
ПРАВЛЕНИЯ
АВАНГАРД
Storage

T-Comm

Теория нечетких множеств как основа SLA в IP-сетях

Ключевые слова:

IP-сети, теория нечетких множеств, контроль качества услуг связи, информационные системы

Соколов Д.П.,
МТУСИ

Мировая практика в реализации перспективного подхода к созданию единой системы контроля и управления качеством услуг опирается на принципы (SLA — Service Level Agreement). Подобное соглашение обычно представляет собой договор или приложение к договору об оказании услуг и содержит значения характеристик работы или предоставляемой услуги, которые должны соблюдаться для нормального функционирования бизнес-процессов компании-заказчика. Таким образом, SLA призвана отразить и закрепить все самые важные аспекты взаимодействия поставщика и потребителя услуг.

Принципы SLA активно используются и при предоставлении разнообразных услуг связи и при работе различных информационных систем. Однако, для того, чтобы SLA стало основой и гарантией соблюдения качества услуг связи, необходимо выполнение соответствующих условий. От оператора связи реализация SLA требует определенного уровня развития системы управления процессами и сервисами. Для этого процессы и сервисы должны быть в первую очередь измеримы.

Следующим условием, непосредственно связанным с предыдущим, является использование общих стандартов всеми сторонами соглашения. SLA как современный инструмент регулирования, должно соответствовать ожиданиям сторон, быть прозрачным и понятным. Не в последнюю очередь SLA должно отвечать на вопросы адекватности затрат преимуществам и соответствия общих затрат от его внедрения существующему рыночному уровню.

Принципы определения и контроля уровня качества при предоставлении услуг связи в IP-сетях должны базироваться на единой системе оценки и управления качеством. Такая система может быть реализована на основе математического аппарата нечетких множеств, позволяющего эффективно разрешить противоречия между субъективными и объективными методами оценки качества.

Как видно из функциональной схемы взаимодействия потребителя и поставщика услуг связи, приведенной на рис. 1, в процессе функционирования системы SLA в отрасли связи возникает задача обработки и сопоставления объективных показателей качества и субъективных требований к качеству. При этом объективные показатели качества хорошо известны поставщику услуг связи и являются исчислимыми. Субъективные требования к качеству, в противоположность, хорошо известны потребителю услуг и даны, как правило, только в лингвистической (словесной) форме как мера общей удовлетворенности уровнем услуг. Для решения этой задачи в основе системы SLA должна лежать некоторая логическая функция f согласования объективных показателей качества и субъективных требований к качеству:

$$Y = f(X), \quad (1)$$

где входная переменная X представляет собой вектор переменных показателей качества обслуживания нагрузки в сети $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, а выходная переменная Y является интегральной характеристикой качества, физический смысл которой легко может быть интерпретирован в субъективную оценку.

Подобная логическая функция может быть задана при помощи классической теории телеграфика или теории вероятностей. Но наиболее многообещающим выглядит решение поставленной задачи с применением теории нечетких множеств [2,3]. Отличительной особенностью данной теории является возможность введения и оперирования с лингвистическими переменными (терм-множествами), которые великолепно приспособлены для описания неисчислимых величин вообще и субъективных требований к качеству в частности. Кроме того, реализация ядра системы в виде машины нечеткого вывода (см. рис. 2) позволит добиться высокой универ-

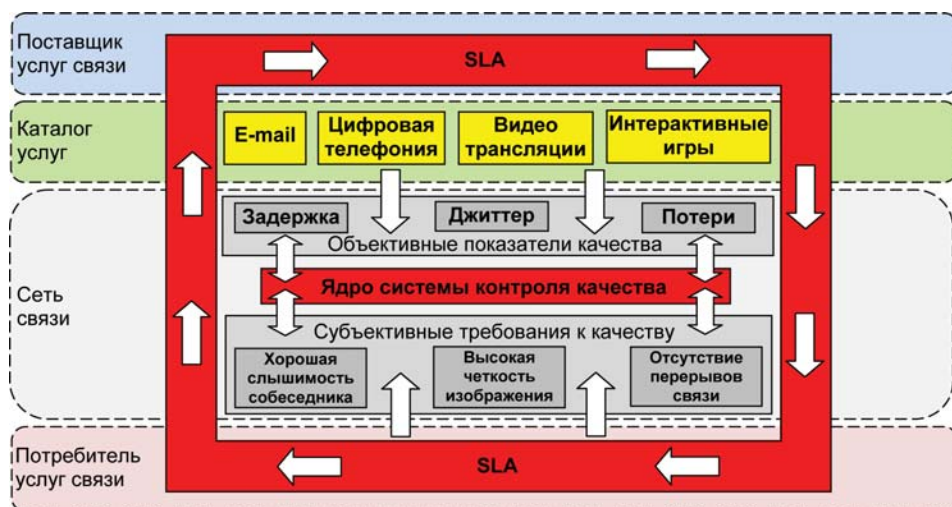


Рис. 1. Функциональная схема системы контроля качества

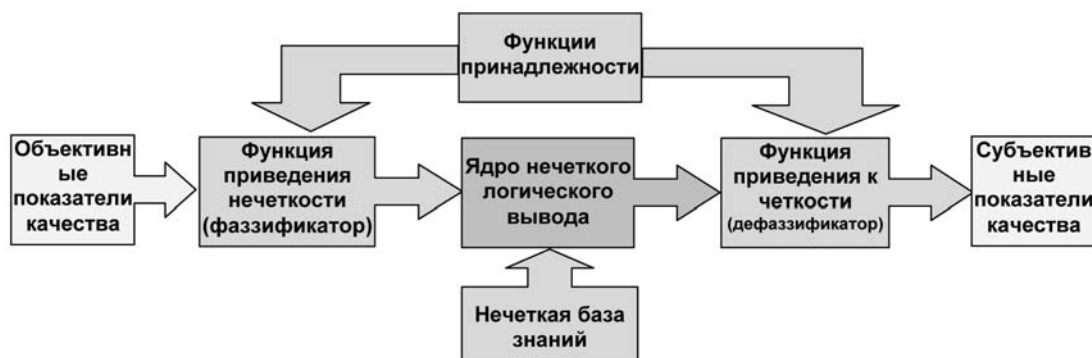


Рис. 2. Структурная схема ядра системы контроля качества

сальности решения относительно разных видов нагрузки.

Отыщем решение поставленной задачи применительно к услуге передачи голоса поверх IP-сети в инкапсулированном виде (VoIP). Для обеспечения измеримости показателей качества и соблюдения принципа единства измерений воспользуемся рекомендациями Международного Союза Электросвязи (МСЭ), приведенными в [5,6,7]. В рекомендации [6] определяются показатели качества, которые следует контролировать при определении уровня услуг в сетях IPv4 и IPv6. Рекомендация [5] дает подробное описание и схемы измерений величин этих показателей обслуживания, минимизируя тем самым возможность разночтений. Рекомендация [7] вводит понятие классов обслуживания (Network Quality of Service Classes), привязывая их к различным видам пользовательских услуг и приложений. В этой же рекомендации приводятся численные значения для параметров, определенных в [6], которые также сопоставляются с классами обслуживания.

Так, для IP-сетей с учетом [1] можно определить конечный вектор входных показателей качества:

- x_1 — величина задержки, мс;
- x_2 — величина джиттера, мс;
- x_3 — вероятность потерь, %.

Рассмотрим реализацию услуги VoIP с кодеком G.711. Согласно [7] данный вид услуг может функционировать при обеспечении качества по классу 0 или 1. Будем считать, что при обеспечении класса 0 качество связи будет хорошее, при обеспечении класса 1 качество среднее. При прочих условиях качество связи будет низкое. С учетом изложенного, введем переменные для построения математической системы нечеткого вывода. Данные о переменных сведены в табл. 2.

В соответствии с моделью нечеткого вывода, приведенной на рис. 2, необходимо отобразить (фаззифицировать) введенные лингвистические переменные на множества

соответствующих им действительных чисел. В теории нечетких множеств лингвистические переменные описываются пятеркой величин (N, T, U, G, M) , где N — имя переменной; T — терм-множество, элементы которого задаются нечеткими множествами на универсальном множестве U ; G — синтаксические правила, порождающие название термов; M — семантические правила, определяющие функции принадлежности нечетких термов, порожденных синтаксическими правилами из G .

$$t_j = \left(\frac{\mu_{ij}(u_1)}{u_1}, \frac{\mu_{ij}(u_2)}{u_2}, \dots, \frac{\mu_{ij}(u_n)}{u_n} \right), j = \overline{1, m}$$

$$\mu_{ij}(u_i) = \left\{ \begin{array}{l} 1 - \text{если преимущество элемента } u_i \text{ над элементом } u_j \text{ отсутствует;} \\ 3 - \text{если преимущество элемента } u_i \text{ над } u_j \text{ слабое;} \\ 5 - \text{если преимущество элемента } u_i \text{ над } u_j \text{ существенное;} \\ 7 - \text{если преимущество элемента } u_i \text{ над } u_j \text{ явное;} \\ 9 - \text{если преимущество элемента } u_i \text{ над } u_j \text{ абсолютное.} \end{array} \right.$$

Таблица 1

Классы обслуживания по рекомендации МСЭ Y.1541

Параметр производительности сети	Классы обслуживания					
	Класс 0	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4	Класс 5 (Неопределен)
задержка	100 мс	400 мс	100 мс	400 мс	1 с	Н
джиттер	50 мс	50 мс	Н	Н	Н	Н
вероятность потерь	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	Н

Таблица 2

Переменные системы нечеткого вывода

X	x_1	имя переменной	задержка
		терм-множество	{низкая, средняя, высокая}
пределы значений	[0, 450] мс		
x_2	имя переменной	джиттер	
	терм-множество	{низкая, высокая}	
	пределы значений	[0, 90] мс	
x_3	имя переменной	вероятность потерь	
	терм-множество	{низкая, высокая}	
	пределы значений	$[10^{-10}, 10^{-1}]$ б/н	
Y	имя переменной	качество услуг	
	терм-множество	{низкое, среднее, высокое}	
	пределы значений	[1, 3] б/н	

Матрица парных сравнений для функции принадлежности нечеткого множества "низкая задержка" будет иметь вид:

	0	50	100	150	200	250	300	350	400	400 мс
0	1	1	1	3	7	9	9	9	9	9
50	1	1	1	3	7	9	9	9	9	9
100	1	1	1	3	5	9	9	9	9	9
150	1/3	1/3	1/3	1	3	5	5	5	7	9
200	1/7	1/7	1/5	1/3	1	1	3	3	5	7
250	1/9	1/9	1/9	1/5	1	1	1	3	3	5
300	1/9	1/9	1/9	1/5	1/3	1	1	1	1	3
350	1/9	1/9	1/9	1/5	1/3	1/3	1	1	1	3
400	1/9	1/9	1/9	1/7	1/5	1/3	1	1	1	1
450	1/9	1/9	1/9	1/9	1/7	1/5	1/3	1/3	1	1

рии нечетких множеств нам следует задать функции принадлежности для каждого терма, определив степени принадлежности элементов множества U к элементам из множества T , т.е. найти $\mu_j(u_i)$ для всех j и i . Воспользуемся методом парных сравнений. Для каждой пары элементов универсального множества U оценим преимущество одного элемента над другим по отношению к свойству заданного нечеткого множества. Уровень преимущества определим по девятибалльной шкале Саати:

Найдем собственный вектор матрицы A как $W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ из системы уравнений:

$$\begin{cases} AW = \lambda_{\max} W, \\ w_1 + w_2 + \dots + w_n = 1 \end{cases} \quad (4)$$

Вычислим степени принадлежности по координатам собственного вектора:

$$\mu(u_i) = w_i, \quad i = 1, n. \quad (5)$$

Для получения непрерывных функций принадлежности применим кубическую интерполяцию к данным таблицы 3. Функции принадлежности для рассматриваемых множеств "низкая задержка", "средняя задержка", "высокая задержка" приведены на рис. 3. Аналогичные функции для нечетких множеств "низкий джиттер" и "высокий джиттер" приведены на рис. 4.

Оценивать субъективное качество услуги будем по "методу светофора". Так, будем считать качество высоким, если приведенная к четкости переменная Y принимает значения от 2 до 3, средним — от 1 до 2, низким — от 0 до 1. Зададим эту схему обычными треугольными функциями.

Опираясь на данные таблицы 1 зададим правила функционирования системы нечеткого вывода. В символической форме система правил будет иметь вид:

1. (задержка==низкая) & (джиттер==низкая) & (потери==низкая) => & (качество=высокое) (1)
2. (задержка==средняя) & (джиттер==низкая) & (потери==низкая) => & (качество=среднее) (1)
3. (задержка==низкая) & (джиттер==высокая) & (потери==низкая) => & (качество=низкое) (1)
4. (задержка==средняя) & (джиттер==высокая) & (потери==низкая) => & (качество=низкое) (1)
5. (задержка==высокая) & (джиттер==высокая) & (потери==низкая) => & (качество=низкая) (1)
6. (потери==высокая) => & (качество=низкое) (1)

После задания функций принадлежности и правил нечеткой базы знаний формирование системы нечеткого вывода окончено. Для анализа работы построенной системы удобно воспользоваться графической интерпретацией в виде поверхностей принадлежности, приведенных на рис. 5.

Таблица 3

Степени принадлежности для нечеткого множества "низкая задержка"

задержка, мс	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450
$\mu(u_i)$	1.0000	1.0000	0.9562	0.4823	0.2330	0.1663	0.1070	0.0965	0.0794	0.0619

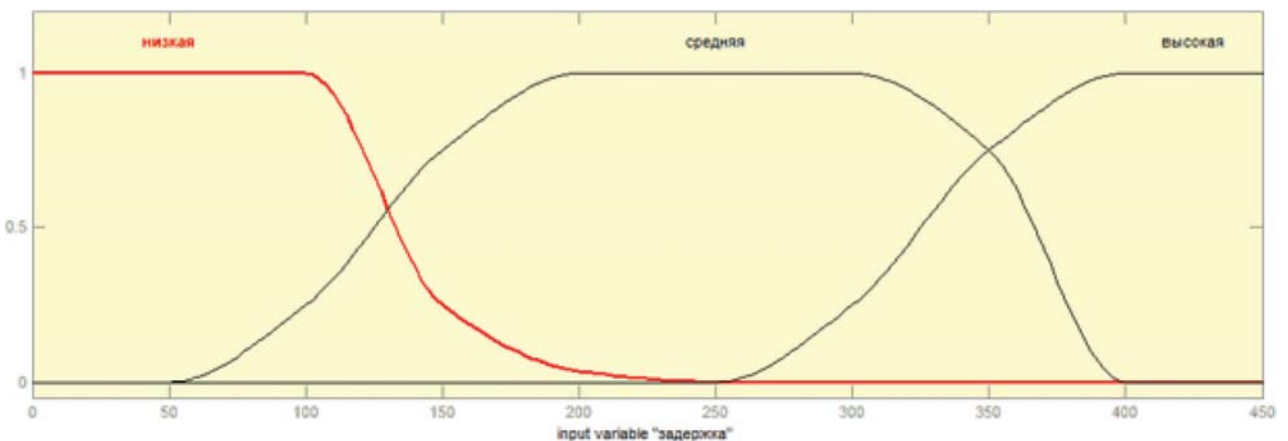


Рис. 3. Функции принадлежности множеств "низкая задержка", "средняя задержка", "высокая задержка"

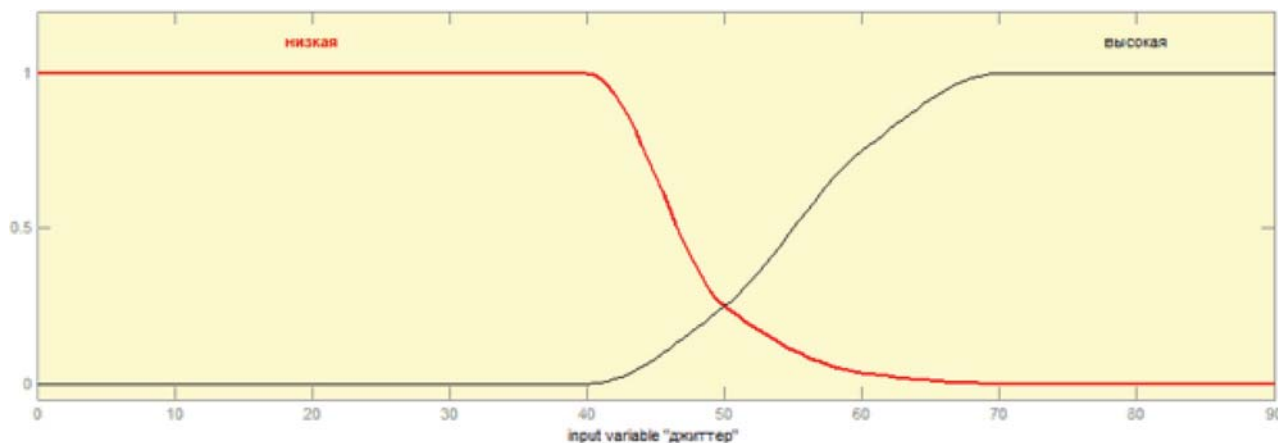


Рис. 4. Функции принадлежности множеств "низкий джиттер" и "высокий джиттер"

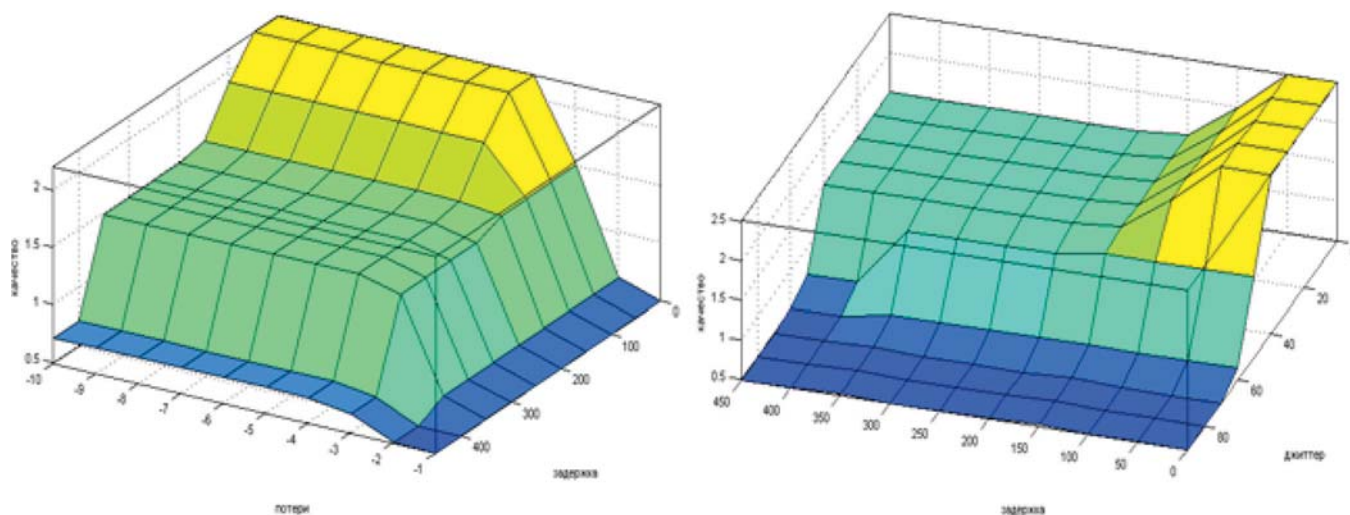


Рис. 5. Зависимость субъективной оценки качества от объективных показателей

Хорошо видно, что общее качество связи не превышает 2,5 баллов из 3, уменьшается с ростом задержек пакетов и резко падает при превышении доли потерянных пакетов 10-3. Задержка более 400 мс ведет к деградации качества даже при уровне джиттера 50 мс, что соответствует практическим наблюдениям для услуг VoIP.

Система нечеткого вывода позволяет легко распространить полученные результаты на любые другие услуги связи. Для этого достаточно задать новую матрицу экспертных оценок и восстановить по ней функцию принадлежности. Кроме того, матричная форма вычислений позволяет легко реализовать систему оценки качества в виде единого программного ядра в рамках клиент-серверной технологии. Последнее позволяет оператив-

но расширять функциональность системы оценки качества и минимизировать сроки внедрения системы на сети связи.

Таким образом, система оценки качества услуг связи на основе нечеткой логики позволяет контролировать субъективные показатели качества через их объективные составляющие, эффективно реализуя основы SLA в рамках единой системы менеджмента услуг.

Литература

1. Курилов О.С. Объективный анализ качества речи в IP-телефонии // Технологии и средства связи. — 2002. — №4.
2. Новак В., Перфильева И., Мочкорж И. Математические принципы нечеткой логики: пер. с англ. — Физматлит. 2006. — С. 347.

3. Батыршин И.З., Недосекин А.А., Стецко А.А., Тарасов В.Б., Язенин А.В., Ярушкина Н.Г. Теория и практика нечетких гибридных систем / Под ред. Н.Г. Ярушкиной. — М.: Физматлит, 2006.

4. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. — М.: Горячая линия-Телеком, 2007. — С. 288.

5. ITU-T Recommendation Y.1221 (2002), Traffic control and congestion control in IP based networks.

6. ITU-T Recommendation Y.1540 (2002), Internet protocol data communication service — IP packet transfer and availability performance parameters.

7. ITU-T Recommendation Y.1541 (2002), Network performance objectives for IP-based services.

Тематический план повышения квалификации (ИПК МТУСИ)

КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИЙ (направление: системы коммутации)

Полное название учебной темы	Объем, часов	Сроки проведения и номера учебных групп
Анализ качества телефонной сети	36+36	16.11-20.11 (156)
Повышение квалификации главных инженеров филиалов МТС, ГТС, ЭТУС, ОАО «Электросвязь», «Телеком», «Связьинформ»	72	14.12-25.12 (177)
Принципы построения и тестирования мультисервисных сетей связи по технологиям IP, IP-MPLS	36+36	16.11-20.11 (157)
Современные сети пакетной коммутации (оборудование и тестирование)	72	14.12-25.12 (178)
Современные системы сигнализации в телекоммуникационных сетях	36+36	26.10-30.10 (132)
Современные технические средства обслуживания телефонных вызовов. Технические и психологические аспекты	36+36	05.10-09.10 (130)
Социально ориентированные услуги связи	36+36	09.11-13.11 (155)
Техническая эксплуатация УПАТС «Ладога100/140» (мод.100)	36+36	26.10-30.10 (131)
Техническая эксплуатация УПАТС UNIVERGE NEAX2400IPX	72	14.12-25.12 (176)
Техническая эксплуатация, программное обеспечение и защита АТСКЭ «Квант»	108	30.11-18.12 (158)
Техническая эксплуатация, программное обеспечение и защита ЦАТС «Квант-Е» и «Квант-ЕМ»	108	05.10-23.10 (129)

КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИЙ (направление: системы передачи и линии связи)

Полное название учебной темы	Объем, часов	Сроки проведения и номера учебных групп
Виртуальные локальные сети VPN	36+36	07.12-11.12 (180)
Виртуальные частные сети VPN на базе MPLS-IP	36+36	23.11-27.11 (161)
Новые методы монтажа и эксплуатации металлических кабелей ГТС и СТС (включая заполненные кабели)	36+36	09.11-13.11 (159)
Основы проектирования и техническая эксплуатация современных ЦСП и ВОСП	72	12.10-23.10 (136)
Проектирование и эксплуатация сетей тактовой сетевой синхронизации (ТСС)	36+36	05.10-09.10 (134)
Протоколы инкапсуляции на цифровых абонентских линиях (xDSL)	36+36 новая	14.12-18.12 (181)
Системы передачи синхронной цифровой иерархии, включая тренинг на современном действующем оборудовании	72	07.12-18.12 (179)
Системы широкополосного радиодоступа: Wi-Fi, WiMax, Bluetooth, MMDS, LMDS и др.	72 новая	30.11-11.12 (162)
Современные системы радиосвязи	36+36	21.12-25.12 (183)
Спутниковые системы связи и вещания	72	09.11-20.11 (160)
Стандарты систем цифрового телевидения и звукового вещания	72	05.10-16.10 (135)
Цифровые системы передачи абонентского доступа (включая оборудование xDSL)	36+36	05.10-09.10 (133)
Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств	36+36	26.10-30.10 (137)
Электромагнитная совместимость электрических и оптических кабельных линий связи	36+36	14.12-18.12 (182)

КАФЕДРА ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ В СВЯЗИ

Полное название учебной темы	Объем, часов	Сроки проведения и номера учебных групп
Основы сетевой безопасности	36+36	26.10-30.10 (146)
Особенности построения «е-Правительства» в странах ЕС и России: Индикаторы развития и оценка распространения услуг «е-Правительства»; Проведение обследований и мониторинг; Лидеры и обмен передовым опытом и достижениями; Нормативно-правовое обеспечение услуг «е-Правительства»; Подготовка кадров и пользователей	36+36	05.10-09.10 (138) 07.12-11.12 (184)
Повышение квалификации руководителей и специалистов служб охраны труда организаций связи	72	09.11-20.11 (164)
Повышение квалификации руководителей и специалистов структурных подразделений по оказанию услуг телеграфной связи	36+36	19.10-23.10 (145)
Повышение квалификации руководителей и специалистов экономических, финансовых и т.п. подразделений организаций «Почта России».	72	07.12-18.12 (185)
Повышение квалификации руководителей кадровых служб и служб персонала организаций связи	36+36	05.10-09.10 (140)
Повышение квалификации руководителей структурных подразделений (центров, блоков, служб, отделов, и др.) организаций электросвязи	72	16.11-27.11 (165)
Повышение квалификации руководителей узлов электросвязи.	72	12.10-23.10 (142)
Повышение квалификации руководителей цехов организаций «Почта России».	72	14.12-25.12 (186)
Подходы и стратегии ведущих зарубежных стран и России в процессе формирования Информационного Общества: ИКТ-услуги, индикаторы развития и оценка «е-Готовности»; Проведение обследований и мониторинг; Нормативно-правовое обеспечение в сфере ИКТ; Подготовка кадров и пользователей	36+36	02.11-06.11 (163)
Практикум по управлению бизнес-процессами (разработка, внедрение, регламентация)	36+36 новая	16.11-20.11 (166)
Процесс стратегического менеджмента – комплексная деловая игра для руководителей.	72	19.10-30.10 (144)
Современные технологии продвижения и продажи продуктов и услуг организациями почтовой связи.	72	05.10-16.10 (139)
Управление качеством в организациях связи по стандарту ISO-9000:2000	36+36 новая	12.10-16.10 (143)
Управление при внедрении новых услуг и технологий. Посещение выставок:	72	12.10-23.10 ИНФОКОМ (141) 23.11-04.12 ВКСС (167)

УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР МВТТС (цикл: телекоммуникационные технологии)

Полное название учебной темы	Объем, часов	Сроки проведения и номера учебных групп
Программа «Современные сети связи»		
Высокоскоростные цифровые сети (Сети SDH/ATM, синхронизация, сетевое управление, измерения)	38+34	26.10-30.10 (154)
Транспортные сети III поколения (Технологии WDM, Ethernet, ATM, сети G-MPLS, тактовая сетевая синхронизация)	38+34	23.11-27.11 (173)
Программа «Сети нового поколения NGN»		
Сети нового поколения NGN – Часть I (Услуги, протоколы, шлюзы IP-телефонии, Call-центры)	38+34	19.10-23.10 (152)
Сети нового поколения NGN – Часть II (Качество, транспорт, абонентский доступ, коммутация и измерения в сетях NGN)	38+34	26.10-30.10 (153)
Программа «Структурированные кабельные системы и электрические кабели связи»		
Электрические кабели связи и распределительное оборудование (Перспективы, конструкция, монтаж и эксплуатация)	38+34	05.10-09.10 (148)
Программа «Передовые телекоммуникационные технологии»		
Современные технологии доступа в сетях NGN (xDSL, Ethernet, GPON, Wi-Fi, WiMax, WUSB)	38+34	09.11-13.11 (169)
Система сигнализации ОКС №7	38+34	30.11-04.12 (175)
IP-телефония: теория, практика, приложения	38+34	12.10-16.10 (149)
Введение в телекоммуникации (для сотрудников телекоммуникационных компаний, не имеющих профильного образования): Часть I – Теоретические основы систем связи	38+34	16.11-20.11 (171)
Введение в телекоммуникации (для сотрудников телекоммуникационных компаний, не имеющих профильного образования): Часть II – Современные технологии сетей связи	38+34	23.11-27.11 (172)

УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР МВТТС (цикл: информационные технологии)

Полное название учебной темы	Объем, часов	Сроки проведения и номера учебных групп
Программа «Информатизация управления предприятием»		
Теория и практика информационных систем для управления предприятиями (бюджетом, персоналом, рабочим временем, товарно-материальными запасами, ERP) Часть I – Разработка и использование информационных систем	38+34	07.12-11.12 (188)
Теория и практика информационных систем для управления предприятиями Часть II – Техничко-экономическое обоснование эффективности использования информационных систем	38+34	14.12-18.12 (189)
Программа «Информатизация офисной работы и делопроизводства»		
Практическая работа с таблицами в Word-Excel-Access-Internet	38+34	21.12-25.12 (191)
Программа «Администрирование и проектирование информационных систем на базе СУБД»		
Современные технологии и программные средства управления базами данных (Создание приложений в Delphi и C++Builder)	38+34	12.10-16.10 (150)

УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР МВТТС (цикл: бизнес-технологии)

Полное название учебной темы	Объем, часов	Сроки проведения и номера учебных групп
Программа «Современные технологии бизнес-планирования, маркетинга и продвижения услуг на рынке»		
Разработка маркетингового и бизнес-планов (с применением систем Marketing Analytic и Project Expert)	38+34	16.11-20.11 (170)
Программа «Эффективный менеджмент»		
Финансовый менеджмент (включая управленческий учет, финансовый анализ и основы российского налогообложения)	38+34	30.11-04.12 (174)
Анализ финансовой отчетности и экономическое обоснование управленческих решений (для менеджеров)	38+34	05.10-09.10 (147)
Построение системы менеджмента качества (СМК) на основе стандартов ISO 9000:2000	38+34	07.12-11.12 (187)
Программа «Бизнес-технологии развития компании навстречу клиенту»		
Ориентация компании на клиента (включая изучение рынка, рекламу, методы привлечения и обслуживания клиентов)	38+34	19.10-23.10 (151)
CRM система – все о клиентах в корпоративной базе знаний	38+34	14.12-18.12 (190)
Современные технологии продаж и работы с клиентами	38+34	09.11-13.11 (168)

В составе ИПК работает Факультет повышения квалификации преподавателей и специалистов (ФПКП) который реализует краткосрочные и долгосрочные программы повышения квалификации и переподготовки специалистов.

Московский учебный центр бизнеса и телекоммуникаций (МВТТС), функционирующий в составе ИПК, создан по программе TACIS Европейского союза. Изучаемые в центре курсы разработаны на основе западных материалов и информационных технологий, адаптированных к российской среде. Преподаватели Центра прошли обучение в бизнес-школах и телекоммуникационных центрах Европы и США. Оснащение и качество обучения в МВТТС соответствуют всем европейским стандартам тренинг-центра. Обучение проводится на русском и английском языках.



Почтовый адрес: ИПК МТУСИ, Д-423, ГСП-5, 123995, Москва, ул. Народного Ополчения, 32
Телефоны для справок: (499) 192-80-47, 192-85-11. Факс: (499) 192-80-47, 192-85-51.
Электронная почта: mppk@mtuci2.ru. www: <http://ipk.mtuci2.ru>