Conax Contego™

Оптимальное решение для защиты контента

securing the future_

Conax Contego™ операторы платного ТВ получают защиту следующего поколения с максимальным уровнем безопасности на всех уровнях. Доходы от контента гарантированно защищаются на всех платформах и клиентских устройствах, а также в работе и производительности системы. Дополнительно к этому, бесшовная интеграция с технологическими продуктами третьих сторон обеспечивает свободу выбора.

Инновационность:
Постоянная инновационная работа и исследовательские разработки Conax создают стандарт для других участников рынка.

Безопасность – наша работа:
Вы можете уверенно сосредоточиться на своей работе, безопасность обеспечит Conax.

Visit Conax at: Anga Stand # K21

conax | CONTEGO

Защита Ваших доходов – сегодня и завтра

T•Comm
Телекоммуникации и транспорт
№3-2012

"T-Comm — Telecommunications and Transport" magazine

Журнал включен в перечень периодических научных изданий, рекомендуемый ВАК Минобразования 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 Паблишер"

Главный редактор
В.О. Тихвинский

Издатель
С.С. Дымкова
ds@media-publisher.ru

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

Редакция
Выпускающий редактор
Андрей Волков
va@media-publisher.ru

Редактор-переводчик
Татьяна Чередниченко

Специалист по маркетингу и PR
Кристина Маркарова
kristina@media-publisher.ru

Директор отдела развития и рекламы
Ольга Дорошкевич
ovd@media-publisher.ru

Отдел распространения и подписки
info@media-publisher.ru

Предпечатная подготовка
ООО "ИД Медиа Паблишер"

Поддержка Интернет-портала
Сергей Алексанян

www.media-publisher.ru

СОДЕРЖАНИЕ

НОВОСТИ

В рубрике представлена информация компаний:
Cisco Systems, MTC, Ericsson, NXP, Энвижн Груп, ETSI, PHT
4

ЭКОНОМИКА

Тихвинский В.О., Минов А.В.
Итоги MWC-2012: Мобильный мир и кризис мировой экономики
12

ЗАО "Самарская оптическая кабельная компания" — 15 лет успешной работы!
16

Выставка и форум CSTB'2012 — задел на "цифровой" год для многоканального телевидения
18

Наталья Яшенкова.
Рекомендации как часть маркетинга интерактивного телевидения
22

ТЕХНОЛОГИИ

В. Скаковский.
Новое качество оптических рефлектометров
26

Сиднев С.А., Зубилевич А.Л.
Выбор оптических волокон для ВОЛС по экономическому критерию
28

Роман Назаров.
Системы ГЛОНАСС/GPS-трекинга переживают скачок в эволюции
30

Афанасьев В.П.
Модель сигналов, отраженных от участков земной поверхности, при зондировании их слабонаправленным радиолокационным датчиком
32

Аджемов А.С.
Некоторые идеи об информационных процессах в биологических структурах
36

Лебедев В.В.
Цифровая фильтрация в медицинских приборах при ограниченной размерности отклика фильтра
41

Легков К.Е.
Беспроводные сети нового поколения WiMax и LTE: анализ производительности при применении на транспорте
46

Патшин А.В., Кубанов В.П., Сподобаев Ю.М.
Способ увеличения пропускной способности узкополосной нестационарной радиолинии автоматизированной системы радиосвязи ВЧ-диапазона
52

Хлопов Б.В.
Оборудование для изменения магнитного состояния тонкопленочного слоя магнитного носителя информации
56

Кубанков А.Н., Лорей Н.А.
О преимуществах современных информационных систем для измерения параметров подвижных средств радиосвязи
61

Кудрявцев А.А., Шестаков О.В.
Реконструкция томографических изображений с помощью пороговой обработки коэффициентов разложения проекционных данных по ортогональному базису
63

До Суан Тху.
Построение и анализ математической модели на линиях концентрации трафика
70

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Продолжается подписка на журнал
"T-Comm — Телекоммуникации и Транспорт" на 2012 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 ВИНИТИ РАН. Сведения о нем ежегодно публикуются в справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям Ulrich's Periodicals Directory.
Полнотекстовые версии журнала T-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).
- Аннотация на русском и английском языках, ключевые слова.
- Пристатейный список литературы.
- Сведения об авторе (Ф.И.О. полностью, e-mail, должность, место работы).

С 2011 года на интернет-портале www.media-publisher.ru
размещена полнотекстовая англоязычная версия журнала

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

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 500 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
111024, Россия, Москва,
ул. Авиамоторная, д. 8, офис 512-514
e-mail: t-comm@yandex.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 artocles and illustrations are copyryght. All rights reserved. No reproduction is permitted in whole or part without the express consent of Media Publisher Joint-Stock Company

Вниманию авторов!

Для начисления авторского гонорара необходиомо 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", 2012

www.media-publisher.ru

Реклама

www.sviaz-expocomm.ru

ufi Approved Event

ТПП РФ

ЦВК «Экспоцентр», Россия, Москва

24-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ, СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И УСЛУГ СВЯЗИ

СВЯЗЬ-ЭКСПОКОММ

14—17 мая 2012

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

Министерства связи и массовых коммуникаций РФ

Министерства промышленности и торговли РФ

ОРГАНИЗАТОРЫ:

ЭКСПОЦЕНТР
МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНГРЕССЫ
МОСКВА

ЗАО «Экспоцентр»
123100, Россия, Москва,
Краснопресненская наб., 14

EJK

Компания «И.Джей.Краузе энд Ассоусиэйтс, Инк.» (США)

ОПЕРАТОР СПЕЦЭКСПОЗИЦИИ МИНКОМСВЯЗИ РФ:

ЕВРОЭКСПО
EUROEXPO

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР:

ИКС

Cognitive Technologies разработает концепцию "умного города Сколково"

Компания Cognitive Technologies в альянсе с ведущими международными компаниями Ernst&Young, Cisco и Panasonic стала победителем конкурса Фонда "Сколково" на разработку Концепции развития "умного города Сколково". Общая стоимость работ составляет 90 млн. руб. Следующим шагом планируется создание Международного центра компетенции и трансферта технологий.

Основной целью Концепции является описание путей создания в будущем иннограде "Сколково" уникальной социально-технологической среды, способствующей интенсивному развитию инновационно-технологического предпринимательства. При этом Концепция должна предусматривать что "умный город Сколково" должен стать лабораторией и экспериментальной площадкой для разработки и апробирования новых технологий, которые затем могут внедряться в городах РФ и за рубежом.

Как предполагает Концепция, формирование благоприятных условий для развития инновационного бизнеса планируется как за счет использования самых современных технологий городского управления, так и путем формирования в рамках "умного города Сколково" творческой инновационной экосистемы, способствующей созданию благоприятной атмосферы для свободного и интенсивного научного поиска. Планируется использовать энергосберегающие и энергонезависимые технологии, экотехнологии, снижающие объем вредных выбросов, ресурсосберегающие технологии, компьютерные технологии централизованного управления городскими службами, системы автоматизированного управления и регулирования транспортных потоков. Творческую экосистему "умного города Сколково" планируется создать за счет использования самых современных научных методик формирования креативной атмосферы в "умном городе". Это включает в себя использование математических моделей планирования социальных отношений в городской инфраструктуре, реализации концепции "Liquid network", развитие интерактивных сред для обмена научной информацией и идеями.

В рамках проекта исполнителем должны быть разработаны:

- Концепция "умный город Сколково":
- "Дорожная карта" (план практической реализации Концепции);
- Концепция системы управления "умного города Сколково";
- Проект Технического задания на Объединенный центр оперативного управления и комплексов информационного взаимодействия;
- Проект Технического задания на создание Виртуального сервис провайдера;
- showroom экотехнологий.

Логико-математическая модель 3D "умного города" должна включать в себя возможности моделирования всех "жизненных" циклов "Сколково", включая: моделирование процессов строительства, бизнес-процессов; транспортных потоков; процессов в сфере услуг; систем управления; ситуационное моделирование противодействия угрозам безопасности; моделирование процессов в социальной сфере, и др.

Концепция должна включать в себя описание плана реализации проектов "Умный дом", "Современная школа", "Электрический транспорт", "Инновационная дорога", "Магазин будущего" в соответствии с перечнем Поручений Президента РФ по итогам заседания Комиссии при Президенте Российской Федерации по модернизации и технологическому развитию экономики России от 26 октября 2011 г.

В рамках разработки Концепции будет учитываться наиболее успешный международный опыт в области построения "умных городов". Для этого к разработке Концепции привлечены компании, имеющие опыт участия в подобных проектах. В частности, компания Panasonic реализует собственный проект строительства "умного города" Фуджисава, а компания Cisco принимает участие в проектах по строительству "умных городов" Сондо и "PlanIT Valley".

Согласно условиям заключенного контракта, Концепция должна быть разработана до июля 2012 г.

NASA открывает космические данные, для решения самых насущных мировых проблем

NASA намерено еще активнее использовать данные, полученные в ходе космических исследований, для решения самых острых проблем современности, включая совершенствование системы образования и защиту окружающей среды. С этой целью Национальное управление США по аэронавтике и исследованию космического пространства разработало новую версию своего плана "открытого правительства" (Open Government Plan, версия 2.0). В рамках этой инициативы 21-22 апреля был проведен международный конкурс космических приложений — International Space Apps Challenge с участием программистов из разных стран.

Участникам конкурса было предложено разработать решения четырех типов: программное обеспечение с открытым кодом, открытые аппаратные системы, решения для визуализации данных и платформы для любительских научных изысканий — используя открытые данные, опубликованные в Интернете. Ведущий аналитик программы Gov 2.0, главный исполнительный директор и основатель компании GOV20LA Алан Зильберберг назвал инициативу NASA, направленную на открытие космической информации, большим и важным шагом вперед.

NASA не впервые призывает граждан к открытому обмену идеями. В феврале 2012 г. это ведомство подключилось к платформе Citizen Engagement Tool, позволяющей широкой общественности обсуждать и оценивать методы повышения прозрачности американского аэрокосмического агентства. Один из главных компонентов плана открытого правительства NASA — развертывание облачной платформы NASA Nebula, дающей ученым возможность обмениваться большими файлами и большими объемами данных со всеми желающими. По мнению Зильберберга, благодаря облачным технологиям программы открытого правительства и Gov 2.0 практически слились воедино. Программа Gov 2.0 призвана включить социальные сети, а теперь и мобильные технологии в повседневные коммуникации государственных учреждений и во взаимодействие между ними и гражданами. Эта программа должна сделать государственные ведомства более открытыми и прозрачными. Облачные технологии трансформируют сферу государственного управления за счет удешевления инфраструктуры, поощрения мобильности и предоставления чиновникам права использовать на работе свои домашние устройства. Распространение новых устройств и привело, в конечном итоге, к появлению таких конкурсов, как International Space Apps Challenge. Чем более открытым становится обмен информацией в облаке, открытых сообществах и совместно работающих распределенных группах, тем больше возможностей открывается перед человечеством в космосе и на земле.

Мелисса Джун Роули
(Публикуется с разрешения http://thenetwork.cisco.com)

Экстремальный проект: 3G сеть на просторах России

Как установить более восьми тысяч станций в самой большой стране мира всего за 18 месяцев?

Тысячи площадок. Девять часовых поясов. Тяжелые климатические условия. Модернизация сети МТС для поддержки стандарта 3G стала действительно экстремальным проектом.

Для того чтобы проект стал реальностью, команде Ericsson пришлось проявить беспрецедентную выдержку и изобретательность. В результате — рекордные 600 станций в неделю при температуре минус 50 градусов. Благодаря грамотному руководству, преданности делу и знаниям в области новейших технологий и сервисов, команда Ericsson не только обеспечила мобильный широкополосный доступ в Интернет для пользователей по всей России, но и в очередной раз доказала, что реализация самых сложных проектов — наша ежедневная работа.

Команде Ericsson и операторам зачастую приходится преодолевать сложнейшие препятствия. Только в сотрудничестве с надежным партнером становиться возможным строительство сети на непроходимых участках, обеспечение бесперебойной работы и реализация поставленных целей. Развертывание 3G-сети в России или в самом сердце бассейна Амазонки, уникальный проект с компанией Vodafone в Индии — все это примеры нашей успешной работы.

Смотрите сюжет с места событий, и вы поймете, как невозможное становится реальным.

http://www.ericsson.com/ru/news/120328_extreme_russia_244159020_c.

Реклама

МИНИСТЕРСТВО СВЯЗИ
И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

с 14 по 17 мая 2012 года

Москва, Экспоцентр на Красной Пресне

СВЯЗЬ ЭКСПОКОММ
МОСКВА

- ***Главное событие года в сфере информационно-телекоммуникационных технологий и массовых коммуникаций***
- ***Российские и мировые лидеры отрасли на одной площадке***

Специализированная отраслевая выставка в рамках «Связь-Экспокомм-2012» при поддержке Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации

http://worldinfocomm.ru

Новое поколение элементов безопасности NXP SWP-SIM повышает уровень защиты и производительность традиционных SIM-карт

Компания NXP Semiconductors анонсировала инвариантную платформу элементов безопасности с революционным форм-фактором, в том числе ее SWP-SIM реализацию, которая впервые открывает доступ к "паспортному" уровню безопасности, производительности смарт-карт и поддержке множества приложений на рынке SIM-карт. Как крупнейший поставщик полупроводниковых компонентов для глобального рынка идентификационных решений, предлагающий лучшие в своем классе элементы безопасности, компания NXP разработала SWP-SIM Secure Element с технологией SmartMX2 — значительно усовершенствованное поколение популярных элементов безопасности NXP (почти 1,5 млрд. примеров использования в решениях eGovernment, банковских и транспортных приложениях). Новая платформа элементов безопасности NXP с уникальной архитектурой для повышения производительности, передовыми средствами безопасности и флэш-памятью позволит существенно расширить возможности конечных пользователей во всем мире.

Выпуск решений NXP на базе технологии SmartMX2 является поворотным пунктом в развитии отрасли: теперь компания NXP может предложить всем сегментам рынка мобильных решений (независимо от предпочитаемых конструктивных характеристик) превосходную архитектуру безопасности множества приложений и опыт реализации любых форм-факторов (встраиваемые решения, microSD, SWP-SIM). Спрос на такие решения обусловлен тем, что элементы безопасности SWP-SIM, в отличие от традиционных незащищенных SIM-карт, отвечают гораздо более высоким требованиям к уровню защиты — SWP-SIM-карты могут служить защищенным от несанкционированного доступа хранилищем конфиденциальных данных, наличие которого обязательно для безопасной работы таких важных приложений, как осуществление мобильных платежей. Таким образом, новейшая продукция NXP для сегмента мобильных транзакций обеспечивает защиту и доверенное взаимодействие между всеми участниками экосистемы, защищает данные пользователя и способствует ускоренному развитию отрасли мобильных транзакций, а также внедрению технологии NFC. Компания NXP будет сотрудничать с ключевыми производителями ОС для SIM-карт для скорейшего вывода этой продукции на рынок.

Рынок SIM-карт находится на переходном этапе: от незащищенных микроконтроллеров в современных телефонах к высокопроизводительным, защищенным от несанкционированного доступа платформам элемента безопасности. Такое преобразование стимулируется растущим интересом к технологии NFC со стороны операторов мобильных сетей и производителей мобильных телефонов, а также появлением передовых защищенных приложений. Ожидается, что в ближайшие годы этот переход ускорится.

Компания NXP уделяет основное внимание разработке комплексных решений для обеспечения безопасности, удобства, подключения к сети, а также стратегии построения полных экосистем приложений для идентификации и является явным лидером идентификационного рынка в целом и его ключевых сегментов, включая решения eGovernment, транспорт и управление доступом, RFID-маркировку и метки, инфраструктуры, технологию NFC и платежные системы.

Благодаря этому уникальному положению компания NXP смогла объединить в мобильном телефоне различные приложения, такие как продажа билетов транзитным пассажирам, контроль доступа и прием платежей, непрерывно внедрять инновации по всей экосистеме средств идентификации и использовать опыт, приобретенный в одном сегменте, для создания конкурентных преимуществ в других. Такой стратегический подход гарантирует совместимость смарт-карт, NFC устройств и расширяющейся инфраструктуры считывающих устройств и меток на основе технологии MIFARE, внедряемой в глобальном масштабе.

XXII Международный конгресс "Инновационная экономика и качество управления"

12 апреля 2012 г. в столичном "Президент-Отеле" состоялся XXII Международный конгресс "Инновационная экономика и качество управления".

Организаторами конгресса выступили Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт), Международная академия менеджмента и качества бизнеса, Ассоциация "Международный конгресс качества телекоммуникаций", НИИ экономики связи и информатики "Интерэкомс", Международный институт качества бизнеса. Соорганизаторами конгресса стали ОАО "Ростелеком", НП СРО "СтройСвязьТелеком", СРО НП "ПроектСвязьТелеком".

Конгресс проводился в рамках Общественного проекта "России — новое качество роста" при поддержке Совета Федерации Федерального собрания РФ; Государственной Думы РФ; Министерства экономического развития РФ; Министерства регионального развития РФ; Министерства связи и массовых коммуникаций РФ; Национального объединения строителей.

На конгрессе прозвучали выступления представителей Совета Федерации Федерального Собрания РФ, Государственной Думы РФ, ряда министерств, федеральных агентств, руководителей крупных телекоммуникационных предприятий, инновационных компаний, саморегулируемых и общественных организаций.

Открывая работу конгресса, член Совета Федерации Н.Ф. Пожитков особо отметил роль и ценность данного ежегодного мероприятия для стимулирования развития российских организаций, повышения конкурентоспособности экономики России.

Депутат Госдумы России И.В. Пономарев, зачитав приветствие председателя Госдумы России С.Е. Нарышкина участникам конгресса, говорил о важном значении телекоммуникационной отрасли в реализации приоритетов развития, прозвучавших в недавнем выступлении перед депутатами главы Правительства РФ В.В. Путина. Тему важности и наукоемкости телекоммуникационной отрасли поддержал президент Инфокоммуникационного Союза А.Е. Крупнов.

"Для нас инновации не цель, а механизм для достижения целей", — отметил в своем докладе вице-президент по инновационному развитию ОАО "Ростелеком" А.С. Нащёкин, рассказывая о практике реализации компанией инновационных подходов, которые применимы к различным аспектам деятельности. Об инновациях в области административно-хозяйственной деятельности объединенной компании рассказал участникам конгресса вице-президент ОАО "Ростелеком" А.С. Лукаш.

Проблемы реализации механизма саморегулирования в области проектирования прозвучали в докладе генерального директора НП СРО "ПроектСвязьТелеком" А.П. Вронеца.

Основная цель конкурса — содействие в реализации государственных задач, поставленных Комиссией при Президенте РФ по модернизации и технологическому развитию экономики России и направленных на повышение конкурентоспособности, инновационной и инвестиционной привлекательности компаний.

По итогам работы Конгресса выработаны рекомендации по стимулированию инновационных процессов в отрасли, предложена программа действий по поддержке инновационных проектов российских компаний и предприятий, применению высоких технологий, а также развитию системы отраслевого образования в интересах кадрового обеспечения отрасли.

МТС первой в России запускает персональное телевидение

МТС впервые в России внедряет индивидуальное пакетирование для подписчиков "Домашнего ТВ", при котором абоненты смогут самостоятельно формировать список телеканалов. Для выбора пользователям предлагается более 40 рейтинговых телеканалов с абонентской платой от 1 до 299 руб. в месяц — среди них спортивные, информационные, развлекательные, музыкальные и детские каналы от таких правообладателей как Discovery Communications, "НТВ-ПЛЮС", Viasat, "Ред Медиа", MTV Networks, и в частности — каналы TiJi, "Наука 2.0", AXN Sci-Fi, XXL, Blue Hustler, "Ночной клуб", "Спорт 2", Gulli, Mezzo, MGM, "Детский", "Еврокино", "Футбол", Pro Бизнес и др. Количество телеканалов, доступных пользователям "Домашнего ТВ" дополнена более чем 20 новыми телеканалами. Заказать каналы можно непосредственно в меню телеприставки.

Для того чтобы воспользоваться возможностями индивидуального пакетирования, с начала апреля 2012 г. ТВ-абоненты Москвы и Московской области могут подключить ТВ-пакет "Базовый" (76 телеканалов). Также пользователям "Домашнего ТВ" доступны семь тематических пакетов из обновленной линейки с ежемесячной платой от 50 рублей: "Калейдоскоп", "Discovery", "НТВ Плюс Кино", "НТВ Плюс Спорт", "Viasat", "Эротика" и HD.

"Сегодня телевидение должно гибко подстраиваться под потребности каждого зрителя и предлагать широкий выбор интерактивных функций, чтобы успешно конкурировать с интернетом за внимание аудитории. Поэтому мы внедряем принципиально новый формат формирования подписки на каналы в рамках услуги "Домашнее ТВ", позволяющий телезрителю платить лишь за те каналы, которые ему интересны. Благодаря богатым возможностям интерактивного ТВ — от перемотки передачи и записи программ до просмотра новостных порталов и общения в социальных сетях — телевидение подстраивается под индивидуальные предпочтения каждого пользователя", — отметил директор по развитию фиксированного бизнеса МТС Дмитрий Багдасарян.

Предложение действительно для Москвы и Московской области. В ближайшем будущем МТС планирует распространить новый формат формирования подписки на каналы в рамках услуги "Домашнее ТВ" и на другие регионы России.

www.dom.mts.ru

ЭРА система спасения ГЛОНАСС

5 июня 2012

Отель Рэдиссон САС Славянская Москва

II Международный конгресс ЭРА-ГЛОНАСС

Навигационно-информационные технологии для повышения безопасности и комфорта на дорогах

ЦЕЛИ КОНГРЕССА:

1. Привлечение ведущих производителей оборудования к участию в проекте
2. Информирование о статусе и планах развития системы «ЭРА-ГЛОНАСС»
3. Международный обмен опытом по разработке подобных систем
4. Взаимодействие со службами экстренного реагирования для реализации проекта

УЧАСТНИКИ:

- Представители государственных организаций и ведомств.
- Производители и разработчики телекоммуникационного оборудования.
- Автопроизводители.
- Операторы фиксированной и мобильной связи, обеспечивающие каналы информационного обмена.
- Производители и поставщики навигационного оборудования, контента, карт, картографического ПО.
- Представители СМИ.

СЕКЦИИ:

- Автомобильные терминалы вызова экстренных оперативных служб и их компоненты.
- Взаимодействие со службами экстренного реагирования.
- Система **«ЭРА-ГЛОНАСС»** как основа развития навигационно- информационных услуг в РФ.
- Навигационно-информационные технологии для повышения безопасности и комфорта на дорогах.

Организаторы: НИС ГЛОНАСС, ПроКонф

Стратегический партнер: cobra

Экспертные партнеры: ГИС Ассоциация

Официальный медиа-партнер: Транспорт России

Генеральный информационный партнер: Дорожная держава

По вопросам участия в качестве делегата, докладчика, спонсора или партнера, пожалуйста, обращайтесь в компанию «Профессиональные конференции» по тел. +7 (495) 66 324 66

"Энвижн Груп" построила систему телемедицины для Научного клинического центра РЖД

Компания "Энвижн Груп" успешно завершила проект по разработке, поставке и запуску системы дистанционного обучения и телемедицины (ТМ) для Научного клинического центра ОАО "Российские железные дороги" (НКЦ РЖД). Внедрение позволило связать воедино центры телемедицины РЖД, а также начать подготовку специалистов по уникальному для отечественных учебных заведений направлению.

Инженеры "Энвижн Груп" внедрили интегрированное решение и построили необходимую инфраструктуру для его успешного функционирования. В итоге НКЦ РЖД получил мощный программно-аппаратный комплекс, объединяющий базовые системы аудио- и видеоконференцсвязи (ВКС), электроснабжения, передачи данных, вычислительную инфраструктуру дата-центра (ЦОД) и СКС.

Уникальность проекта обусловлена большим числом и разнообразием задействованных продуктов от Microsoft, IBM, Symantec, HP, Panasonic, Sony, Pioneer, Hitachi, TrippLite, JBL, YAMAHA и других партнеров.

Создание единого центра ТМ необходимо для проведения оперативных удаленных консультаций, семинаров, совещаний и лекций с лучшими экспертами по здравоохранению. Кроме того, оно сокращает издержки на командировки сотрудников НКЦ. РЖД своими силами развивает отечественную телемедицину уже более 10 лет, создавая мобильные поликлиники "на колесах", оборудованные ВКС больницы и т.д. Новый центр на территории НКЦ с поддержкой высококачественного изображения (HD) объединит существующие сети видеосерверов и поможет вывести технологии ТМ на более высокий уровень.

Телемедицина — высокотехнологичное и перспективное направление в развитии здравоохранения. Благодаря ТМ люди из самых дальних уголков России получат профессиональную медицинскую помощь, а специалисты будут обмениваться опытом, не покидая кабинетов. "Энвижн Груп", как динамичный интегратор, принимает активное участие в становлении ТМ в России. На базе НКЦ уже организована кафедра по телемедицине, где проходят обучение врачи и студенты Московского государственного медико-стоматологического университета (МГМСУ).

Технические особенности

В рамках проекта компания "Энвижн Груп" подготовила несколько помещений для проведения сеансов связи.

• Конференц-зал оборудован проектором с использованием DLP-технологии, плазменными ТВ, дублирующими видеоинформацию для президиума, и двумя ЖК-мониторами для переводчика и оператора зала. Благодаря системе управления возможно использовать помещение по различным сценариям, практически избавляя сотрудников от выполнения непрофильных задач. Запуск и контроль реализации сценариев осуществляются посредством сенсорной панели в кабине оператора. Используемая система управления является масштабируемой — в дальнейшем ее можно дополнить функциями контроля искусственного освещения, климата и т.д.

• Три учебных аудитории центра выполнены по типовой схеме, которая позволяет использовать оборудование как локально, так и в режиме ВКС.

• Новый зал ученого совета с расширенным применением беспроводных технологий для передачи интерфейсных сигналов со стола заседаний.

• Зал телемедицинских консультаций для оказания дистанционной медицинской помощи с использованием средств ВКС.

Для подключения к телемедицинскому центру помещения, не оснащенного штатной системой ВКС (например, для кабинетов рентгенологии), разработан мобильный комплекс оборудования, включающий стойку с дисплеем, камерой, ноутбуком и радиомикрофоном. Данный комплекс позволяет проводить онлайн-трансляции диагностических процедур для регионов.

РНТ на "Навитех-Экспо-2012": первый широкий показ решений для мобильных устройств на базе iOS и Android

Компания "Русские Навигационные Технологии" (РНТ) впервые продемонстрировала свою важнейшую новую разработку — простое решение по мониторингу транспорта для современных мобильных устройств на базе операционных систем IOS и Android. Ограниченное тестирование этого ПО у заказчиков начнется уже во второй половине мая, а еще через два месяца оно будет передано в коммерческую эксплуатацию. Это целостное технологическое решение, охватывающее мобильные и настольные рабочие места, серверное ПО и "облачные" сервисы системы ГЛОНАСС/GPS мониторинга и контроля транспорта "АвтоТрекер". Решение не имеет аналогов на российском рынке и открывает новое направление развития систем fleet management.

Главными приоритетами при создании линейки мобильных систем РНТ были безупречная работа на всех популярных платформах, максимальная интуитивность и простота пользовательского интерфейса, позволяющая работать с ПО без обучения или самостоятельного изучения документации. Местоположение транспортных средств отображается на электронных картах, причем пользователь может буквально легко переключаться между картами Яндекс, Google Maps и OpenStreetMap. Карты можно двигать и масштабировать с помощью технологии "мультитач". Еще одна полезная функция связана с детализацией текущего состояния ТС. Она позволяет различать ситуации, когда ТС действительно стоит, а его положение верно отражено на карте, и когда автомобиль уже переместился в другое место, а точка на карте не обновляется из-за выхода транспорта из зоны покрытия сотовой сети, нарушения работы бортового оборудования или по каким-то иным причинам.

До начала коммерческой эксплуатации в мобильное ПО "АвтоТрекер" будет добавлен ряд дополнительных функций. Среди них отметим дистанционную диагностику оборудования и загрузку траекторий движения ТС за определенный период, продолжительность которого задается в настольных приложениях. В серверном и настольном ПО будет активирован сбор статистических данных, необходимый для дальнейшего улучшения ПО. В дальнейшем будет добавлена поддержка PUSH-уведомлений о нарушении ограничений. Такие ограничения могут касаться, например, выхода ТС за границы разрешенной области, нарушения скоростного режима или нормативных параметров стиля вождения. Кроме того, появятся версии ПО, отражающие разделение ролей в управлении транспортом.

В линейке "АвтоТрекер" системы для мобильных устройств позиционируются как максимально легкое и упрощенное мобильное дополнение полнофункциональных настольных приложений и "облачных" сервисов: традиционного клиентского ПО "AT-Наблюдатель" (AT-Visor) или Web-приложения "AT-Web 2".

Call Center world forum: перспективы развития контактных центров

В рамках XI Международного Call Center World Forum 2012, который заслуженно считается ключевым событием индустрии и мероприятием №1 в Восточной Европе, состоялась пресс-конференция, на которой журналистам ведущих российских изданий были представлены тенденции рынка контактных центров современные технологии для построения и повышения эффективности работы call-центров, новые продукты и решения, способные сделать работу операторов комфортной и результативной, а обслуживание клиентов быстрым и качественным.

Ежегодно Форум CCWF посещает более 1500 участников из более 700 компаний. Среди участников Форума руководители контактных центров и отделов по обслуживанию клиентов, телепродаж и телемаркетинга, представители компаний из различных секторов экономики, таких как: банки и страховые компании, операторы связи, предприятия транспорта, розничной торговли, ЖКХ, энергетики, сервис-провайдеры, органы государственной власти, и многие другие.

В рамках 11-го Международного Форума CCWF организована крупнейшая в индустрии выставка технологий, оборудования и решений для call-центров, расположившаяся на площади более 1000 м^2.

Проводимые на Форуме десятки презентаций новых продуктов, услуг и решений ярко иллюстрируют тот факт, что это событие невозможно пропустить специалистам, чей бизнес связан с контактными центрами, обслуживанием клиентов или информационными технологиями.

Пресс-конференция дала представление о наиболее актуальных и перспективных направлениях развития контактных центров. В частности, использование "облачных вычислений", инновационные возможности и технологии коммуникаций с клиентами, проблемы их обслуживания и привлекательные с точки зрения инвестиций решения для создания эффективных call центров, по мнению спикеров, являются наиболее успешными способами повышения эффективности работы контактного центра.

ИКТ на транспорте: потребности и возможности

2 октября 2012 г. Агентство маркетинговых коммуникаций CNews Conferences и CNews Analytics проводят круглый стол "ИКТ на транспорте: потребности и возможности".

ИТ-интересы транспортных компаний в настоящее время направлены на реализацию поставленных задач. По этой причине в фокусе внимания находятся ERP и CRM системы, BI, сервис-ориентированная архитектура, решения для управления бизнес-процессами, а также (в тренде всего ИТ-рынка) виртуализация и централизация ресурсов, развитие интернет-сервисов и возможности ГЛОНАСС.

• Какие ИКТ-решения предпочитают западные транспортные компании?

• Каковы потребности российских транспортных компаний в ИКТ?

• Каковы критерии выбора ИКТ-решений транспортными компаниями?

• Как оценить эффективность использования ИКТ на транспорте?

• Что нужно для повышения эффективности и безопасности российского транспорта?

• Нужен ли транспорту ГЛОНАСС?

Эти и многие другие вопросы будут рассмотрены в рамках круглого стола "ИКТ на транспорте: потребности и возможности".

Приглашены к выступлению с докладами:

• Геннадий Столяров, ИТ-директор, DHL Express в России;

• Сергей Коротков, Директор управления ИТ, Вимм-Билль-Данн Продукты Питания;

• Сергей Рогов, Директор департамента информационных технологий, ГК "Детский мир";

• Дмитрий Богомазов, директор департамента информационных технологий, Первая грузовая компаний;

• Андрей Разницын, помощник генерального директора по ИТ "Почтовой Экспедиционной Компании";

• Доминина Светлана, Московская торгово-промышленная палата, председатель совета гильдии логистических операторов, генеральный директор компании "Севертранс";

• Елена Колесник, генеральный директор, METRO Group Logistics;

• Александр Кудряшов, Директор департамента планирования и управления эффективностью деятельности компании, ГК "Интегра" и др.

CNews Conferences приглашает принять участие в мероприятии представителей российского рынка ИТ:

http://events.cnews.ru/events/17_05_12.shtml

XIX заседание Технического комитета M2M ETSI

С 19 по 23 марта 2012 г. в г. Кейптаун (ЮАР) в конгресс-центре отеля Southern Sun Cullinan состоялось XIX заседание Технического комитета M2M (Технологии связи машина-машина) Европейского института стандартизации электросвязи (ETSI).

В работе заседания Технического комитета M2M ETSI приняло участие более 55 делегатов из более чем 20 стран Европы и мира, а также представители Секретариата ETSI, Администрация связи Германии и национальных органов стандартизации, крупнейших производителей оборудования (Ericsson, Nokia Siemens Networks GmbH& Co. KG, Huawei, ZTE, QUALCOMM CDMA Technologies, Alcatel-Lucent, Motorola Ltd и др.), крупнейших мировых и европейских операторов связи (SPRINT, Verizon, Deutsche Telekom, Telefonica, France Telecom, TELECOM ITALIA S.p.A, Vodafon Int., Vodacom и др.).

XIX собрание Технического комитета M2M ETSI была посвящено рассмотрению итогов деятельности рабочих групп WG1(Требования к услугам и использованию M2M), WG2(Функциональная архитектура сетей M2M), WG3 (Сетевые протоколы M2M), WG4 (Безопасность сетей M2M), WG5 (Управление сетями M2M) ТК M2M ETSI за прошедший период, перспективам развития технических требований к сетям M2M в рамках Release 2, текущему развитию и улучшению стандартов, объединеных в Release 1, особое внимание было уделено межсетевому взаимодействию сетей M2M, новым бизнес-моделям и безопасности сетей M2M.

В ходе собрания было рассмотрено более 135 документов по основным направлениям работ ТК M2M/ETSI:

Внесение новых изменений в следующие технические отчеты ETSI, описывающие бизнес-модели услуг M2M:

1. Отчет TR 102 732 — Use Cases of M2M applications for eHealth (Приложения для электронного здоровья).

2. Отчет TR 102 857 — Use Cases of M2M applications for Connected Consumer (Приложения для управления бытовой электроникой).

3. Отчет TR 102 897 — Use Cases of M2M applications for City Automation (Приложения для управления транспортом в городе).

4. Отчет TR 102 898 — Use Cases of automotive applications (Приложения для управления автомобилями и транспортными потоками).

5. Отчет TR 102 691— Use Cases of Smart mettrering (Приложения для управления интеллектуальными домашними приборами).

6. Отчет TR 102 935 — Impact of Smart Grids on M2M Platform (Приложения для управления энергетическими приборами и сетями).

7. Отчет TR 103 167 — Threat analysis and counter measures to M2M service layer (Анализ угроз и мер противодействия на уровне услуг M2M).

Совершенствование технических требований к сетям и услугам M2M, включенным в M2M Release 1 и M2M Release 2.

Межсетевое взаимодействие архитектуры сети M2M и локальными сетями M2M, предоставляющими соединения между устройствами M2M и шлюзами M2M.

Обеспечение безопасности сети M2M в цепочке "конечный пользователь - конечный пользователь"(End-to-End).

Технические требования к разблокированию и активации услуг M2M.

Технические требования к тарификации и использованию метрик в сети M2M.

Технические требования к проверке и идентификации подлинности абонентского устройства в сети M2M.

Технические требования к поддержке удаленных суб-групп устройств M2M.

Технические требования на совместимость модели данных для сети M2M(TS 101405).

Технические требования к тестированию взаимодействия мультивендерных сетей M2M.

Выполнение Мандатов ЕС по интеллектуальным измерениям M441 и управлению энергетическими сетями M490.

Взаимодействие с Сектором стандартизации МСЭ-Т по вопросам M2M.

Взаимодействие с рабочими группами Открытого мобильного альянса(OMA) по вопросам M2M.

Проведение ежегодного семинара ETSI по вопросам развития и внедрения M2M.

В документах подведены итоги деятельности технического комитета M2M (http://portal.etsi.org/docbox/m2m), как головного европейского органа компетенции и стандартизации в области M2M, за прошедший исследовательский период и намечены планы работы ТК M2M на 2012 год.

Проведение следующего XX заседания Технического комитета M2M намечено на период с 4 по 8 июня 2012 г. в Стокгольме (Швеция). Проведение семинара ETSI по вопросам развития и внедрения M2M запланировано на период с 23 по 25 октября 2012 г. в штаб-квартире ETSI в г. София-Антиполис (Франция).

Председатель отделения "Информационные и телекоммуникационные технологии" РАЕН профессор Тихвинский В.О. принял участие в работе XIX заседания Технического комитета M2M ETSI. Отчет о работе XIX заседания Технического комитета M2M ETSI доступен по запросу.

Aerospace Testing

Aerospace Testing Russia

9-я Международная выставка испытательного оборудования,
систем и технологий авиационно-космической промышленности

2 - 4 октября 2012 | Москва, ЦВК «Экспоцентр»

Организатор:

ITE Moscow
+7 (495) 935 7350
aero@ite-expo.ru
aerospace-expo.ru

www.aerospace-expo.ru

ЭКОНОМИКА

Итоги MWC-2012: Мобильный мир и кризис мировой экономики

С 27 февраля по 1 марта 2012 г. в Барселоне (Испания) состоялся ежегодный Всемирный мобильный конгресс (Mobile World Congress, MWC-2012) (http://www.gsma.com), организатором которого традиционно выступила Всемирная ассоциация операторов GSM (GSMA) (http:// www.mobileworldcongress.com).

Тихвинский В.О.,
заместитель генерального директора ООО "АйКомИнвест" по инновационным технологиям, член президиума РАЕН, председатель ИТТ РАЕН, д.э.н., проф.

Минов А.В.,
заместитель генерального директора ООО "АйКомИнвест"

В работе конгресса и выставки, по данным GSMA, приняло рекордное за всю историю MWC число участников — более 67 тысяч из 205 стран мира. На MWC-2012 прибыло более 3500 руководителей крупнейших операторских компаний и мировых производителей мобильного оборудования, программных продуктов и различных приложений. По числу посетителей MWC-2012 превзошел MWC-2011 на 11%, причем более 51% среди них составили топ-менеджеры телекоммуникационных компаний. Работу конгресса освещало свыше 3300 представителей международных печатных и интернет-изданий, медийных вещательных компаний.

Несмотря на очевидный успех MWC-2012, дыхание экономического кризиса в большинстве стран мира чувствовалось в настроении вендоров и операторов. За четыре дня в благополучной Барселоне прошло две забастовки: протест выражали транспортники, а также студенты, причем молодежь выбрала для этого площадь Испании — как раз напротив MWC-2012.

На выставке свои инновационные достижения и разработки представили более 1500 компаний, разместивших стенды на 70,6 тыс. кв. м в восьми павильонах: "Планета приложений", "Облачные технологии", "Встроенные мобильные устройства", "Энергосберегающие технологии", "Мобильные деньги", "Мобильные электронные бренды", "Ассоциация GSM". Наибольший интерес, как всегда, вызывал павильон "Планета приложений": его посетило более 55 тыс. человек. Впервые во Всемирном мобильном конгрессе приняли участие представители вертикальных секторов экономики, ориентированных на использование мобильных приложений: автомобильные, медицинские и финансовые компании, почувствовавшие, что мобильная связь становится драйвером инноваций на этих новых рынках.

В ходе конгресса состоялась пленарная сессия, собравшая топ-менеджеров крупнейших производителей и мобильных операторов мира: Alcatel-Lucent, ARM, AT&T, Best Buy, Bharti Airtel, China Mobile, Cisco Systems, Citigroup, Deutsche Telekom, eBay, Ericsson, Facebook, Ford Motor Company, Foursquare, Google, HTC, Interpublic Group, ISIS, Juniper Networks, Nokia, NTT Docomo, Sprint Nextel, Telef?nica, Telenor Group, VimpelCom, Visa, Vodafone, ZTE. Они констатировали неготовность национальных регуляторов к вызовам экономического кризиса, с которыми столкнулся телекоммуникационный рынок. Президент компании Vodafone предупредил о замедлении темпов инвестиций в мобильную связь из-за действующих регуляторных барьеров, медленного и неэффективного выделения и перепланирования радиоспектра для развития мобильного беспроводного доступа. Главный рефрен выступлений — инвестиции в телекоммуникации находятся под угрозой, и одна из них — существующие правила регулирования.

В традиционной "министерской программе" (Ministerial Programme), в рамках которой обсуждались стратегические вопросы будущего мобильной связи, приняли участие главы администраций связи и правительств из 140 стран мира, включая Российскую Федерацию, руководители международных организаций связи, таких как МСЭ, ETSI и др., топ-менеджеры операторов и вендоров.

Основное внимание на конгрессе уделялось успехам в развитии технологий мобильной связи 4-го поколения LTE, продолжающейся эволюции сетей 3-го поколения (Long Term HSPA+ Evolution) и внедрению новых видов мобильных услуг и приложений. Ассоциация GSM представила данные о работе сетей LTE на начало 2012 г.: в мире 49 коммерческих сетей LTE (в феврале прошлого года их было 18) в диапазонах 700 и 1800 МГц, 2,3 и 2,6 ГГц. В создание сетей LTE сегодня инвестируют более 285 операторов из 93 стран мира. Экосистема LTE в настоящее время насчитывает 269 типов абонентских устройств, производимых 57 различными компаниями.

Прогноз будущего развития сетей LTE, сделанный на MWC-2012, показывает существенный рост абонентской базы в 2012 г., вызванный развертыванием 119 сетей LTE в 93 странах мира. Абонентская база сетей LTE, в начале 2011 г. составлявшая 4,2 млн в 18 странах мира, в течение года увеличилась до 7,9 млн, а число стран, запустивших сети LTE в коммерческую эксплуатацию, выросло до 29. К 2015 г., по прогнозам, абонентская база сетей LTE превысит 300 млн абонентов, а к 2016 г. — 500 млн.

Динамичное развитие технологии LTE по-

прежнему стимулирует инновационную активность в секторе мобильной связи, предоставляя платформу для создания новых мобильных приложений и услуг. Большинство инноваций сконцентрировано в области создания инфраструктуры сетей и услуг M2M, производства терминалов на базе открытой операционной системы Android, внедрения мультистандартных и многодиапазонных абонентских и базовых станций мобильной связи на основе решений Software Defined Radio (SDR). Несмотря на замедлившиеся темпы реализации глобальной инициативы GTI Voice-over-LTE (VoLTE), компания Verizon Wireless запустила услугу VoLTE в двух городах США и готовится ввести ее в коммерческую эксплуатацию в 2013 г. на всей территории страны. Передача речевых услуг в сети LTE оператора Verizon Wireless осуществляется на основе технологии Circuit Switched Fallback, а хендовер обеспечивается с использованием стандартизованной 3GPP технологии Single Radio Voice Call Continuity (SRVCC).

Конгресс и выставка продемонстрировали следующие основные технологические тренды:

• появление на рынке оборудования Long Term HSPA+ Evolution (Release 9) с возможностями, приближающимися к характеристикам LTE (Release 8);

• создание универсальных мультидиапазонных базовых станций (900/1800/1900/2100/2300/2600 МГц и 3,5 ГГц), совмещающих технологии EDGE /HSPA/FD-/TD-LTE и WiMAX и позволяющих программно инсталлировать в мобильной сети любой частотный диапазон из выбранных технологий;

• использование активных и MIMO-антенн как в базовых, так и в мобильных станциях;

• переход вендеров от производства оборудования для макросот к производству оборудования для микро-, пикосот в связи с растущим спросом и новыми бизнес моделями развертывания мобильных сетей для всех видов технологий 3GPP;

• внедрение принципов персонализации при создании мобильных приложений;

• конкуренция открытой программной платформы Android с новой версией Windows Phone 7.5 Tango.

В рамках конгресса работали тематические форумы:

• Расширенная реальность (Augmented Reality);

• Сети и услуги (LTE Forum);

• Мобильные облачные технологии (Mobile Cloud Forum);

• Безопасность мобильных сетей (Mobile Security Forum).

На форумах конгресса активно обсуждались вопросы внедрения передачи речи в сетях LTE (VoLTE) и расширенных приложений RCS для передачи мгновенных сообщений, живого видео и трансфера файлов данных, успехи в продвижении сетей HSPA в мире и стратегии роста на основе Long Term HSPA+ Evolution, развития программных продуктов OSS/BSS, поддерживающих услуги в сетях HSPA и LTE.

На сессиях форумов Конгресса большое внимание уделялось:

• выявлению новых бизнес-стратегий и развивающимся рынкам;

• мобильной рекламе;

• мобильным деньгам как динамично развивающемуся виду услуг;

• мобильной телемедицине и ее взаимодействию со здравоохранением;

• услугам M2M как среде мобильных инноваций;

• мобильному досугу и мобильному стилю жизни;

• мобильным облачным вычислениям;

• биллингу как критичному вопросу для индустрии мобильных приложений;

• функциональным возможностям мобильных сетей;

• технологиям мобильных сетей новых поколений.

Инновации в области оборудования и услуг LTE. Примером производства и использования многомодовых мультидиапазонных модемов в сетях TD/FD-LTE могут служить модемы NSN USB lte7210-7220, Huawei E392-E398. Выполненные в виде USB-устройств, они могут работать в диапазонах 800/1800 МГц и 2,1/2,3/2,6 ГГц. Компании Qualcomm и Hi Silicon анонсировали мультимодовые чип-сеты для модемов, поддерживающие все поколения мобильной связи 2G, 3G и TDD/FDD LTE на рынке.

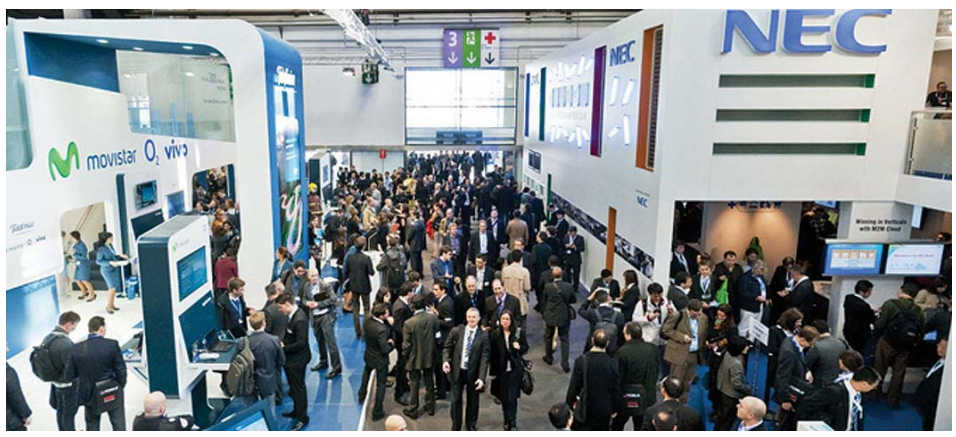
Дальнейшие усилия разработчиков будут направлены на создание мультимодовых LTE-устройств, интегрирующих модули Wi-Fi, GPS, Bluethooth, использование FM-модулей соединения, поддержку NFC, стереоскопического 3D-видео, фото и мультимедиа-плеера.

Компания Ericsson представила на MWC-12 более 30 различных LTE-продуктов и продемонстрировала соединение с сетью LTE "категории 4", специфицированное 3GPP для достижения скорости 150 Мбит/с в нисходящем канале. Для демонстрации использовались действующая сетевая инфраструктура Ericsson и трехстандартный LTE-модем SP2531 от Renesas Mobile.

В рамках внедрения концепции Smart Simplicity компания Ericsson продемонстрировала специальное решение для самоорганизующихся сетей (SON — self-organizing networks), которое позволяет автоматизировать процесс оптимизации емкости, покрытия и качества мобильных сетей и, следовательно, повысить эффективность всех бизнес-процессов. SON Optimization Manager является ключевым звеном в создании гетерогенной сети (Hetnet) 3GPP, поскольку позволяет применить функционал SON к существующим сетям, вне зависимости стандартов и поставщиков.

Британский оператор UK Broadband объявил на Конгрессе о запуске в диапазоне 3,5 ГГц коммерческой сети TD-LTE на основе оборудования Huawei. Это первая коммерческая сеть TD-LTE в диапазоне 3.5 ГГц использует 12 базовых станций. Компания UK Broadband имеет частотный ресурс 124 МГц в диапазоне 3,5 ГГц позволяющего использовать 6 блоков по 20 МГц для последующего развертывания сети LTE Advanced. Было также объявлено об использовании с 1 сентября в качестве абонентского оборудования оборудования Mi-Fi, а с середины 2013 года смартфонов TD-LTE в диапазоне 3.5 ГГц.

На MWC-12 практически не представлен мобильный вариант WiMAX (IEEE 802/16e), что подтвердило отношение рынка и вендеров как к нишевой технологии и морально устарев-



шей. Решений для его эволюционного развития в рамках IMT Advanced - IEEE 802.16m также не было.

Бизнес-модели. На конгрессе были продемонстрированы бизнес-модели создания сетей M2M для более широкого класса устройств бытовой электроники и медицинских устройств в мобильных сетях e-Health реализованы во встроенных неперемещаемых SIM-картах для M2M-решений (видеокамер, музыкальных плееров и других устройств бытовой электроники).

Новые бизнес-модели на основе мобильных приложений mAgriculture , позволят применять мобильные датчики для прогноза погоды в сельском хозяйстве, оказывать финансовые услуги фермерам и консультации ученых-агрономов. Оценка доходов от приложения mAgriculture на мобильном рынке оценена в 140 миллиардов долларов США к 2020 году.

Джо Лундрен (VimpelCom Int.) заявил, что современное состояние рынка мобильной связи несет новые вызовы и операторы должны переобучить потребителей новой модели бизнеса, чем выше скорость и качество (QoS), тем дороже должен абонент платить за услугу.

Компания Deutsche Telekom объявила об отходе от стратегии "предоставления трубы" для услуг передачи данных и переходу к политике внедрения бизнес-моделей для удовлетворения комплексных потребностей абонентов, основанных на дифференциации облачных услуг в диапазоне от M2M до фиксированного Интернета. Будущее мобильного бизнеса компания видит в бизнес моделях с "малыми трубами" с дифференциацией уровней обслуживания в зависимости от предоставляемых услуг и с управлением трафиком.

Глобальные инициативы в сфере мобильной связи. На конгрессе были подведены итоги деятельности и оглашены новые планы работы по трем глобальным инициативам:

- конвергенция технологий TD-LTE/FDD-LTE (Global TD-LTE Initiative, GTI TD-LTE);
- телекоммуникационные услуги с расширенными возможностями (Rich Communication Suit, RCS);
- создание универсальной открытой платформы для построения мобильных приложений (Wholesale Application Community, WAC).

Результаты работ GTI TD-LTE были объявлены на VI Саммите GTI, где анонсировалось новое поколение оборудования TD-LTE с более низкой ценой, более высокой скоростью и более высокой спектральной эффективностью. По мнению участников GTI, оно позволит LTE освоить новый диапазон 3,5 ГГц и одержать окончательную победу над технологией WiMAX. Во время саммита TD-LTE операторы из Великобритании, Ирландии, Италии, Испании, Латинской Америки, Северной Америки и Ближнего Востока подтвердили свое участие в проекте освоения диапазона 3,5 ГГц, а также поставщики оборудования и чип-сетов- компании Huawei, Huawei HiSilicon, Sequans и Altair.

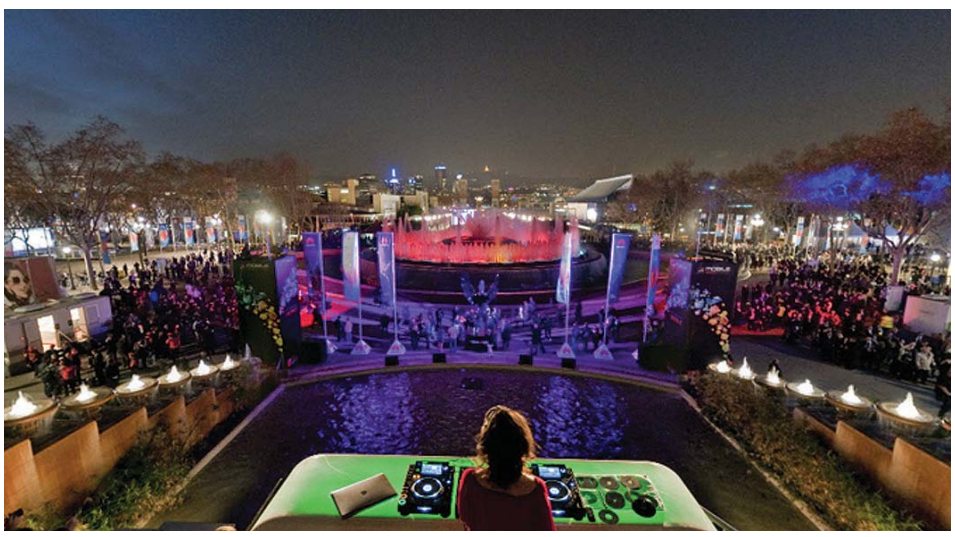
Инициатива по выпуску новой коммерческой версии телекоммуникационных услуг с расширенными возможностями, названная RCS-e, была поддержана пятью крупнейшими европейскими операторами. Цель внедрения услуг RCS - упрощение и реализация более интуитивно понятных путей их использования при передаче мгновенных сообщений, потока живого видео и трансфера файлов данных любым мобильным терминалом через сеть любого мобильного оператора. Эти услуги производители мобильных терминалов должны интегрировать в адресные книги таким образом, чтобы они не требовали загрузки дополнительного программного обеспечения и переконфигурирования. Стандартизация требований к RCS будет осуществлена в рамках разработки стандартов на версию RCS 2.0.

На конгрессе также было объявлено о намерении ведущих мобильных операторов использовать открытую платформу для построения мобильных приложений WAC на базе новой версии WAC 2.0, поддерживающей веб-приложения на языке HTML5 с мультимедийными возможностями.

Впервые концепция WAC была представлена на на конгрессе MWC-2010. Она объединила фрагментированные рынки мобильных приложений вокруг идеи создания открытой индустриальной платформы приложений, направленной на консолидацию усилий и увеличение доходов производителей мобильных приложений и терминалов, разработчиков операционных систем, операторов; пользователям же это сулит доступ к более выгодным сервисам. На MWC-2011 уже восемь мобильных операторов продемонстрировали, как приложений WAC 1.0 реализуются на базе Opera Software.

Столица мобильного мира. В ноябре 2010 г. Всемирная ассоциация операторов GSM объявила концепцию Mobile World Capital на период 2013-2017 гг.

Основным претендентом на звание мобильной столицы мира был г. Барселона, который неоднократно демонстрировал свои возможности не только проведения ежегодных мобильных конгрессов, но и создания условий для научного и бизнес-развития мобильной связи, организации культурных программ и фестивалей, центров развития промышленности в области мобильной связи. Поэтому еще одним знаменательным событием MWC-2012 можно считать официальную инаугурацию г. Барселоны в качестве Mobile World Capital вплоть до 2018 г.



MWC-2012 показал, что потенциал Всемирного мобильного конгресса как форума, где демонстрируются всеобъемлющие достижения в области мобильной связи, далеко не исчерпан.

Следующий Mobile World Congress состоится в Барселоне с 25 по 28 февраля 2013 г.

ПРОИЗВЕДЕНО БОЛЕЕ
80 000 км
КАБЕЛЯ

ЭТО **2**
ДЛИНЫ ЭКВАТОРА

ПОСТАВЛЕНО БОЛЕЕ
2 000 000 км
ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА

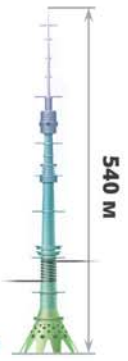
ЭТО **5**
РАССТОЯНИЙ
ОТ ЗЕМЛИ ДО ЛУНЫ

БОЛЕЕ
45 000 км
КАБЕЛЯ ПРОЛОЖЕНО
В ГРУНТЕ

РАЗ ПРОЛОЖИТЬ КАБЕЛЬ
ПО РОССИИ
С ВОСТОКА НА ЗАПАД

БОЛЕЕ
4 500 км
КАБЕЛЯ ПРОЛОЖЕНО
ВНУТРИ ОБЪЕКТОВ

ТАКИМ КОЛИЧЕСТВОМ КАБЕЛЯ
МОЖНО ПОЛНОСТЬЮ ОБМОТАТЬ
ОСТАНКИНСКУЮ ТЕЛЕБАШНЮ



БОЛЕЕ
24 000
КАБЕЛЯ
НА ОПОРАХ ЛЭП

НА КАЖДОЙ
7-ОЙ
ОПОРЕ
ПОДВЕШЕН НАШ
ОПТИЧЕСКИЙ КАБЕЛЬ

ЗАО «САМАРСКАЯ ОПТИЧЕСКАЯ КАБЕЛЬНАЯ КОМПАНИЯ»

443022. Россия. Самара, ул. Кабельная, 9, Тел./Факс: (846) 228 24 35, 955 11 93,
телефон отдела продаж: (846) 955 09 63. E-mail: sales@soccom.ru, http://www.soccom.ru

ЗАО "Самарская оптическая кабельная компания" — 15 лет успешной работы!

ЗАО "Самарская оптическая кабельная компания" — образовано 17 апреля 1997 г. Учредители — ЗАО "Самарская кабельная компания", Самара и "Corning Inc.", США. Компания начала свою производственную деятельность в 1998 г. в условиях финансового кризиса. Благодаря эффективному сочетанию новейших технологий производства и управления с российским умением преодолевать трудности, знанием проблем отечественного рынка и желанием создать качественный и надежный продукт компания сумела не только выйти на уже сформировавшийся рынок и закрепиться на нем, но и стать одним из ведущих производителей волоконно-оптического кабеля в России.

Миссия ЗАО СОКК — "Создание высококачественного продукта для удовлетворения насущных и перспективных потребностей общества в высокотехнологических сетях телекоммуникаций". Ориентация на наиболее полное удовлетворение требований потребителей, позволила создать конкурентоспособный высококачественный продукт, востребованный в сфере телекоммуникаций. За 15 лет успешной работы "СОКК" поставила предприятиям связи более 80 тысяч километров оптического кабеля. Заказчиками компании являются МРК ОАО "Связьинвест", ведущие операторы мобильной и альтернативной связи: ОАО "Вымпелком", ОАО "Мегафон", ЗАО "СМАРТС", ОАО "МТС", нефтяные и газовые компании: ОАО "Газпром", "Восточно-Сибирская газовая компания", "Салым Петролиум" ОАО "Связьтранснефть", российские железные дороги, ФСК ЕЭС, "Башкирэнерго", "Самараэнерго", "Читатехэнерго", операторы сетей широкополосного доступа. Волоконно-оптический кабель производства ЗАО "СОКК" эксплуатируется во всех географических и климатических зонах нашей страны, он проложен по дну рек Волга и Ангара, в горах Урала, Камчатки и Приморья, в степях Кубани и Казахстана, в Сибири и на Дальнем Востоке, в других регионах России и СНГ.

Компания выпускает различные типы оптических кабелей для любых способов монтажа и условий эксплуатации:

- небронированный, для прокладки в трубах, коллекторах кабельной канализации, а также внутри зданий и сооружений
- кабель с броней из гофрированной стальной ленты для прокладки в кабельной канализации, при опасности повреждения грызунами;
- кабель с броней из круглых оцинкованных стальных проволок для прокладки в грунтах всех категорий;
- для прокладки методом задувки в защитные пластмассовые трубы и микротрубки;
- самонесущие диэлектрические кабели для эксплуатации на опорах воздушных линий связи, электрифицированных железных дорог и подвески на ЛЭП, для эксплуатации на линиях электропередачи напряжением 220 кВ и выше, при расстоянии между опорами свыше 1 км (переходы через реки, ущелья и т.п.). Кабели отличаются высокой стойкостью к эоловой вибрации, "пляске" проводов, выдерживают большие ледовые и ветровые нагрузки, в широком диапазоне рабочей температуры;
- кабели для подвески на опорах городского энергохозяйства.

Для производства оптических кабелей используются разные типы волокна компании "Corning" (http://www.soccom.ru).

Все типы оптических кабелей производства ЗАО "СОКК" сертифицированы в системах обязательной и добровольной сертификации и имеют следующие разрешающие документы: декларации о соответствии, сертификаты пожарной безопасности, санитарно-эпидемиологические заключения, свидетельство о высшем уровне качества ВОК, разрешение Госгортехнадзора, Акт на применение кабеля типа ОКЛЖ в электроэнергетике, сертификаты в ГСС Республики Казахстан.

Совершенствование системы качества

С самого основания на ЗАО "СОКК" вопросы качества были первостепенными. В 1998 г. компания первой из производителей ВОК получила сертификаты соответствия системы качества производства стандарту ГОСТ Р ИСО 9002-96 и МС ИС 9002-94, а также международные сертификаты KEMA ISO 9002 и IQNET ISO 9002. В 1999 г. ЗАО "СОКК" признано победителем конкурса Минсвязи России в области качества производства средств связи.

На ЗАО "СОКК" построена единая система управления компанией, где ведущая роль принадлежит стандартам ИСО серии 9000, в которых заложен системообразующий принцип эффективного бизнеса для организации и успешной деятельности нашей компании на рынке.

Достижения предприятия в области качества отмечены множеством сертификатов и наград. Самой значимой из них — Премии Правительства в области качества — предприятие

было удостоено дважды (постановление Правительства РФ № 739 от 06.12.2003 г., № 604 от 05.08.2010 г.). ЗАО "СОКК" является единственным промышленным предприятием Самарской области, единственным производителем оптических кабелей связи, ставшее Лауреатом главной Премии страны в области качества за достижение значительных результатов в области качества продукции, обеспечение её безопасности, внедрение высокоэффективных методов управления качеством.

В 2005 г. СОКК признан Лауреатом главной всероссийской премии "Российский национальный Олимп" за служение российскому народу, данная Премия — это признание обществом эффективной деятельности компании по внедрению на предприятии системного подхода, современных методов менеджмента качества и построению цивилизованной системы управления окружающей средой.

В 2006 г. компании присвоена международная премия "Лидер экономического роста" и национальная премия "Налогоплательщик года".

В 2007 г. ЗАО "СОКК" первым из производителей оптического кабеля получило "Свидетельство", выданное "Всероссийской организацией качества" на кабели ОКЛ, ОКЛК, ОКЛСт, ОКЛЖ об их соответствии высшему уровню качества, установленному Программой "Российское качество". Решением Европейской общественной комиссии по присуждению международной премии "Европейский стандарт" ЗАО "СОКК" стало ее лауреатом. В этом же году компания была награждена международным почетным призом "Хрустальная капля" за высокий уровень прозрачности своей деятельности, серьезное и честное ведение бизнеса. Ежегодно, начиная с 2007 г., компания включается в Федеральный Реестр добросовестных поставщиков.

В 2008 г. компании было присвоено звание "Добросовестный поставщик года" Международным центром инвестиционного консалтинга при поддержке Правительства РФ и Управления делами Президента РФ.

ЗАО СОКК включено в общероссийский список "Элита национальной экономики-2008" и стало членом Международного клуба лидеров бизнеса (IBLC).

В 2009 г. компания получила сертификат Европейской организации качества по критериям EFQM уровень "Признанное Совершенство", в котором получило оценку независимых экспертов "5 звёзд".

В июне 2011 г. ЗАО "СОКК" получило статус "Лидер экономики 2010". Этой высокой награды, компания была удостоена по результатам анализа данных финансовой отчетности в соответствии с Европейским стандартом рейтингирования, проведенного "Всероссийским бизнес-рейтингом".

В ноябре 2011 г. компания была включена в Национальный реестр "Ведущие промышленные предприятия России — 2011".

ЗАО "СОКК" единственное в отрасли предприятие, где внедрена, действует и совершенствуется четырехступенчатая интегрированная система менеджмента, включающая:

— систему менеджмента качества (сертификат соответствия в системе ГОСТ Р № РОСС RU.ИС39.К00157, выданный ОС СК "ЦССК "ИНТЕРЭКОМС" (№РОСС RU.0001.13ИС39); международный сертификат на соответствие требованиям ISO 9001-2008, DEKRA, Нидерланды);

— систему экологического менеджмента (сертификат на соответствие требованиям ISO14001-2004 № RU.ИО57.ЭМ011, выданный СДС СЭМ "ИНТЕРЭКОМС" № РОСС RU.И057.04МЭ00),

— систему управления охраной труда (сертификат № РОСС RU ОТ 000568), выданный ОС НУ ДПО "Региональный центр охраны труда Самарской области" (№РОСС RU.0012.11.ОТ062). В 2008г. ЗАО "СОКК" награждена Почётной грамотой и ценным подарком в областном смотре конкурсе за лучшую организацию работы по охране труда в Самарской области в номинации "Лучшая организация Самарской области по организации работы по охране труда среди организаций промышленной сферы".

• систему социальной ответственности в соответствии со стандартом SA 8000 "Социальная ответственность". Социальная ответственность является одной из основных составляющих деятельности ЗАО "СОКК". Компания исходит из того, что человек, его жизнь и здоровье, честь и достоинство, личная неприкосновенность и безопасность, права и свободы являются высшей ценностью в Российской Федерации. Их признание, соблюдение и защита — есть прямая обязанность ЗАО "СОКК".

Интегрированная система менеджмента охватывает все процессы жизненного цикла предприятия от проектирования и разработки кабеля и приобретения сырья до приемо-сдаточных испытаний и поставки продукции заказчикам. Система отслеживает уровень качества 24 часа в сутки и 365 дней в году на всех типах кабеля, на всех линиях и на каждой производственной операции, на каждом рабочем месте. Ежегодно проводится самооценка действующих процессов, а также личностная самооценка сотрудников.

В компании готовы оказать всестороннюю поддержку потребителям, приглашая их посетить СОКК и лично оценить высокий технологический уровень производства оптических кабелей и многоступенчатый уровень контроля параметров продукции, внедренных на предприятии.

JSC "Samara Optical Cable Company" — 15 years of success!

JSC "Samara Optical Cable Company" - was founded April 17, 1997 Founders — JSC "Samara Cable Company", Samara, "Corning Inc.", The United States. The company started its production activity in 1998 amid the financial crisis. Through the effective combination of advanced production technology and management with the Russian ability to overcome difficulties, knowledge of the problems of the domestic market and the desire to create high-quality and reliable product, the company has managed to not only reach the already established market and gain a foothold on it, but to become a leading manufacturer of fiber optic cables in Russia.

ЭКОНОМИКА

Выставка и форум CSTB'2012 — задел на "цифровой" год для многоканального телевидения

В Москве с 7 по 9 февраля прошла Международная выставка и форум CSTB'2012. Выставка состоялась в МВЦ "Крокус Экспо". Уже 14 лет CSTB является оптимальной бизнес-площадкой, на которой ключевые игроки рынка представляют новинки телевизионных и телекоммуникационных технологий, ведут диалог с представителями государственной власти и запускают новые проекты. В этом году в выставке приняли участие более 450 компаний, среди которых отечественные и зарубежные ТВ-каналы, операторы кабельного, спутникового ТВ, IPTV, производители и дистрибьюторы оборудования для систем цифрового ТВ, системные интеграторы, отечественные производители радиоэлектронной промышленности. Выставочная экспозиция разместилась в трех залах павильона, общая площадь которых составила более 18 000 м^2. Выставку посетили 23820 человек. Платиновым спонсором выставки стала компания "Триколор ТВ".

CSTB известна не только обширной выставочной экспозицией, но и насыщенной деловой программой, которая с каждым годом охватывает все большее количество актуальных тем для обсуждения на высоком уровне с участием представителей отраслевых министерств и ведомств и ключевых игроков телекоммуникационного рынка. Именно поэтому CSTB, обладая высоким статусом "при поддержке Министерства связи и массовых коммуникаций РФ", является важнейшим индикатором и двигателем российской отрасли телекоммуникаций в целом.

Деловую программу Форума CSTB'2012 открыл Круглый Стол "Переход национального вещания на цифровой стандарт. Новый порядок взаимодействия игроков рынка". Представители отраслевых министерств и ведомств, а также ключевые игроки отечественного рынка телевизионного вещания обсудили ряд вопросов, касающихся развития законодательства в сфере масс-медиа. Среди главных положительных тенденций спикеры обозначили становление новой нормативной базы, позволяющей оперативно исправлять неточности или недоработки, допущенные в процессе законотворчества, а также определяющую роль интересов и потребностей зрителей в формировании операторами услуг пакетных предложений.

В тот же день прошла секция Форума "Секреты коммерческого успеха тематического телеканала на рынке платного ТВ", в которой приняли участие представители тематических телеканалов и компаний-операторов, а также международной исследовательской группы TNS. Наиболее важными темами дискуссии стали способы измерения рейтингов нишевого телевидения, недостаток рекламных оборотов на неэфирном ТВ, а также инструменты продаж рекламного времени на тематических каналах.

Программу Форума продолжил IP & TV форум. Движение всех операторов в сторону IP TV было признано собравшимися глобальным трендом развития технологий передачи ТВ-сигнала. В настоящий момент происходит явный процесс конвергенции IPTV и OTT. Уже сегодня абонент постепенно отходит от просмотра традиционного телевидения, ему стало доступно гораздо большее количество устройств, способных транслировать ТВ сигнал, например мобильные телефоны, планшеты, ноутбуки, компьютеры.

8 февраля в концертном зале "Крокус Сити Холл" состоялась торжественная церемония награждения победителей Третьей Национальной Премии в области многоканального телевидения "Большая Цифра 2012". Престижные награды получили лучшие компании и каналы по мнению профессионального жюри. В состав жюри вошли общественные

и государственные деятели, эксперты в области телерадиовещания, представители операторов многоканального телевидения и известные журналисты. Победителя были выбраны в категориях "Компания-оператор", "Оборудование и технологии для цифрового ТВ-вещания", "Новое российское ТВ" и "Зарубежное ТВ в России". Активное участие в голосовании за любимый канал приняли и телезрители.

В последний день работы Форума состоялись технические семинары по 3D-производству, соорганизатором которых выступила итальянская ассоциация "Comunicare Digitale". Участники семинаров пришли к выводу, что основная проблема внедрения 3D и HD в России состоит в огромных затратах на производство программ, спутниковые емкости и отсутствие грамотного маркетингового продвижения этих технологий для телевидения. Коммерческая окупаемость их, по крайней мере, в ближайшее время, представляется весьма сомнительной.

Участники выставочной экспозиции в этом году поразили воображение посетителей, обеспечив им возможность заглянуть "внутрь" телевизора и оказаться по другую сторону экрана, а также познакомиться с премьерами новых продуктов и технологий, насладиться насыщенной интерактивной программой. Специалисты отрасли получили возможность провести эффективные переговоры с настоящими и будущими партнерами, ведь выставка CSTB давно известна как место для установления и укрепления полезных деловых связей и контактов в сфере телевидения и телекоммуникаций, а также как площадка для громких заявлений ньюсмейкеров отрасли.

Новинки выставки CSTB-2012

Ежегодно все ведущие российские и зарубежные телеканалы, вещающие на территории РФ, принимают активное участие в экспозиционной части выставки. Стенд телекомпании "Первый канал. Всемирная сеть" вызвал огромный интерес у представителей компаний-операторов благодаря насыщенной деловой программе. На стенде прошли бизнес-семинары и лекции, а также уникальный семинар по маркетингу совместными усилиями оператора и производителя контента.

Стенд неэфирных каналов ВГТРК представлял собой видеостену, демонстрирующую в режиме нон-стоп видеоролики и подробную информацию, касающуюся всех восьми телеканалов. Каждый гость мог самостоятельно управлять презентацией с помощью Ipad. Пять тысяч гостей и сотни потенциальных контактов — таков результат трех дней работы стенда каналов ВГТРК на выставке CSTB'2012. В рамках выставки на стенде телеканалов также было проведено маркетинговое исследование. В нем приняло участие более 200 человек. Опросник показал, что решающими критериями при составлении пакетов для кабельных операторов являются имидж канала, цена и запросы абонентов.

Компания "НТВ-ПЛЮС" представила более 170 каналов широкой тематики, среди которых ретранслируемые российские и зарубежные каналы, а также каналы собственного производства. Каждый посетитель стенда мог понаблюдать за трансляциями первого в России канала трехмерного изображения - "НТВ-ПЛЮС 3D by PANASONIC".

Говоря о стремительном развитии отрасли многоканального телевидения, невозможно обойти вниманием экспозиции ведущих отечественных операторов связи. Так, объединенный стенд компаний Группы "АКАДО" демонстрировал модель "цифрового дома" и представил весь спектр услуг цифрового телевидения оператора, в том числе HDTV, 3DTV, реализовав принцип подключения цифровых услуг "Мультирум". Среди новинок — CAM модуль (CI+) — современная plug-and-play-технология подключения услуг ЦТВ, которая в 2011 г. стала доступна абонентам оператора. "АКАДО Телеком" продемонстрировал комплекс телекоммуникацион-ных решений, реализуемых на базе собственной мультисервисной сети связи, выделяя особо компетенции в области видеонаблюдения. В частности, оператор представил первые результаты реализации проекта установки видеокамер по более чем 240 адресам в трех столичных округах для Департамента информацион-ных технологий Москвы. На специально оборудованной видеостене в режиме реального времени велась трансляция с 12-ти видеокамер, фиксирующих события на оживленных участках города.

Крупнейший российский оператор спутникового телевидения "Триколор ТВ" радикально меняет контентную политику. Об этом заявил глава компании Александр Макаров на международной выставке CSTB'2012. Во втором квартале 2012 г. оператор планирует запустить пакет с зарубежным контентом, а также пакет телеканалов в формате HDTV. Об этих событиях в компании говорят как о "контентной революции". В 2012 г. оператор планирует довести количество HD-телеканалов в пакете до двух десятков. Еще примерно столько же смогут принимать подписчики пакета с зарубежным контентом. Сегодня "Триколор ТВ" предлагает более чем 100 телеканалов за 600 рублей в год. В компании подчеркивают, что изменения коснутся контента, но не ценовой политики: по соотношению "цена-качество" новые пакеты станут одним из самых привлекательных предложений на российском рынке.

Компания ТТК, впервые принявшая участие в выставке как экспонент, представила на выставке собственный проект развития цифрового телевидения в регионах России. На стенде была использована технология "дополненной реальности", позволяющая в режиме реального времени совмещать на экране реальное видео с виртуальными 3D-элементами. Это первое для России столь масштабное применение технологии "дополненной реальности", которую, по словам вице-президента ТТК — руководителя блока "Доступ" Светланы Шамзон, можно назвать будущим интерактивного цифрового телевидения.

Компания "Орион Экспресс" представила на CSTB'2012 свои спутниковые проекты: телевидение для всей семьи "Континент", одно из наиболее выгодных на рынке предложений — ТВ "Телекарта" с расширением пакета каналов до 30, а также уникальное телевидение для Сибири и Дальнего Востока "Восточный Экспресс". Сенсацией выставки стало объявление бесплатного HDTV-пакета на "Континент ТВ", в который вошли 10 лучших российских и зарубежных каналов: фильмовых, приключенческих, познаватель-ных, спортивных — их просмотр будет бесплатен в течение года. А HDTV-оборудование, представленное на выставке, станет самым доступным на рынке. Среди прочего "Орион Экспресс" предложила 18 разнообразных телеканалов для кабельных операторов и спутниковые площадки для их размещения.

На стенде ФГУП "Космическая связь" была доступна информация о перспективных космических аппаратах, над созданием которых сегодня работает ГПКС. Два из них планируется вывести на орбиту в 2012 г.

(малый спутник "Экспресс-МД2" и космический аппарат "Экспресс-АМ5"). Используя интерактивную 3D-презентацию, гости стенда могли ознакомиться с состоянием действующей спутниковой группировки ГПКС, а также узнать о технических особенностях перспективных спутников, увидеть их модели и проекции зон обслуживания на Землю. Особое внимание было уделено перспективным услугам, развитием которых в

настоящее время активно занимается предприятие, в т.ч. телерадиовещанию с использованием современных стандартов вещания, спутникового ресурса и наземной инфраструктуры ГПКС, а также услугам связи и вещания на базе оборудования и технологий VSAT.

Спутникам "Ямал-300К", "Ямал-401" и "Ямал-402" был посвящен стенд компании ОАО "Газпром космические системы". На основе центра спутникового цифрового телевидения и телепортов компания будет представлять услуги распространения телевизионных и радио программ в

едином цифровом проекте: прием программ из телестудий, цифровое кодирование, сжатие телевизионного сигнала и включение его в один из ТВ-пакетов, распространяемых компанией, подача телесигнала на спутники.

Новые модели цифровых спутниковых HD-приемников со встроенной системой условного доступа DRE 3.0\ADEC, GS 8306 и GS 6301, показала компания General Satellite.

Компания Motorola предложила вниманию посетителей приставку VIP 1853 с возможностью обновления функций, а также кабельный Wi-Fi для операторов.

Компания "РТКОММ", новый участник выставки, представила на выставке услуги передачи данных и мониторинга. РТКОММ имеет собственную емкость на спутниках "Экспресс-АМ22" (53Е) и "Ямал-201" (90Е) и способен быстро организовать спутниковые каналы связи практически в любой точке РФ. Используя спутниковые станции класса VSAT (с маленьким диаметром антенны), можно работать в каналах до 2 Мбит/с на прием и до 512 кбит/с на передачу. Использование спутниковых станций VSAT позволяет использовать весь спектр приложений и возможностей, базирующийся на современных информационных технологиях: высокоскоростной спутниковый Интернет, IP-телефония, корпоративная передача данных, видеоконференцсвязь, видеонаблюдение и прочее.

Компания Computel презентовала на выставке спутниковые телефоны и аксессуары к ним производства компании Thuraya, крупнейшего мирового спутникового оператора связи. Спутниковый телефон Thuraya XT — единственный в мире сотовый телефон, полностью соответствующий высоким отраслевым требованиям в части ударопрочности и защиты от попадания влаги и пыли. Адаптер FDU-XT предназначен для организации спутниковой связи в закрытых помещениях.

Компания "Нетрис" представила три направления: гибридное решение IPTV/OTT, операторскую платформу для предоставления услуги "Видеонаблюдение" и систему интерактивного взаимодействия с клиентами через Интернет "Видеоконсультант". Комплексное решение IPTV/OTT помимо предоставления базовых сервисов продемонстрировало поддержку широкого спектра дополнительных возможностей: мозаика телеканалов, картинка в картинке, клиенты для персональных и планшетных компьютеров, телефонов и цифровых телевизоров, сбор статистики просмотров и размещение баннерной рекламы.

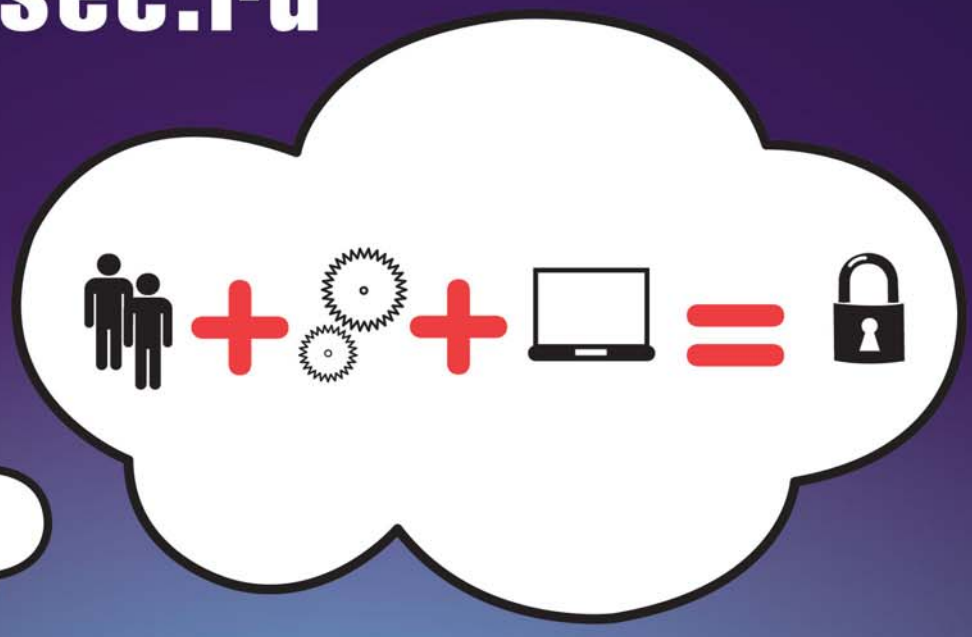
Компания SES анонсировала запуск спутника Astra 5B в 2013 г., в орбитальной позиции 31,5 град., который покрывает часть территории РФ.

Корпорация DNK на выставке CSTB'2012 представила решения для мобильного вещания. Посетители стенда могли увидеть в работе "ПТС в рюкзаке" — новинку американского производства TVUPack, мобильное устройство для передачи качественного видео HD/SD-SDI в реальном времени по 3G/4G, Wi-fi и BGAN. Сигнал от TVUPack передается установленному в студии TVUPack Receiving Terminal, который дает возможность осуществлять все дальнейшие операции — выдачу в эфир, редактирование материала и т.д.

***

Выставка и Форум CSTB'2012 уже много лет является системообразующим звеном в российской телекомму-никационной отрасли, каждый год мероприятие наращивает обороты и, соответственно, усиливает свое влияние на развитие бизнеса основных участников и законотворческие инициативы министерства и ведомств. Об этом свидетельствует "высокая" государственная поддержка, ежегодный прирост участников и посетителей, расширение деловой программы.

expo.itsec.ru



INFOSECURITY RUSSIA' 2012
Сети, Облака и Мобильность 2012

IT Support & Help Desk
Контактный центр 2012

Выставка InfoSecurity Russia. StorageExpo. Documation 2012 обеспечивает максимальную полезность визита для заказчика и наивысший в России ROI для экспонента.

Приём заявок на участие открыт:
www.infosecurityrussia.ru

Событие №1 для IT директоров и руководителей служб информационной безопасности, государственных и коммерческих заказчиков.

26-28 Сентября 2012

Москва, Крокус ЭКСПО, павильон 8

infosecurity RUSSIA | STORAGE EXPO | DOCUMATION

Groteck Business Media

Товарный знак INFOSECURITY принадлежит Reed Exhibitions Limited и используется по лицензии.

ЭКОНОМИКА

Рекомендации как часть маркетинга интерактивного телевидения

Услуга интерактивного телевидения на определенной стадии своего эволюционного развития требует появления дополнительных сервисов, ориентированных на потребителей. Рекомендации позволяют предоставить абоненту широкие возможности по персонализации телевизионного сервиса, а также способствуют увеличению прибыли оператора. При этом система рекомендаций давно перестала быть набором рейтингов, проставленных случайными пользователями. Современный рекомендательный сервис состоит и комплекса фильтров и алгоритмов, основная задача которых максимально точно спрогнозировать возможный выбор абонента.

Наталья Яшенкова,
менеджер компании "Нетрис", аспирантка кафедры маркетинга ВЗФЭИ

Интерактивное телевидение имеет много общего с Интернетом, особенно в разрезе огромного количества контента, из которого трудно выбрать подходящий. Количество телеканалов, которые может принимать абонент платного ТВ, исчисляется сотнями. Видеотеки содержат тысячи фильмов и передач. Помощь в выборе здесь обеспечивает рекомендательный сервис, предлагающий различные варианты исходя из предпочтений самого абонента, а также из опыта других пользователей системы.

Рекомендации в системе маркетинга интерактивного телевидения решают две основные задачи: упрощают выбор и стимулируют к покупке (рис. 1).

Проблема избыточного выбора не является новой. Филип Котлер по этому вопросу написал так: "Некоторые, встречая в определенных товарных категориях избыток выбора, испытывают чувство растерянности и беспокойства" [2]. Абонент, имеющий подписку на расширенный пакет телеканалов и доступ к большой видеотеке, также чувствует себя некомфортно, если в течение некоторого времени он не смог определиться с контентом. В итоге вместо положительных эмоций сервис разочаровывает клиента, и он от него отказывается.

Опросы пользователей также показывают, что они заинтересованы в появлении качественного рекомендательного сервиса. По результатам исследования Motorola Mobility каждый пятый телезритель заинтересован в получении рекомендаций [8]. Компания Huawei на международном форуме Connected TV & Video 2012 [7] представила статистику по наиболее важным характеристикам видеосервисов (см. рис. 2), где качество рекомендаций стоит на четвертом месте после качества предоставления услуги, просмотра HD-контента и удобства интерфейса и поиска.

Введение системы рекомендаций способствует улучшению экономических показателей оператора. По статистике ThinksAnalytics после введения их системы рекомендаций отток абонентов сокращается на 25-50%, а прибыль от продажи "Видео по запросу" при оплате за разовый просмотр увеличивается на 30-55%. Помимо простого увеличения объема потребления абоненты начинают чаще смотреть фильмы из "Длинного хвоста" (Long Tail), что способствует повышению окупаемости не только блокбастеров, но и видеотеки в целом.

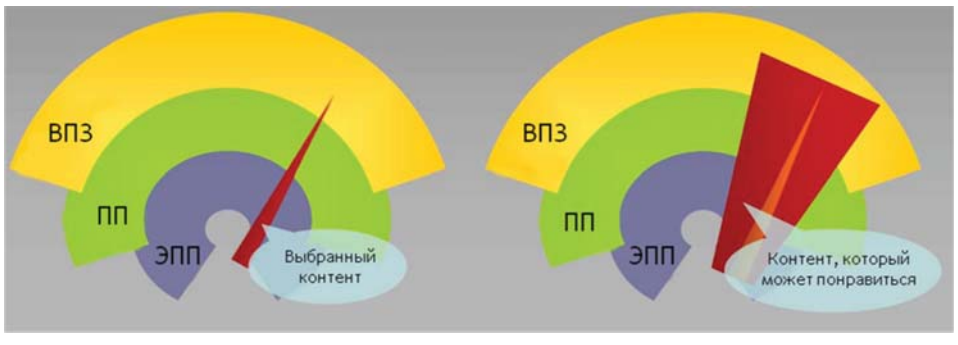


Рис. 1. Стимулирование спроса с помощью рекомендаций:
ВПЗ — видео по запросу, ПП — премиальный контент, ЭПП — электронная программа передач

За время своего существования рекомендательный сервис прошел эволюцию от простого распределения вероятностей до сложной системы алгоритмов (рис. 3), целью которого является прогнозирование поведения абонента. От того, насколько корректно составлен прогноз зависит не только разовая покупка фильма, а общее впечатление потребителя о сервисе интерактивного телевидения.

При построении современного рекомендательного сервиса требуется собрать большое количество исходной информации: данные об абоненте, о том, какой контент он выбирал в прошлом (опыт), об опыте других потребителей. Также нужно иметь подробное описание контента (метаданные) и при необходимости перечень контента с особыми условиями продажи.

Сбор личной информации о клиенте является одним из самых сложных вопросов при разработке рекомендательного сервиса, так как сложно себе представить, чтобы абонент добровольно согласился потратить время на заполнение анкеты об его поле, возрасте, семейном положении и т.д. Одним из современных подходов в этом вопросе можно назвать интеграцию рекомендательного сервиса с социальными сетями, где пользователи охотно размещают подробную информацию о себе. Таким образом, в систему рекомендаций попадет достоверная информация, на базе которой можно выстроить профили абонентов. Но здесь существуют также определенные преграды, связанные как защитой персональных данных на законодательном уровне [1], так и личном отношении абонентов. Известно, что существует небольшой процент пользователей, которые негативно относятся к сбору и анализу инфор-

мации о них. И хотя их число очень мало, нужно предусмотреть возможность отключать систему рекомендаций для таких случаев.

Существует мнение, что нет необходимости собирать личные данные абонента. Всю необходимую информацию можно почерпнуть из истории использования системы. Современные приставки и телевизоры лишь немногим уступают компьютерам и могут собирать информацию о каждом действии (нажатии кнопки пульта) абонента. Сервер статистики анализирует данную информацию на стороне оператора или приложение может работать локально. Сбор информации о выборе абонента - это основной источник данных для построения прогноза. И чем больше таких данных есть в системе, тем точнее будет рекомендация. Минимальное время, необходимое для настройки системы, составляет две недели, и наилучшие результаты рекомендательный сервис демонстрирует по прошествии двух лет после начала работы.

Сократить срок адаптации системы позволяет использование информации о потреблении контента другими пользователями системы. Многие алгоритмы разработаны на принципе соотнесения выбора данного пользователя с аналогичным выбором других пользователей. И рекомендации делаются с учетом опыта потребления контента всей абонентской базы.

Важнейшим исходным параметром для построения корректных рекомендаций является метаданные контента. Теоретически в каждой единице контента, как в отдельном файле библиотеки "Видео по запросу", так и в потоке цифрового телеканала, хранится некая дополнительная информация о видео — так называемые метаданные. Часть из них формируется автоматически, а часть добавляется редакторами телеканалов в специально разработанных для этого программах. Но по факту исходных метаданных не хватает для предоставления рекомендательного сервиса. Для фильмов, сериалов и повторных передач существует множество интернет-ресурсов, где можно найти их подробное описание и основные параметры: название, рейтинг фильма, актеры, режиссер, год выпуска, страна, продолжительность, жанр, язык, субтитры, описание и ключевые слова. Гораздо сложнее оператору придется с передачами, которые выходят в эфир в первый раз - здесь можно положиться только на редактора телеканала, который внесет корректную информацию в метаданные.

Другим аспектом данного вопроса является перевод информации о контенте в формат,

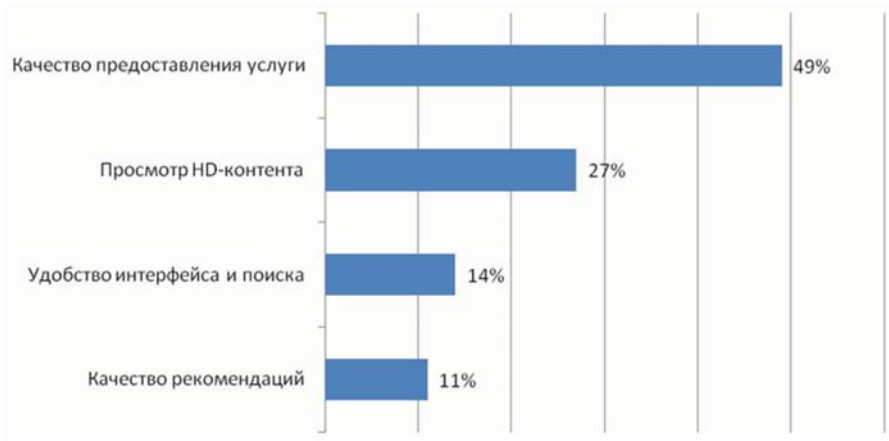


Рис. 2. Наиболее важные характеристики видеосервисов по результатам опроса Huawei

подходящий для импорта в рекомендательный сервис. Существует два пути: ручной - редактор вносит информацию в программу по каждой единице контента, и автоматизированный - программа сама выделяет нужные данные и трансформирует их в нужный формат. В будущем необходимость в такой работе должна быть минимизирована в связи с введением общих стандартов [3]. Сейчас каждый производитель может разработать, например, собственную градацию жанров, позволяющую учесть незначительные изменения в сюжете фильма или передачи. Благодаря анализу ключевых слов система автоматически классифицирует контент на соответствие с заданной градацией. Так обычная комедия превращается в романтическую комедию, молодежную комедию, черную комедию либо в любой другой из 10 вариантов комедий.

И последним параметром, который должен быть учтен в системе рекомендаций является собственная политика оператора при продаже контента. Например, она может заключаться в следующем: при прочих равных рекомендовать тот фильм, уровень доходности которого выше. Введение такого параметра подразумевает интеграцию системы рекомендаций с системами управления бизнесом.

Сердцем рекомендательного сервиса является система алгоритмов и фильтров, выверенный механизм которых позволяет создавать наиболее вероятностные прогнозы. Компании, разрабатывающие рекомендательные сервисы как часть интерактивного телевидения, выби-

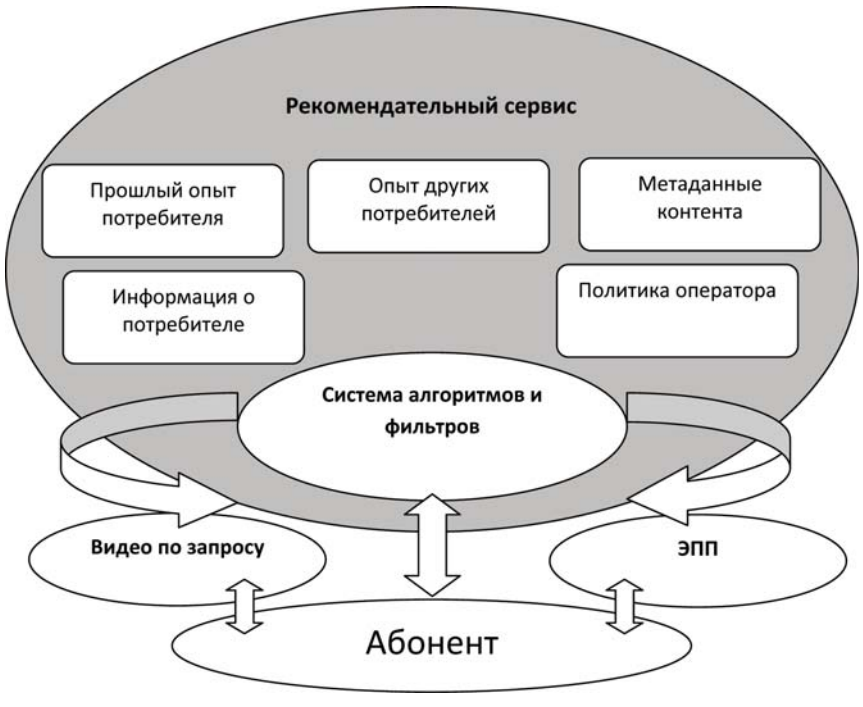


Рис. 3. Структура рекомендательного сервиса

Базовые алгоритмы и фильтры рекомендаций

Название	Описание
Случайное распределение	Выбор случайной величины из общей базы величин. **Преимущества**: имеет элемент неожиданности. **Недостатки:** неравномерное распределение результатов (крайние величины выпадают очень редко) и отсутствие релевантности с предпочтениями пользователя.
Топ 10	Сбор информации о «лидерах продаж» в рамках всей абонентской базы и предоставление результатов в качестве рекомендаций **Преимущества:** реализует принцип Парето - 80% пользователей смотрят 20% контента. Способствует росту объема продаж. **Недостатки:** рекламируются только блокбастеры и отсутствует релевантность с предпочтениями конкретных пользователей
Коллаборативная фильтрация (collaborative filtering)	Рекомендации формируются на основании того, какой выбор сделали другие пользователи, имеющие сходство с тем, для кого создается данная рекомендация. Сходство между двумя пользователями (A и B) определяется как косинус угла между векторами: $(\vec{A}, \vec{B}) = \cos(\vec{A}, \vec{B}) = \frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{\|\vec{A}\| \cdot \|\vec{B}\|}$ Сходство Для рекомендаций выводятся пары товаров, у которых значение косинуса близко к единице. **Преимущества**: рекомендации подбираются для конкретного пользователя. **Недостатки**: привязка только к опыту других пользователей ограничивает возможности рекомендаций.
Кластерная модель	Имеет общий механизм с предыдущим алгоритмом. Основное отличие заключается в разбиении всех пользователей на небольшие сегменты, которые могли бы иметь одинаковое поведение при выборе контента. **Преимущества**: упрощает механизм рекомендаций. **Недостатки:** Сложность разделения на сегменты, особенно если нет профилей.
Байесовские сети	Теорема Байеса позволяет по фактам (например, статистической информации о просмотре передач) вычислить вероятность их просмотра. Строятся графы, описывающие статистическую связь между разными элементами контента и предоставляющие возможность предсказать, какова вероятность, что пользователь, посмотревший данную передачу, посмотрит и какую-то другую. **Преимущества:** результаты расчета можно передавать другим операторам, тем самым сокращая время на адаптацию сервиса. **Недостатки:** система не работает для новых передач, их нужно добавлять на основе других эвристических алгоритмов.
Контекстная модель	Рекомендация строится на базе текущих обстоятельств: тип устройства, используемого для просмотра, время суток, настроение пользователя. Например, практически все компании используют разные системы выдачи, зависящие от времени дня и дня недели. Общее представление о среднестатистической семье дает возможность оператору считать, что днем ТВ смотрят дети и пенсионеры, вечером и в выходные - вся семья, ночью - молодежь. **Преимущества:** предоставление рекомендаций не на базе математической модели, а текущих обстоятельств. **Недостатки:** Не учитывается прошлый опыт.
Интеграция с социальными сетями	Использование введенное социальными сетями «мне нравится» для рекомендации контента. **Преимущества:** рекомендация в данном случае рассматривается как подтверждение практического опыта друзей и знакомых пользователя. **Недостатки:** Оператор не имеет никакого влияния на результат выдачи.
Поисковая (семантическая) модель	Рекомендации формируют по принципу релевантного поиска по жанру, актерам, режиссеру и другим параметрам. Для этого в системе должны быть заведены метаданные. **Преимущества:** логичная для восприятия пользователя модель, которой он может управлять. **Недостатки:** не учитывает прошлый опыт, предоставляет релевантную информацию, не учитывая контекста.

рают различные алгоритмы для своих систем. Основные виды алгоритмов перечислены в таблице.

Рекомендательный сервис в основном распространяется на две услуги интерактивного телевидения: "Видео по запросу" и просмотр программ с помощью ЭПП. В интерфейсе системы рекомендации могут выводиться поверх всего в виде всплывающего баннера или в отдельном разделе. Дополнительной функцией рекомендательного сервиса является возможность записать передачу, которая по определенным параметрам должна понравиться пользователю. Например, каждый четверг абонент смотрит одну и ту же передачу (ток-шоу, сериал). Но в этот четверг его задержали на работе, и он не успевает к началу. Система может самостоятельно записать эту передачу на основе прошлого опыта.

Современным подходом к организации рекомендации лежит комбинирование различных фильтров и алгоритмов. В решении Compass компании ORCA Interactive, например, используется семь разных алгоритмов: самое популярное видео (топ 10), похожее видео, продвигаемое оператором (сочетание коллаборативной фильтрации и политики оператора), выбор критиков, рекомендации из социальных сетей, и т.д. Производитель предлагает операторам самим настроить систему и выбрать то, что кажется правильным для их абонентов [5].

Компания Bee предлагает обратный подход: операторам не нужно проводить исследовательскую работу, количество фильтров сокращено до четырех (контекст, информация из социальных сетей, коллаборативная фильтрация и семантический фильтр), причем зритель видит результаты только трех. Таким образом, настройкой занимается не оператор, а пользователь. Bee также предлагает в качестве результата выдавать не текстовую информацию, а трейлеры, которые нравятся пользователям больше [5].

Разработчики системы рекомендаций особое внимание уделяют трем узким местам: добавлению нового пользователя, добавлению нового контента и определению кто именно из членов семьи находится сейчас перед экраном.

У нового пользователя априори нет истории, поэтому для выдачи рекомендаций может использоваться контекстная модель в сочетании с топ 10. Также в этом случае актуальны поисковые модели. Время для интеграции российских абонентов с социальными сетями придет через 2-3 года. Тем более что рекомендации, получаемые от "друзей" в социальных сетях, не имеют системного характера.

При включении нового контента в видеотеку действуют правила распределения в соответствии с классификацией. При использовании байесовских сетей новое видео заводится по отдельному алгоритму, способному определить место новинки в построенной диаграмме взаимосвязей общей популярности и индивидуальных предпочтений.

Но наиболее сложной задачей, до сих пор не имеющей однозначного решения, является идентификация пользователя. Как возможный вариант для будущего развития событий можно рассматривать установку камеры с функцией распознавания лица. Такие технологии уже используются в игровых приставках (Kinect для Xbox 360, PlayStation Move и др.). В настоящий момент некоторые производители предлагают пульты дистанционного управления с возможностью идентификации по отпечаткам пальцев, но данный опыт не актуален для России. Система интерактивного телевидения позволяет создавать и настраивать профили пользователей с отдельными правилами по родительскому контролю, любимыми каналами и т.д.

Проблема заключается в том, что пользователи редко пользуются данной возможностью. В случае использования описанного выше алгоритма коллаборативной фильтрации можно предположить, кто в данный момент смотрит телевизор по тому, какая передача просматривалась только что. При использовании других алгоритмов оператор должен заинтересовать пользователей, например, созданием персональных каналов — каждый член семьи отбирает то, что ему интересно в собственный телеканал, то есть сам занимается программированием своего отдельного профиля.

Оператор, внедривший услуги IPTV или Интернет ТВ, через некоторое время задумывается о введении рекомендательного сервиса. При этом вся ответственность за выбор системы и ее эффективность ложится на отдел маркетинга, который должен провести сравнительный анализ поставщиков систем и понять свои собственные потребности. Для выбора оптимального решения проводится тендер, где выдвигаются требования оператора к системе. В документации, подготовленной отделом маркетинга, должна быть описана функциональность, объем исходной информации и алгоритмы системы.

Рекомендации предназначены для накопления статистики на основании данных, предоставленных пользователями в виде обратной связи. На основании собираемой статистики формируются предпочтения пользователей, и рекомендуется к просмотру "Видео по запросу", пакеты телеканалов, дополнительные услуги.

Правила для рекомендаций могут задаваться оператором в соответствии с его политикой продаж. Тем не менее, основной механизм рекомендаций основан на фильтрах и алгоритмах, позволяющих спрогнозировать выбор пользования на основании его прошлого опыта, контекста, релевантности контента.

И в завершении хочется отметить, что идеальная стадия отношений между оператором и абонентом наступает тогда, когда абонент доверяет оператору, рекомендует его своим друзьям и знакомым, а также сам реагирует на рекомендательный сервис оператора.

Литература

1. Федеральный закон Российской Федерации "О персональных данных" от 27 июля 2006 г. N152-ФЗ.

2. **Котлер Ф., Амстронг Г., Сондерс Дж., Вонг В.** Основы маркетинга: Пер. с анг. — 2-ое европ. изд. — М.; СПб.; К.: Издательский дом "Вильямс", 2006. — 944 с.

3. European Broadcasting Union: EBU System of Classification of RTV Programmes ESCORT 2.4, March 2004.

4. **Greg Linden, Brent Smith, and Jeremy York:** Amazon.com Recommendations. Item-to-Item Collaborative Filtering // INTERNET COMPUTING, February 2003.

5. **Жернакова Ольга.** Системы рекомендаций и поиска видеоконтента // Телемультимедиа, 1 февраля, 2012 http://www.telemultimedia.ru/art.php?id=464.

6. **Зыков Роман:** Как работают рекомендации. Часть 2, 10 июня 2009 http://kpis.ru/2009/06/10/recommendations2.html.

7. Материалы международного форума Connected TV & Video 2012 http://connectedtv-forum.com/index/video_i_prezentacii/0-31.

8. Платное телевидение превосходит бесплатное эфирное http://www.netris.ru/ru/press-centre/otrasli-news/459-motorola.html.

Recommendations as part of the marketing of interactive television

Natalia Yashenkova

Abstract

Interactive television service at a certain stage of its evolution requires the appearance of additional services aimed at consumers. The recommendations allow the caller to provide ample opportunities for personalization of television service, as well as help to increase the profits of the operator. The system recommendations for a long time ceased to be a set of ratings, as marked by random users. Advisory service is a modern and complex of filters and algorithms, the main task of which is to most accurately predict the possible choice of the subscriber.

References

1. Federal Law "On Personal Data" on July 27, 2006 N 152 - FL [Federal'nyj zakon Rossijskoj Federatsii "O personal'nykh dannykh" ot 27 iyulya 2006 g. N 152 FZ.].

2. Kotler F., Armstrong G., Saunders J., Wong V. Principles of Marketing: Trans. from English. 2nd Europ. ed. — M., St. Petersburg., K.: Publishing House "Williams", 2006. — 944.

Three. European Broadcasting Union: EBU System of Classification of RTV Programmes ESCORT 2.4, March 2004.

4. Greg Linden, Brent Smith, and Jeremy York: Amazon.com Recommendations. Item to Item Collaborative Filtering // INTERNET COMPUTING, February 2003.

Five. Zhernakova Olga. Systems advice and search for video content [Sistemy rekomendatsij i poiska vidyeokontenta]// TeleMultiMedia, February 1, 2012 http://www.telemultimedia.ru/art.php'id=464.

6. Zykov Novel: How do the recommendations. Part 2 [Kak rabotayut rekomendatsii. Chast' 2], June 10, 2009 http://kpis.ru/2009/06/10/recommendations2.html.

7. Proceedings of the international forum Connected TV & Video 2012 [Materialy mezhdunarodnogo foruma Connected TV & Video 2012] http://connectedtv-forum.com/index/video_i_prezentacii/0.

8. Pay TV is superior free air [Platnoe televidenie prevoskhodit besplatnoe efirnoe] http://www.netris.ru/ru/press-centre / otrasli-news/459-motorola.html.

Новое качество оптических рефлектометров

В. Скаковский,
директор по науке компании "Связьприбор"

В конце прошлого года инновационная группа VISA (Связьприбор) закончила разработку универсального внешнего управления оптическими рефлектометрами. Управление может осуществляться как с любого компьютера, так и со специализированной планшет-платформы X-PRO (рис. 1).

Особенно эффектно это решение в отношении оптических рефлектометров VISA USB, представляющих собой широкий ряд автономных оптических usb-модулей с динамическим диапазоном от 27 до 39 дБ. Разумеется, это дает гибкость в выборе конфигурации измерений. Но еще более интересные возможности открывает решение X-PRO в области рутинных измерений на оптоволоконных линиях связи.

Передача информации. Интернет сервис

Поскольку управляющие модули имеют выход в сеть 3G, измеритель постоянно находится в сети. Результаты измерений можно в любой момент выслать в адрес лаборатории или лично эксперту для отчетности или анализа.

Другими словами, у руководителя появляется контролировать процесс измерений, не выходя из лаборатории. Он может получать свежие результаты прямо с места измерений. В случае необходимости — вмешаться в процесс и внести необходимые поправки. Например, изменить параметры установок, чтобы результаты измерения стали адекватными.

Что замечательно: экспертную поддержку можно оказать даже там, где неожиданное известие об экстренной ситуации застала опытного измерителя. Предположим, срочное решение необходимо принять, когда эксперт находится в дороге. Последние инновационные находки разработчиков Связьприбор позволяют воспользоваться планшетом на Android или даже смартфоном для получения SOR файла и оперативного анализа (рис. 2).

Часто возникает ситуация, когда для принятия срочного решения измерителю в полевых условиях требуется SOR файл

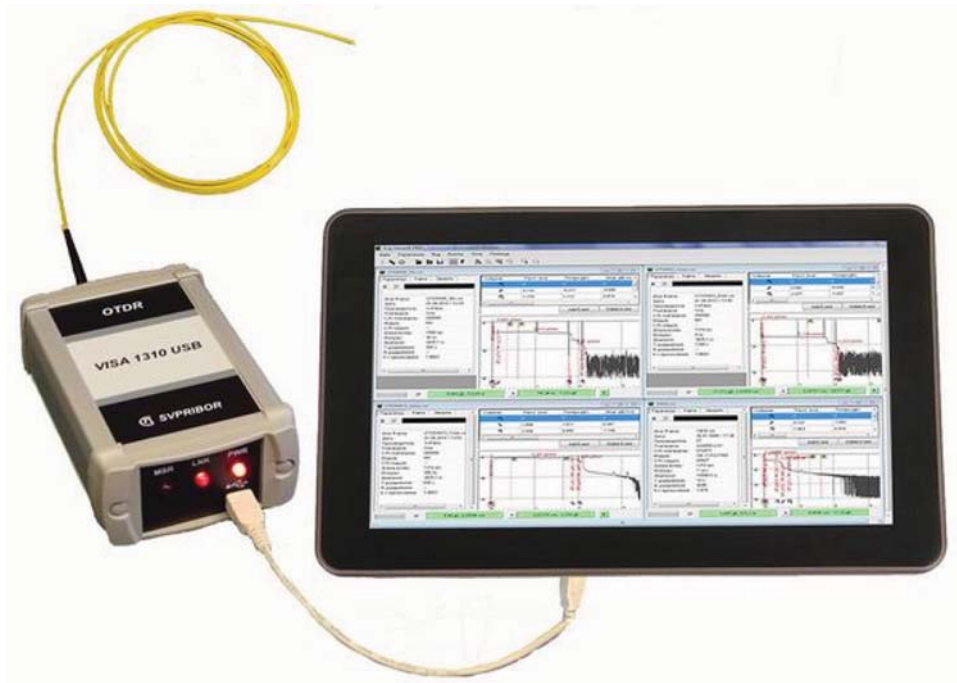


Рис. 1. Оптический модуль VISA USB под управлением планшет-платформы X-PRO

Рис. 2. Анализ SOR файла на смартфоне SAMSUNG (программа на Android инновационной группы Гамма)

прежних измерений для сравнения результатов. В этом случае ему можно в любой момент выслать эталонную рефлектограмму из архива лаборатории. Или организовать специальный FTP сервер для хранения таких файлов. Тогда любой измеритель сможет воспользоваться результатами предыдущих измерений в месте проведения работ. Управляющая программа представляет собой мультидокументный просмоторщик SOR файлов. Это означает, что программа позволяет открывать внутри себя много окон; в свою очередь внутри каждого окна можно добавить еще и другие графики.

Трудно представить все ситуации, в которых нахождение прибора в сети связи (мобильной или проводной) принесет новое качество работе измерителя. Приведем только один пример.

Двусторонний анализ

Корректная интерпретация результатов одностороннего измерения оптоволокна затруднена из-за случайного характера вариаций диаметра модового пятна. При анализе сварных соединений на рефлектограммах с одинаковой вероятностью могут наблюдаться ступеньки направленные как вниз, так и вверх. Согласно Международным рекомендациям ITU-T G.650 величину потерь с требуемой точностью можно получить, проведя квалифицированные измерение ВОЛС с двух сторон.

Пользуясь оперативными возможностями в сети, нетрудно получить требуемый файл с дальнего конца кабеля и провести двусторонний анализ оптоволоконной линии связи.

Экономика

Впечатляющий интерфейс планшет-платформы (экран11.6'', HD 1366x768; 2xUSB 2.0; 32 ГБ; WI-FI; Bluetooth) превосходит стандартный интерфейс обычных оптических рефлектометров. Еще недавно такие возможности достигались за счет немалых денег. Революционные изменения в области современных планшетов, которые мы наблюдаем сегодня, приводит к постоянному снижению цены управления. По сути, управление превращается в удобный и доступный стандартный инструмент.

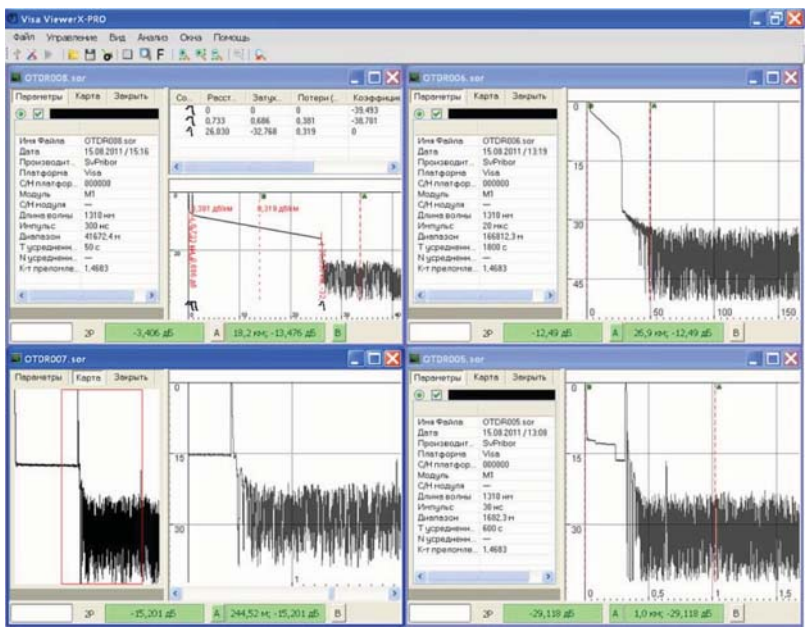


Рис. 3. Мультифайловый просмоторщик в управляющей программе Visa Viewer X-PRO

ТЕХНОЛОГИИ

Выбор оптических волокон для ВОЛС по экономическому критерию

Ключевые слова: *волоконно-оптические линии связи, оптические волокна, оптические кабели.*

Предлагается для выбора оптимального типа одномодовых оптических волокон для ВОЛС большой протяженности использовать обобщенный параметр NPV — экономический показатель чистой текущей стоимости. Определен эффект от выбора оптических волокон на сети связи.

Сиднев С.А.,
доцент кафедры ОПАБУ МТУСИ

Зубилевич А.Л.,
доцент кафедры Линий связи МТУСИ

Современный этап развития общества характеризуется высокими темпами роста объема передаваемой информации. Поэтому вновь строящиеся линии и сети связи должны создаваться с учетом последующей адаптации к быстрому и порой малопредсказуемому наращиванию пропускной способности.

Срок эксплуатации оптических кабелей (ОК) составляет 25 лет, тогда как систем передачи (СП), работающим по этим кабелям, в несколько раз меньше. Следовательно ОК будут работать с аппаратурой СП, которая на момент прокладки кабеля и монтажа линии связи еще не разработана.

Оптические волокна (ОВ) являются главным элементом (направляющей средой) оптических кабелей, а следовательно и всей сети в целом. Поэтому при проектировании волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) решать вопросы конкурентоспособности и гибкости сети следует начинать с выбора ОВ.

В настоящее время на Российском рынке ОВ можно выделить две основные категории одномодовых световодов [1]:

1. Стандартные одномодовые ОВ, изготовленные по рекомендации G.652, представлены наиболее широко и присутствуют в производственных программах почти всех известных производителей;

2. Одномодовые ОВ с ненулевой смещенной дисперсией, изготовленные по рекомендациям G.655 и G.656, производятся ограниченным кругом производителей.

Основополагающее преимущество волокон второй группы состоит в снижении хроматической дисперсии на длине волны 1550 нм по сравнению с ОВ первой категории.

Наличие волоконных компенсаторов на линии позволяет в значительной степени снизить хроматическую дисперсию для обоих типов ОВ. Однако для первой категории ОВ требуется в несколько раз более длинное компенсирующее волокно в модуле ДСМ, чем в соответствующем модуле компенсации для световодов категорий G.655 и G.656. Из-за этой разницы в первом случае требуется дополнительное усиление полезного сигнала, что в свою очередь требует дополнительных капитальных вложений. Кроме этого, с применением оптических волокон второй группы можно также существенно снизить уровень поляризационно-модовой дисперсии (PMD) в системе [1].

Таким образом, появляется выбор из двух возможных вариантов использования рассмотренных типов одномодовых оптических волокон:

1) Использовать оптические кабели с более дешевыми оптическими волокнами по рекомендации G.652 и тем самым снизить первоначальные капитальные затраты, а при переходе на следующий, более высокий уровень СП, установить более дорогую систему компенсации хроматической дисперсии;

2) Использовать оптические кабели с волокнами по рекомендациям G.655 или G.656 и при смене СП сэкономить на компенсации хроматической дисперсии.

Выбор предлагается осуществить с помощью интегрального экономического показателя чистой текущей стоимости NPV (Net Present Value) [2]. При этом показатель NPV не следует путать с параметром NVP (Nominal Velocity of Propagation) – скорость распространения сигнала по витым парам. Нормируется в структурированных кабельных системах относительно скорости света в вакууме и указывается в процентах или относительных единицах.

Для простоты дальнейшего изложения предположим, что на момент ввода в строй СП нового поколения, во втором случае, системы компенсации хроматической дисперсии не потребуется.

Определим NPV за n лет при условии, что в j-м году осуществляется переход на новую, более высокоскоростную систему передачи, требующую применения системы компенсации хроматической дисперсии для ОВ по рекомендации G.652.

В этом случае значение показателя NPV для двух возможных вариантов выбора ОВ можно представить следующим образом.

Для первого варианта:

$$NPV_1 = \sum_{i=1}^{j} \frac{(Di - Эi - Ai)(1 - Hn) + Ai}{(1+d)^i} + \sum_{i=j+1}^{n} \frac{(Di - Эi - Ai - VAi)(1 - Hn) + Ai + VAi}{(1+d)^i} - K_0 - \frac{Kj}{(1+d)^j} - \frac{K_{комп}}{(1+d)^j} + \frac{K_{ост}}{(1+d)^n} \quad (1)$$

где Di - доходы предприятия в i-ый год; $Эi$ - эксплуатационные расходы (без амортизационных отчислений) в i-ый год; Ai - амортизационные отчисления за i-ый год для первого варианта; VAi - приращение амортизационных отчислений после внедрения новой СП в i-ый год для первого варианта; Hn - ставка налога на прибыль (в относительных единицах); d - норма дисконта; K_0 - капитальные затраты на строительство ВОЛС по первому варианту; Kj - капитальные затраты на внедрение новой системы передачи в j-м году; $K_{комп}$ - капитальные затраты на компенсацию хроматической дисперсии ОВ категории G.652; $K_{ост}$ - остаточные капитальные затраты для первого варианта.

Для второго варианта:

$$NPV_2 = \sum_{i=1}^{j} \frac{(Di - Эi - Ai^*)(1-Hn) + Ai^*}{(1+d)^i} +$$

$$+ \sum_{i=j+1}^{n} \frac{(Di - Эi - Ai^* - \mathrm{V}Ai^*)(1-Hn) + Ai^* + \mathrm{V}Ai^*}{(1+d)^i} -$$

$$-(K_0 + \mathrm{V}K_0) - \frac{Kj}{(1+d)^j} + \frac{K^*_{ост}}{(1+d)^n}$$

Ai^* - амортизационные отчисления за i-ый год для второго варианта; VAi^* - приращение амортизационных отчислений после внедрения новой СП в i-ый год для второго варианта; $K^*_{ост}$ - остаточные капитальные затраты для второго варианта; $\mathrm{V}K_0$ - дополнительные капитальные затраты за счет применения более дорогих оптических волокон.

Для выбора наиболее предпочтительного варианта определим значение $\mathrm{V}NPV = NPV_1 - NPV_2$. После соответствующих преобразований получаем расчетное выражение:

$$\mathrm{V}NPV = \mathrm{V}K_0 - \frac{K_{комп}}{(1+d)^j} + \frac{K_{ост} - K^*_{ост}}{(1+d)^n} -$$

$$-\sum_{i=1}^{j} \frac{Hn\left(Ai - Ai^*\right)}{(1+d)^i} - \sum_{i=j+1}^{n} \frac{Hn\left(Ai + \mathrm{V}Ai - Ai^* - \mathrm{V}Ai^*\right)}{(1+d)^i} \quad (3)$$

Значение $\mathrm{V}K_0$ можно представить следующим образом:

$$\mathrm{V}K_0 = (m-1) \cdot V \cdot C_{ов} \cdot L,$$

где L – длина ВОЛС; $C_{ов}$ - стоимость одного километра оптического волокна по рекомендации G.652; $m \cdot C_{ов}$ - стоимость одного километра оптического волокна по рекомендациям G.655 или G.656 ($m > 1$); V - количество ОВ в оптическом кабеле.

Выражения (1) и (2) поясняются соответственно рис. 1, 2. Здесь качественно представлены основные притоки и оттоки денежных средств за n лет существования проекта, включая остаточные капитальные затраты.

Значения CF_i и CF_i^* (cash flow – движение денежной наличности) определяют сумму чистой прибыли и амортизационных отчислений в i-й год для первого и второго вариантов проекта соответственно.

На рис. 3 приведены зависимости VNPV от стоимости километра оптического волокна по рекомендации G.652.

При положительных значениях VNPV преимущество за первым вариантом выбора ОВ, а при отрицательных значениях этого параметра превосходство по экономическому критерию имеет второй вариант.

При расчетах по выражению (3) длина ВОЛС принималась равной L = 1000 км, при этом предполагалось, что компенсация дисперсии осуществляется через каждые 100 км, а стоимость одного компенсирующего устройства составляет Ккомп. устр. = 10 000 у.е.

Таким образом, можно для рассматриваемого случая определить Ккомп.= 9 Ккомп.устр. 1,2, где коэффициент 1,2 учитывает затраты на транспортировку и монтаж компенсаторов. Норма амортизации во всех случаях выбрана На = 0,04, дисконт-фактор d = 0,1, j = 5 лет, n = 10 лет.

Вывод: Предложено выражение для определения экономического эффекта от выбора оптического волокна для кабелей, применяемых на волоконно-оптических линиях связи большой протяженности.

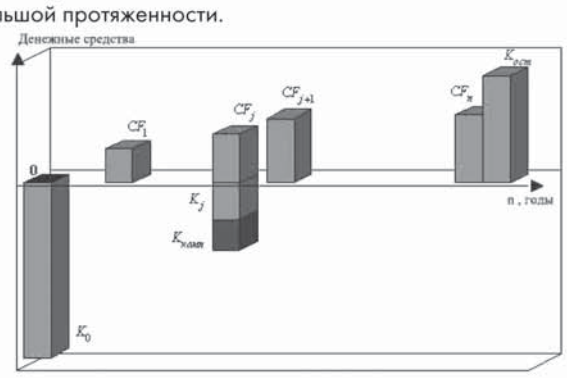


Рис. 1. Основные притоки и оттоки денежных средств для первого варианта

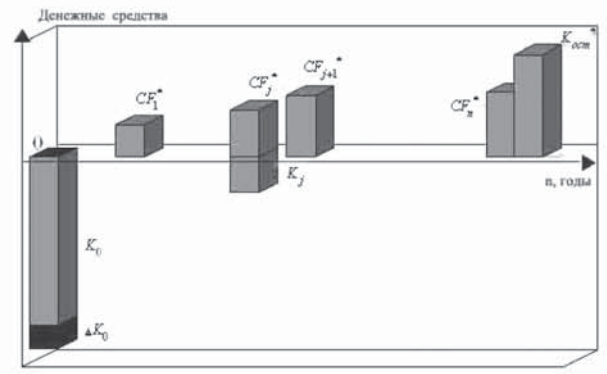


Рис. 2. Основные притоки и оттоки денежных средств для второго варианта

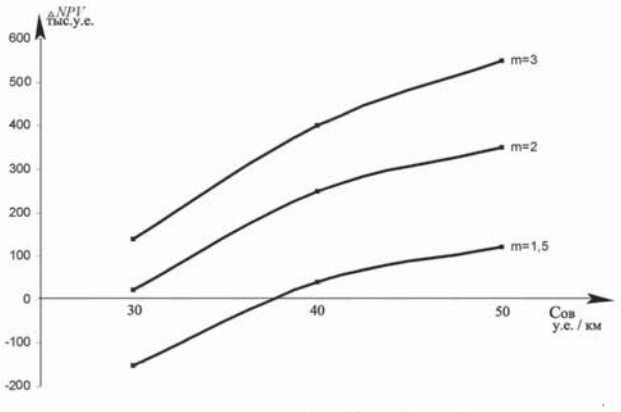


Рис. 3. Зависимость эффекта при выборе ОВ от стоимости волокна по рекомендации G.652

Литература

1. **Андреев В.А., Бурдин В.А.** Оптические волокна для оптических сетей связи // Электросвязь, 2003, №11. - С.50-54.

2. **Уолш К.** Ключевые показатели менеджмента: Как анализировать, сравнивать и контролировать данные, определяющие стоимость компании // Пер. с англ.- 2-е изд. – М.: Дело, 2001. – 360 с.

Economic choice of optical fibers for fiber-optic communication lines

Sidnev S.A., Zubilevich A.L.

Generalized parameter NPV — an economic indicator of net present value is proposed to use to select the optimal type of single-mode optical fibers for long distance fiber-optic communication lines The effect of the choice of optical fibers in the network is defined.

Системы ГЛОНАСС/GPS-трекинга переживают скачок в эволюции

Устройства 2012 г. по многим параметрам на порядок лучше своих предшественников. Однако, как всегда в переходные времена, на рынке присутствуют и предыдущее, и новое поколения. Как распознать "мамонта"? Чем могут похвастаться современные системы трекинга?

Роман Назаров,
ООО "Автотехнологии"

Сегмент решений для коммерческого транспорта

Весь дальнейший рассказ будет разбит на три части. Вторая часть описывает масштабируемые решения для компаний-гигантов; третья — автомобильные трекеры для частных пользователей; а для начала рассмотрим системы для коммерческого транспорта, применяемые в малом и среднем бизнесе — пассажирских и грузовых автоперевозках.

На заре эры коммерческих систем спутникового мониторинга и диспетчеризации были выгодны так называемые модульные решения. Производитель разрабатывал серийный транспортный блок и сервер для диспетчерского пункта, к которым, в зависимости от пожеланий заказчика, присоединялись различные периферийные устройства — внешние датчики, устройства связи, антенны. Программное обеспечение также состояло из набора утилит, интегрировавшихся в единое целое. В те годы ежемесячно изобретались новые способы использования трекинга, а потребности заказчиков постоянно расширялись, и модульность позволяла поддерживать актуальность системы, не меняя её ядра-платформы — достаточно было добавить в прайс-лист новый модуль и соответствующую программную утилиту к нему.

Недостатком этих систем была сложность внедрения. Инсталляция могла быть выполнена только квалифицированным персоналом, и на весь срок эксплуатации системы заказчик попадал в зависимость от сервисной службы.

Однако ГЛОНАСС-трекингу уже более 10 лет, а бурный рост этого сегмента начался 6 лет назад. Что уж говорить о более зрелом GPS-трекинге? В настоящее время основные потребности заказчиков выявлены, и актуальность модульных платформ начинает терять смысл. Транспортные модули нового поколения объединяют в едином корпусе все основные датчики и GSM-модуль, превращаясь в "коробочное решение", в разы упрощая инсталляцию и удешевляя систему в пересчёте на единицу транспорта. Главная часть трекера, ГЛОНАСС/GPS чип, также существенно подешевела, при этом став более умной и чуткой. Трекеры нового поколения имеют удобный интерфейс для самостоятельной диагностики и инсталляции владельцем.

Рассмотрим конкретный пример — трекер S-500 производства компании "Автотехнологии", предназначенный для коммерческих перевозок и других транспортных предприятий. В транспортный модуль интегрировано большинство ключевых датчиков - акселерометр, датчик температуры, GSM-модуль, микрофон, карта памяти и антенна, а также разъем для подключения видеокамеры. S-500 основана на ГЛОНАСС/GPS-чипе 2012 г. и способна контролировать местоположение автомобиля и его скорость, автоматически отправлять сигнал SOS в случае ДТП на сотовые и городские номера телефонов, вести видео- и аудиозапись в салоне. Базовый комплект системы S-500 стоит 5 800 руб., а подобная аппаратура предыдущих поколений стоит от 7 500 до 40 тысяч руб.

Корпус у S-500 полупрозрачный, а индикация работы всех функций осуществляется светодиодами, так что в случае отказа системы владелец сам быстро определит, сломалось ли устройство или виноваты внешние факторы - например, отсутствует GPS- или GSM-прием. При использовании S-500 не нужен стационарный диспетчерский пункт: вести мониторинг можно с планшетного компьютера или смартфона.

Извечная болезнь систем спутникового мониторинга — антенны, которые крепятся на стекло и постоянно отклеиваются — здесь устранена применением встроенной антенны. Устройство может устанавливаться владельцем или сервисменом общего профиля, поскольку имеет всего 2 разъема.

Индивидуальное решение для большой компании

Практически каждый крупный производитель систем спутникового трекинга заявляет о том, что для крупного клиента разрабатывает индивидуальное решение. Раньше индивидуальность ограничивалась сборкой системы из крупносерийных блоков, соответствующих техническому заданию заказчика. Фактически, большинство производителей и до сих пор исповедуют все тот же принцип "меняться, не меняясь".

Однако в настоящее время прогресс в производственной логистике позволяет делать действительно уникальные решения, и при этом изящные по исполнению. Первый пример, доказывающий их актуальность — климатические требования. Так, контейнерные перевозки требуют высокой погодной устойчивости, а в пассажирском автомобиле устройство укрыто от атмосферного воздействия и доплачивать за атмосферную защиту нежелательно.

Второй пример: известны случаи, когда заказчик обнаруживал, что те или иные специфические функции совместить в одном модуле невозможно. Индивидуальный подход на уровне производства позволяет исключить подобные компромиссы.

Надо сказать, что в сфере индивидуальных решений революция только-только начинается. Производители-гиганты пока не достигли достаточной гибкости, продолжая окупать инвестиции в производство предыдущего поколения. Фактически лишь подмосковная компания "Автотехнологии", начинавшая свою деятельность с проектов "под заказ", сейчас начала развивать направление систем "под клиента", уникальность которых рождается не в службе внедрения, а в конструкторском отделе.

Трекинг для легкового транспорта

Когда заходит речь об этой части рынка навигации, в голову в первую очередь приходят портативные навигаторы и интегрированные мультимедийные системы от автопроизводителей, совмещающие функции развлечения, контроля над автомобилем, охраны и навигации.

Есть ниша и для встраиваемых трекеров от независимых производителей, и по целому ряду причин она будет расти, к удовольствию фирм, занимающихся установкой дополнительного оборудования на автомобили. Во-первых, мультимедийные системы от автопроизводителей зачастую стоят дорого, имеют неудобный (и даже не русифицированный) интерфейс и неполный набор функций. А портативные навигаторы не способны вести трекинг и не могут быть интегрированы с охранной системой.

В этой нише до сих пор доминируют GPS-системы: они более зрелые, GPS-чипы дешевы и удобны. ГЛОНАСС-системы до последнего времени были слишком дороги, и их доля оставалась ничтожной. Однако в 2012 г. компания "Автотехнологии", наконец, представила недорогую систему S-5000, которая совмещает достоинства ГЛОНАСС и GPS-трекинга, выполняет функции спутниковой охранной системы, мониторинга, дистанционного управления автомобилем с сотового телефона и видеорегистратора.

Как и S-500, она имеет прозрачный корпус с интуитивно понятной системой световой индикации и полный набор встроенных датчиков. При этом функции S-5000 расширены под частных владельцев: есть рассылка сигнала SOS в случаях вскрытия салона, угона или ДТП; дистанционная система Start-Stop; функция "Компас" (местоположение автомобиля на экране мобильного телефона); подключение к штатной сигнализации.

Благодаря интегрированности всех базовых функций в одном корпусе, S-5000 устанавливается очень быстро, к удовольствию заказчика. Наконец, современная производственная логистика позволяет компании "Автотехнологии" вести выгодную для дилеров политику, работая под текущий спрос и не вынуждая их держать запас продукции.

О компании: "Автотехнологии"

Компания "Автотехнологии" хорошо знакома автоэлектронщикам: именно она одной из первых выпустила в 1990-х годах сигнализацию с радиобрелком; первую сигнализацию-моноблок "Катюша"; ультракомпактную "сигналку" "Гранит". Уже 12 лет "Автотехнологии" также выпускает по контракту автомобильные антенны для HYUNDAI, SUPRA, MYSTERY, УРАЛ и других брендов.

Самолеты, поезда, автомобили... Как подключить их к сети?

Кевин Салливан,
директор консалтингового подразделения Cisco IBSG по продвижению передового опыта внедрения IIT в промышленность

Мир транспорта быстро меняется. В течение многих лет на транспортных средствах всех типов в той или иной форме использовались системы связи, но их надежность была невелика. Новые средства связи "машина-машина" были вызваны к жизни острой необходимостью, что привело к появлению широкой экосистемы, состоящей из технологических компаний, операторов связи и других организаций.

По мере роста требований к эффективности, безопасности и экологичности транспорта и непрекращающегося поиска новых источников дохода технологические компании и производители OEM, стали использовать новые методы подключения машин к другим машинам. Массовый переход к автоматическому управлению поездами и автомобилям без водителей — лишь два наиболее ярких примера развития новых технологий связи "машина-машина" (M2M), повышающих эффективность, безопасность и надежность транспорта. Мы видим большие перемены в мире морских перевозок, где подключенные суда оптимизируют морские маршруты и расширяют ассортимент услуг, доступных пассажирам и экипажам. Похожие изменения происходят и в авиации: на самолетах появляются средства связи Wi-Fi, предоставляющие новые услуги пассажирам и повышающие качество бортовой электроники. Эти технологии позволили шире применять беспилотные летательные аппараты. Ведущие производственные компании стали выпускать для разных отраслей продукты нового поколения, создающие новые источники дохода в сфере мониторинга оборудования, потребительских услуг и облачных приложений. В автомобильной индустрии уже обрел вполне осязаемые черты подключенный автомобиль.

• **Стандарты.** Многие ведущие компании предпринимают усилия по разработке новой серии стандартов 802.3, касающихся низкой задержки и детерминированных моделей. Cisco, General Motors, Bosch, Continental, создали рабочую группу для разработки рекомендаций по изменению стандартов с учетом низких задержек и высокой детерминированности сетей.

• **Ethernet-конвергенция.** В последних моделях самолетов, таких как Boeing 787 Dreamliner, созданы Ethernet-магистрали для управления контентом, а также для загрузки и выгрузки данных о состоянии и степени исправности оборудования. Похожие технологии устанавливаются на многих других моделях самолетов, в т.ч. на беспилотниках нового поколения.

• **Доступность полосы пропускания.** Новые технологии беспроводной связи, такие как 4G, LTE и Satcom, позволяют увеличить качество связи, расширить полосу пропускания и повысить надежность сетей.

Можно ожидать, что в будущем ряд ведущих компаний сделает крупные инвестиции в разработку решений, распространяющих преимущества технологии Ethernet на самые разные отрасли. Новые источники дохода приведут к созданию бизнес-моделей, включающих транспортные компании, операторов связи и производителей технического оборудования. В результате появятся новые эксплуатационные услуги и новые услуги для конечных пользователей.

GLONASS / GPS tracking systems are experiencing a jump in the evolution

Roman Nazarov

Abstract
Devices in 2012 in many ways much better than their predecessors. However, as always in times of transition, the market there and the previous and the new generation. How to recognize a "mammoth"? What good is in the modern tracking system?

Модель сигналов, отраженных от участков земной поверхности, при зондировании их слабонаправленным радиолокационным датчиком

Ключевые слова: *радиолокационный датчик, разрешающая способность по дальности, элемент поверхности, полезный сигнал, отраженный сигнал.*

Отражающие свойства участков земной поверхности при их радиолокационном зондировании предложено описывать моделью в виде квазидетерминированного случайного поля. Эффективность подхода обсуждается на примере задачи классификации участков земной поверхности при использовании слабонаправленных радиолокационных датчиков. Моделью наблюдений в этом случае является квазидетерминированный случайный процесс.

Афанасьев В.П., *МТУСИ*

Базовой системой навигации для многих видов транспортных средств является инерциальная система [1, 2]. Однако, метод двойного интегрирования ускорений, положенный в основу функционирования инерциальной системы навигации, приводит к накоплению погрешности определения местоположения по мере увеличения времени работы системы. Для сброса накопленной погрешности инерциальную систему периодически корректируют. При этом используют оценки местоположения, полученные при помощи других технических средств. Важное место среди них занимают автономные системы определения местоположения и, в частности, системы, работающие по полю радиолокационного контраста подстилающей поверхности [3].

Требования к массогабаритным показателям корректирующей системы не позволяют использовать в них остронаправленные антенны. В этих условиях требуемая разрешающая способность радиолокационного датчика путем соответствующего выбора параметров зондирующего сигнала может быть обеспечена лишь по дальности между транспортным средством и визируемом участком местности [4]. Измерив дальности, по крайней мере, до трех участков земной поверхности с известными координатами, можно получить оценки местоположения транспортного средства и далее использовать их для коррекции инерциальной системы. Определение координат транспортного средства обычно осуществляется путем последовательного решения двух задач. Первая из них является задачей статистической классификации и заключается в отнесении образа визируемого участка местности к одному из *m* возможных классов (протяженных ориентиров – ПО), вторая представляет собой собственно навигационную задачу и заключается в определении координат транспортного средства по оценкам координат визируемых участков местности. Погрешность оценивания местоположения транспортного средства в основном определяется качеством процедуры классификации ПО. Поэтому в теории и технике автономных радиолокационных систем определения местоположения транспортных средств особое место занимают вопросы, связанные с выбором и обоснованием модели сигналов, отражённых от земной поверхности, и основанных на ней алгоритмов классификации ПО. В модели сигналов должны быть учтены такие свойства ПО, как наличие относительно стабильной составляющей, обусловленной их структурой (законы чередования элементов с различными высотами и отражающими свойствами), так и случайные флуктуации уровня сигнала из-за изменений отражающих свойств ПО и движения транспортного средства. Вместе с тем, модель сигналов должна быть конструктивной, т.е. приводить к технически реализуемым процедурам подготовки эталонов ПО (режим обучения) и обработки наблюдений в процессе определения местоположения (рабочий режим). Этим требованиям удовлетворяет представление отражающих свойств ПО в виде квазидетерминированного случайного поля. Моделью отражённых сигналов при этом является квазидетерминированный случайный процесс.

Указанные модели основаны на допущении о том, что любой участок земной поверхности может быть представлен в виде упорядоченного множества его фрагментов, образованного перестановками сравнительно небольшого числа фрагментов с различными отражающими свойствами. Эти фрагменты ниже называются базовыми. Размеры базовых фрагментов определяются разрешающей способностью датчика, используемого в процессе подготовки эталонов ПО, и не зависят от разрешающей способности радиолокационного датчика, при помощи которого осуществляется определение местоположения транспортного средства. Изложенное иллюстрируется рис. 1, на котором показаны: положение следа диаграммы направленности м-го, $м = \overline{1,r}$, $r \geq 3$, канала радиолокационного датчика на земной поверхности - Q_μ; $A_\mu B_\mu C_\mu D_\mu$ - участок, визируемый μ-м каналом датчика, abcd – i-й элемент разрешения, $i = \overline{1,n}$, огибающая отражённого сигнала - $S^\mu(\alpha)$ и структура i-го элемента разрешения для случая, когда он образован перестановками трех базовых фрагментов, отражающие свойства которых характеризуются значениями коэффициентов $\alpha^s, s = \overline{1,3}$.

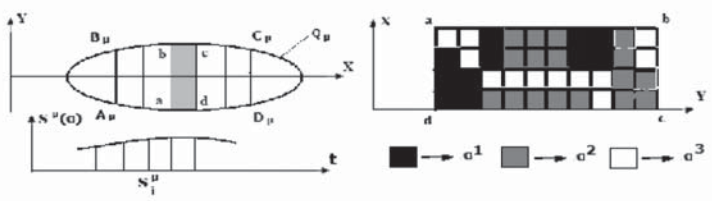


Рис. 1

Полем радиолокационного контраста визируемого ПО определяется закон изменения огибающей отраженного сигнала. Если в качестве полезного сигнала использовать квадрат огибающей, то сигнал, отраженный, например, от *i*-го элемента разрешения, структура которого показана на рис.1, может быть записан как $S_i^\mu = 13\alpha^1 + 15\alpha^2 + 12\alpha^3$, где α^s – мощность сигнала отраженного от базового фрагмента s-го типа при некотором фиксированном значении его эффективной поверхности рассеяния.

С учетом изложенного полезный сигнал, действующий в м-м канале радиолокационного датчика при визировании им

l-го ПО, может быть представлен в виде следующего случайного процесса

$$S_l^{\mu}(\alpha) = \left\{S_l^{\mu i}(\alpha)\right\}_n = \left\{\sum_{t=1}^{T}\sum_{\tilde{t}=1}^{\tilde{T}}\sum_{s=1}^{K}\alpha^s\chi_{li}^{s\mu}(\alpha_{t\tilde{t}})\right\}_n = \left\{\sum_{s=1}^{K}n_{li}^{s\mu}\alpha^s\right\}_n, \quad (1),$$

где

$$\chi_{li}^{s\mu} = \begin{cases}1 & \forall\ \alpha_{t\tilde{t}} = \alpha^s\\ 0 & \forall\ \alpha_{t\tilde{t}} \neq \alpha^s\end{cases},$$

$n_{li}^{s\mu}$ – количество базовых фрагментов μ – го типа в i – м элементе разрешения *l*-го ПО при визировании его м-м каналом датчика. В рамках изложенного подхода любой участок земной поверхности, следовательно, и сигнал, отражённый от него, характеризуется заданием индикаторной функции $\left\{\chi_{li}^{s\mu}\right\}_n$, м = $\overline{1,r}$, s = $\overline{1,K}$, или, что то же самое, матрицы коэффициентов $N_l^{\mu} = \left(n_{li}^{s\mu}\right)$, $i = \overline{1,n}$, s = $\overline{1,K}$. Матрицы N_l^{μ}, $l = \overline{1,m}$, $\mu = \overline{1,r}$ представляют собой модифицированные матрицы объектового состава [3] и определяют детерминированную составляющую модели сигналов, отраженных от соответствующего ПО. Случайные изменения отражающих свойств (ЭПР) базовых фрагментов ПО учитываются заданием распределения вероятностей $P(\boldsymbol{\alpha})$, $\boldsymbol{\alpha}^{\mathbf{T}} = (\alpha^1 \dots \alpha^s \dots \boldsymbol{\alpha}^{\mathbf{K}})$. Это распределение не связано с индивидуальными особенностями того или иного ПО и может быть определено один раз для множества различных ПО посредством проведения обучающих экспериментов по участкам земной поверхности, которые могут и не использоваться при определении местоположения транспортного средства. Базовые фрагменты всегда можно выбрать таким образом, чтобы отражающие свойства элементов визируемых участков местности, отнесенных к одному и тому же типу базового фрагмента, изменялись бы синхронно. Это возможно потому, что все ПО имеют ограниченные размеры и в базовые фрагменты объединяются элементы земной поверхности с примерно одинаковыми физическими характеристиками (леса, пашни, водные поверхности и т.д.).

Достоинством модели (1) является то, что она, позволяя учесть случайный характер отражающих свойств ПО, допускает сравнительно простую подготовку их эталонов, не требующую, в частности, проведения обучающих экспериментов по участкам местности, которые предполагается использовать в качестве ПО в рабочем режиме. Объясняется это тем, что уникальные характеристики ПО учитываются в детерминированной части модели – матрицах N_l^{μ}, а случайный характер изменения отражающих свойств ПО - в распределении $P(\boldsymbol{\alpha})$, которое является общим для всех ПО.

Для определения N_l^{μ} и $P(\boldsymbol{\alpha})$необходимо располагать матрицами объектового состава Q_l^{μ} и высот H_l^{μ} для каждого из ПО. Разрешающая способность измерителя, используемого при определении этих матриц, должна быть не ниже, чем разрешающая способность радиолокационного датчика, используемого в рабочем режиме. При составлении матриц объектового состава желательно учесть возможно большее количество типов покрытий. Обозначим это число как K_0. Для каждого из выбранных типов покрытий определяются посредством проведения обучающих экспериментов (или иным путём) распределения вероятностей значений ЭПР - $P_{\bar{s}}(\alpha)$, $\bar{s}$ [1]. Далее, исходя из допустимой сложности радиолокационного датчика, степени детализации матриц объектового состава и близости распределений значений ЭПР для различных типов покрытий, выбирается количество базовых фрагментов – K, используемых в эталонах ПО, и определяются вероятностные распределения значений ЭПР для этих фрагментов. Для этого одно из распределений $P_{\bar{s}}(\alpha)$, $\bar{s} = \overline{1,\mathbf{K_0}}$, выбирается в качестве опорного и по отношению к нему для всех остальных типов покрытий вычисляется информационное расстояние

$$I_{\bar{s}\hat{s}} = \int_0^{\infty} P_{\bar{s}}(\alpha)\ln\frac{P_{\bar{s}}(\alpha)}{P_{\hat{s}}(\alpha)}\,d\alpha \quad (2)$$

Область значении $I_{\bar{s}\hat{s}} \in \left[0, \max_{\bar{s}} I_{\bar{s}\hat{s}}\right]$ разбивается на K равных интервалов E_s, $s = \overline{1,\mathbf{K}}$, каждому из них ставится в соответствие распределение

$$P_S(\alpha) = \sum_{\bar{s}\ \in\ \mathbf{E_s}} \frac{\mathbf{n}_{\bar{s}}}{\mathbf{n_s}}\ \mathbf{P}_{\bar{s}}(\alpha), \quad (3)$$

Где E_s – множество типов покрытий, для которых значение $I_{\bar{s}\hat{s}}$ попадает в *s*-й интервал группирования, $n_{\bar{s}}$ – количество элементов с $\bar{s}$-м типом покрытия в матрицах объектового состава ПО, n_s – количество элементов матриц объектового состава, удовлетворяющих условию $I_{\bar{s}\hat{s}} \in \mathbf{E_s}$.

Совместное распределение вероятностей значений, $\boldsymbol{\alpha}^{\mathbf{T}} = (\alpha^1 \dots \alpha^s \dots \boldsymbol{\alpha}^{\mathbf{K}})$ определяется как

$$P(\boldsymbol{\alpha}) = \prod_{s=1}^{K} P_S(\alpha^s), \quad (4)$$

т.е. полагается, что значения ЭПР типов покрытий, принадлежащих к различным интервалам являются статистически независимыми. Это обстоятельство требует экспериментального обоснования.

С целью его получения была осуществлена статистическая обработка результатов радиолокационной съемки участков земной поверхности в средней полосе РФ и в районе г. Самарканд. Съемка производилась при помощи радиолокационной станции бокового обзора «Торос». Результаты экспериментов показывают, что коэффициенты корреляции значений ЭПР участков одного типа в зависимости от расстояния между ними (50-5000 м) изменяются ориентировочно в пределах от 0,75 до 0,96. Для разнотипных участков они равны примерно 0,07-0,3, т.е. значения ЭПР различных базовых фрагментов можно считать в первом приближении некоррелированными.

Из изложенного следует, что для получения распределения $P(\boldsymbol{\alpha})$ достаточно располагать каталогом одномерных распределений вероятностей значений ЭПР для различных типов покрытий. Определение элементов матриц N_l^{μ}, $l = \overline{1,m}$, $\mu = \overline{1,r}$ осуществляется путем упорядочивания матриц объектового состава Q_l^{μ} по дальности. Для этого с учетом матрицы высот H_l^{μ} и геометрии визирования определяют дальности между элементами ПО и транспортным средством. Элементы ПО, попавшие в первое кольцо дальности, образуют первый столбец упорядоченной матрицы объектового состава $\tilde{Q}_l^{\mu}$, во второе – второй столбец и т.д. $\tilde{Q}_l^{\mu}$ содержит n столбцов. Очевидно, что количество элементов в столбцах может быть различным. Далее для каждого столбца подсчитывают количество элементов, описываемых каждым из K базовых фрагментов - $n_{li}^{s\mu}$, $i = \overline{1,n}$, s = $\overline{1,K}$, определяя тем самым значения элементов N_l^{μ}. Технологии получения N_l^{μ} и H_l^{μ} в настоящее время достаточно отработаны, в частности, указанные матрицы могут быть получены по данным космической или аэрофотосъёмки участков местности, которые предполагается использовать в качестве ПО [6]. Для ряда покрытий известны вероятностные распределения значений эффективной поверхности рассеяния [5]. При необходимости дополнительные данные могут быть получены

посредством проведения обучающих экспериментов по участкам местности с требуемым покрытием.

Таким образом, введенная модель отражающих свойств земной поверхности в части режима обучения является весьма конструктивной При ее использовании процедура подготовки эталонов ПО во многом опирается на уже известные методы и результаты и не требует проведения серий обучающих экспериментов по участкам земной поверхности, используемым в рабочем режиме в качестве ПО.

При определении модели наблюдений (смеси полезных сигналов и помех), действующих на входах приёмного устройства радиолокационного датчика в рабочем режиме, следует иметь в виду, что оценки местоположения транспортного средства могут быть получены двумя способами.

Первый из них основан на совместной обработке наблюдений во всех каналах датчика. При этом ПО служит совокупность из r участков местности, зондируемых каналами датчика. Номер совокупности однозначно определяет координаты транспортного средства. Если зондирующий сигнал представляет собой векторную последовательность из r* R некогерентных радиоимпульсов, R – размер пачки сигналов в каждом из r каналов датчика, вся доступная информация о свойствах визируемых участков местности содержится в отсчётах огибающей входного воздействия x_{ij}^{μ}, $i = \overline{1,n}, j = \overline{1,R}, \mu = \overline{1,r}$, i, j, м – номера элемента разрешения, зондирующего импульса в пачке и канала радиолокационного датчика соответственно. Тогда, с учётом (1) распределения вероятностей значений $X_{nR}^{r} = \{x_{ij}^{\mu}\}_{nR}^{r}$ для каждого из m возможных ПО можно записать как

$$P_l(X_{nR}^{r}) = \int_{\Omega} P\left(X_{nR}^{r} / S_l(\alpha)\right) P(\alpha)\, d\alpha \qquad (5)$$

В этом выражении:

$$P\left(X_{nR}^{r} / S_l(\alpha)\right) = \prod_{i=1}^{n}\prod_{j=1}^{R}\prod_{\mu=1}^{r} P\left(x_{ij}^{\mu} / s_{li}^{\mu}(\alpha)\right).$$

$P(\alpha)$ определено согласно (4), $P\left(x_{ij}^{\mu} / s_{li}^{\mu}(\alpha)\right)$ - плотность вероятностей значений наблюдений в μ-м канале датчика при зондировании j-м импульсом i-го элемента разрешения l-го ПО, $S_l^T(\alpha) = \left(S_l^1(\alpha) \dots S_l^{\mu}(\alpha) \dots S_l^{r}(\alpha)\right)$, $S_l^{\mu}(\alpha) = \{s_{li}^{\mu}(\alpha)\}_n$, $s_{li}^{\mu}(\alpha) = \sum_{s=1}^{K} n_{li}^{s\mu}\, \alpha^s$, $\alpha^T = (\alpha^1 \dots \alpha^s \dots \alpha^K)$.

При большой неопределенности в положении транспортного средства количество проверяемых гипотез о его местоположении пропорционально третьей степени от линейных размеров области неопределенности, что приводит к значительным вычислительным трудностям при реализации алгоритма оценивания местоположения. Для уменьшения их целесообразно использовать раздельную обработку наблюдений, действующих в каналах датчика, количество проверяемых гипотез при этом оказывается пропорциональным первой степени от линейных размеров области неопределённости, поскольку совокупность номеров визируемых каждым из r каналов датчика ПО ($A_{\mu}\, B_{\mu}\, C_{\mu}\, D_{\mu}$, $\mu = \overline{1,r}$), однозначно определяет местоположение транспортного средства. Распределение вероятностей значений наблюдений в μ-м канале датчика при зондировании l-го (для этого канала) ПО пачкой из R радиоимпульсов определяется выражением

$$P_l(X_{nR}^{\mu}) = \int_{\Omega} P\left(X_{nR}^{\mu} / S_l^{\mu}(\alpha)\right) P(\alpha)\, d\alpha \qquad (6)$$

где $P\left(X_{nR}^{\mu} / S_l(\alpha)\right) = \prod_{i=1}^{n}\prod_{j=1}^{R} P\left(x_{ij}^{\mu} / s_{li}^{\mu}(\alpha)\right)$, $P(\alpha)$, $s_{li}^{\mu}(\alpha)$ - определены в выражении (5), l – номер ПО для $\mu - \text{го}$ канала датчика.

Выражения (5) и (6) можно рассматривать как основу для получения относительно простых и эффективных алгоритмов классификации ПО при зондировании их слабонаправленными радиолокационными датчиками.

Литература

1. **Сихарулидзе Ю.Г.** Баллистика и наведение летательных аппаратов. - М.: Бином лз, 2011. - 407 с.

2. **Алёшин Б.С., Веремеенко К.К., Черноморский А.И.** Ориентация и навигация подвижных объектов. - М.: Физматлит, 2006. - 424 с.

3. **Белоглазов И.Н., Джанбжгава Г.И., Чигин Г.П.** Основы навигации по геофизическим полям. - М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. - 328 с.

4. **Reed C.G., Hogan Y.Y.** Range correlation guidance for Cruise Missiles //IEEE Trans. On Aerospace fnd Electronic Systems, 1979, v.AE S-15, №4, p.547-554.

5. Радиолокационные методы исследования Земли //Под ред. Ю.А. Мельника. - М.: Сов. радио, 1980. - 262 с.

6. **Костоусов В.Б., Костоусов А.В., Онучин И.Г.** Моделирование процесса наведения движущихся объектов по радиолокационным изображениям // Гироскопия и навигация, 2004, №2 (45). - С.37-47.

Model of signals reflected from the earth's surface sections in the process of its locations by radar sensor with low angular resolution

Afanaciev V.P.

Abstract

The reflective properties of the earth's surface sections with radar location are proposed to describe as a model in the form of the quasideterministic random field. The effectiveness of the approach is discussed on the example of the classification of the earth's surface sections if using radar sensor with low angular resolution. The model of the observations in this case is a quasideterministic random process.

Keywords: *radio locator, resolution in range, surface element, desired signal, echo signal.*

References

1. Sikharulidze Yu.G. Ballistics and guidance of aircraft.[Ballistika i navedenie letatel'nykh apparatov] — M. Bean matic, 2011. — 407 p.

2. Aleshin BS, K.K. Veremeenko, Chernomorskij A.I. Orientation and Navigation of moving objects [Orientatsiya i navigatsiya podvizhnykh ob'ektov]. — Fizmatlit, 2006. - 424 p.

3.Beloglazov I.N., Dzhanbzhgava G.I. Chigin G.P. Basic Navigation in geophysical fields. — Moscow: Nauka. Main Edition of Physics and Mathematics, 1985. — 328 p.

4.Reed C.G., Hogan Y.Y. Range correlation guidance for Cruise Missiles //IEEE Trans. On Aerospace fnd Electronic Systems, 1979, v.AE S-15, №4, — P.547-554.

5. Radar methods for studying the Earth [Radiolokatsionnye metody issledovaniya Zemli] // Ed. A. Miller. — Moscow: Sov. Radio, 1980. — 262 p., 1980.

6. Kostousov V.B., Kostousov A.V., I.G. Onuchin Modeling of moving objects by pointing radar images [Modelirovanie protsessa navedeniya dvizhushchikhsya ob'ektov po radiolokatsionnym izobrazheniyam] // Gyro and navigation, 2004, №2 (45). — P.37-47.

VI Международная выставка современной продукции, новых технологий и услуг железнодорожного транспорта

exporail2012

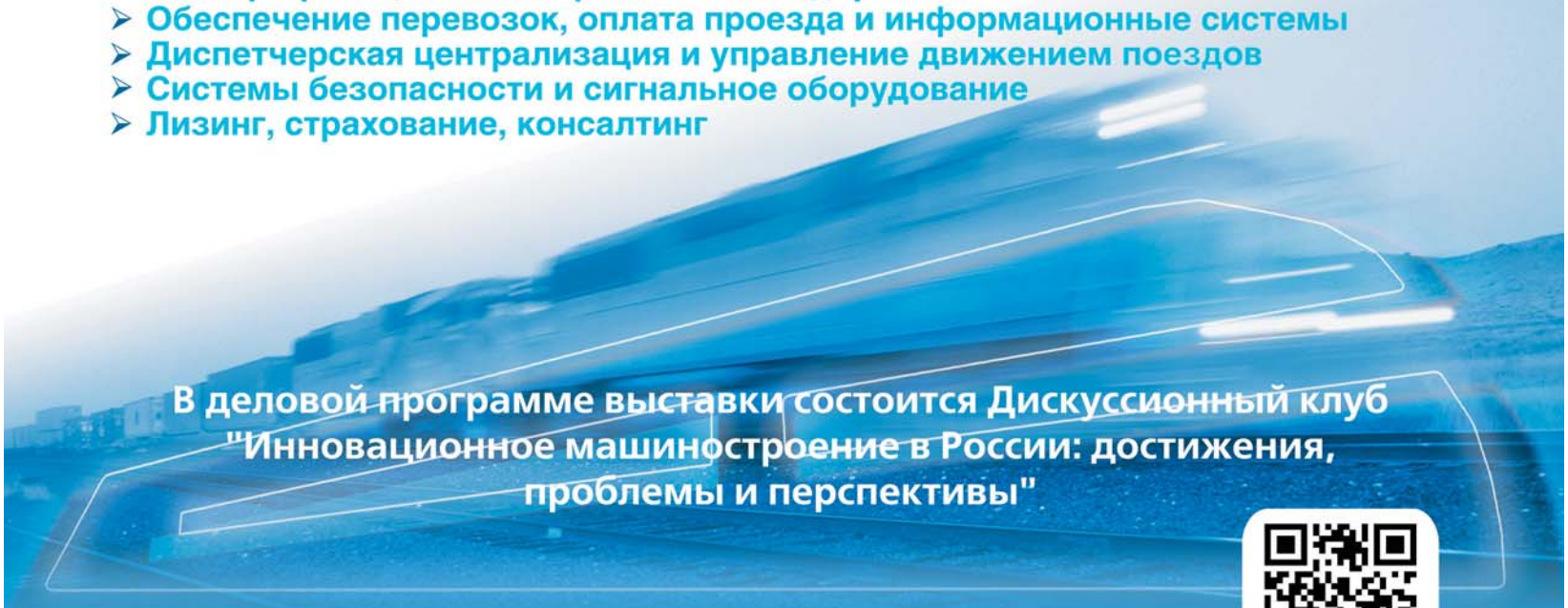
7 – 9 ноября

ЦВК "ЭКСПОЦЕНТР", Москва

При поддержке

ВСЕ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ:

- Подвижной состав и комплектующие
- Технологии проектирования и строительства
- Железнодорожные пути и объекты инфраструктуры, станции и вокзалы
- Электрификация и электроснабжение дорог
- Обеспечение перевозок, оплата проезда и информационные системы
- Диспетчерская централизация и управление движением поездов
- Системы безопасности и сигнальное оборудование
- Лизинг, страхование, консалтинг



В деловой программе выставки состоится Дискуссионный клуб "Инновационное машиностроение в России: достижения, проблемы и перспективы"

www.exporail.ru

exporail.ru

Организатор:

РЕСТЭК БРУКС

Россия, 197110, Санкт-Петербург,
Петрозаводская ул., 12
Тел.: (812) 320-80-94, 303-88-62
Факс: (812) 320-80-90
E-mail: exporail@restec.ru

Генеральный информационный партнер:

Деловой журнал РЖД-партнер

Некоторые идеи об информационных процессах в биологических структурах

Союз телекоммуникаций и информационных технологий состоялся, и сегодня мы видим результаты этого в виде все расширяющегося перечня новых сервисов и услуг с одной стороны, но и новых проблем и угроз - с другой. Рассмотрены идеи об информационных процессах в биологических структурах.

Аджемов А.С.,
Ректор МТУСИ, д.т.н., профессор

Возлагая ответственность за точность хронологии событий на [1], приведем данные, характеризующие развитие инфокоммуникаций за последние пятьсот лет (табл. 1).

При этом все более и более расширялся диапазон частот, осваиваемый системами телекоммуникаций. Будь то системы проводного вещания: по металлическим проводам, коаксиальным кабелям, световодам; или радиовещания: радиорелейная связь, спутниковая связь, мобильный радиодоступ и т.д. (рис. 1).

Одновременно с этим происходило развитие в биологии и медицине. Причем, надо отметить, что науки все более и более отдалялись друг от друга, становились все более совершенными, но чрезвычайно сложными для понимания со стороны специалистов другого профиля. Сославшись снова на [1], приведем

Таблица 1

Пятьсот лет назад (Информация, телекоммуникации, СМИ)

1448 Гуттенберг изобрел книгопечатание
1453 Гуттенберг напечатал Библию
1536 Первая еженедельная газета напечатана в Италии
1544 Изобретена камера-обскура
1565 Придуман карандаш
1609 Напечатана первая постоянная газета
1663 Появился первый Европейский журнал
1710 Трехцветная печать
1714 Выдан первый патент за пишущую машинку
1770 Придуман ластик
1810 Первый электромеханический телеграф создан в Германии
1820 Создан предвестник карманного калькулятора
1827 Делаются первые попытки в фотографии, разработан первый микрофон
1830 Первый пятистрелочный телеграф используется на железной дороге
1837 Морзе создал телеграф
1838 Создано первое 3D-изображение
1839 Разработана первая камера (Дагеротип)
1843 Факсимильный аппарат
1847 Точечный телеграф
1855 Телеграф с клавиатурой
1862 Пантелеграф Казелли
1863 Разработан первый электрический телефон
1865 Кабель связи через Антлантический океан соединил Европу и США
1867 Разработана первая печатная машинка
1876 Эдисон изобрел фонограф, Белл изобрел телефон
1884 Первые эксперименты с механическим телевидением произведены Нипковым
1887 Первый фильм на пленке целлюлоза
1889 Автоматическая коммутационная станция
1895 Александр Попов изобрел радио, братья Люмьер изобрели кинематограф
1896 Витаскоп - прототип современного проекционного аппарата. США
1897 Первая ЭЛТ изобретена Брауном, придумана запись на грампластинки
1898 Изобретен первый громкоговоритель
1900 Первые эксперименты с радиопередачей
1904 Создан первый автоответчик
1906 Изобретена первая электронная лампа
1907 На рынке появилась первая фотокопировальная машина
1911 Выдана первая лицензия на радио в США
1914 Произведен первый международный звонок
1919 Изобретено коротковолновое радио
1922 Первое 3D-кино
1926 Телевизионная трансляция проведена в лабораторных условиях
1929 Первое стереофоническое кино. Первая экспериментальная телевизионная станция в Лондоне. Придуман радиоприемник для автомобиля.
1933 Проведен первый опыт по передаче стерео звука
1935 Разработан первый полностью электронное телевидение
1936 Изобретен коаксиальный кабель
1938 Радиотрансляция может быть записана и отредактирована; первое вещание цветного телевидения
1940 Первая постоянная телевизионная вышка установлена в США; стерео запись и стерео воспроизведение
1941 Микроволны использованы для передачи
1947 Изобретены транзистор и голография
1948 Создан фотоаппарат Поляроид
1954 Цветное телевидение на регулярной основе в США
1956 Первый дисковый накопитель разработан IBM; Первые эксперименты с видеотелефонами
1957 В СССР запустили спутник
1958 Перовая долгоиграющая пластинка; первая интегральная схема, первый фотокопир, разработка ARPANET
1960 Первый спутник связи, изобретен лазер
1962 Кабель для Цифровой, высокоскоростной телефонной сети
1963 В компании Philips разработали первое устройство стереофонической записи на кассету
1964 Закон Мура
1966 Компания Xerox продала первую факсимильную машину
1967 Первый флоппи диск и первый беспроводной телефон
1969 Первый процессор Intel 4004; Запущена ARPANET
1970 Произведен прототип видеодиска; предложено использовать оптоволокно для средств связи
1971 ARPANET расширена
1972 Использован спутник для телевещания; цифровое телевидение в лаборатории
1973 Ethernet; Камера Super-8
1974 Тесты с технологией Dolby Surround
1975 Первый оптический видеодиск
1976 Появление Dolby stereo в кино
1979 Создана первая сеть для подвижной связи в Японии; Walkman
1980 Первая записывающая видеокамера
1981 Первый персональный компьютер IBM; Разработка первой портативной ЭВМ(Laptop)
1983 Продан первый CD
1984 Придуман CD-ROM
1985 Первое 3D-телевидение, которое не требует носить красные и зеленые очки; первый цветной фотокопир
1986 Первый лазерный принтер
1987 Предложен стандарт MPEG
1989 Стало возможным редактирование цифрового фото
1991 Интернет стал доступен на коммерческой основе
1992 Цифровое AM радио и MPEG-1, WWW, SMS
1993 Видеотелефон, DVD
1994 Цифровое спутниковое телевидение
1995 Первый CD-ROM, который может полностью хранить фильм
1996 Разработан стандарт MPEG-4, продажа DVD
1997 DVD-проигрыватели становятся популярными
2002 DVD-записывающие устройства появились на рынке

хронологию заметных достижений в биологии и медицине за прошедшие годы (табл. 2).

Однако последние годы, отмеченные всеохватным проникновением инфокоммуникационных технологий, показывают, что назрела необходимость поиска "взаимопонимания" между учеными, работающими в области инфокоммуникаций и теми, кто является профессионалом в областях биологии и медицины. Ниже будут предложены некоторые пути сближения и поиска взаимных интересов. Но для начала сформируем общее представление о "круговороте информации".

Понятие информации хорошо понятное в обиходе, как сведения или сообщения о чем-либо или о ком-либо, при более тщательном анализе оказывается трудно определяемым. Это так же, как время, масса, температура. Мы научились оценивать эти понятия, измерять, научились использовать их в различных моделях, но всегда испытываем большие затруднения, когда пытаемся дать им точную формулировку. В этой связи будем полагать, что информация — это нечто объективно существующее, отражающее разнообразие различных материальных и нематериальных объектов и явлений.

В классической теории информации ее принято оценивать, исходя из вероятностных представлений, что достаточно полно описано в многочисленных источниках. Не вдаваясь в более подробное обсуждение данного вопроса, отметим, что появившаяся в пункте А информация (рис. 2), с помощью неких преобразователей трансформируется в сообщение a(t). Примером сообщений могут служить буквы, цифры, речевые сообщения, фотографии и т.д. Для передачи этих сообщений в пункт В их необходимо преобразовать в сигнал. В подавляющем большинстве случаев — это электромагнитный сигнал, поскольку среда передачи, используемая в созданных человеком системах связи, хорошо пропускает электромагнитные волны. В общем случае, как сообщения, так и сигналы могут иметь иное представление, иную физическую сущность, например, сигнала или сообщения могут быть химическими. На приеме (рис. 2) осуществляются обратные преобразования. При этом, что хорошо известно, сигналы или сообщения на приеме могут отличаться от того, что было передано в силу различных мешающих факторов.

Рассматривая биологические структуры, можно отметить, что в них так же осуществляется информационный обмен. Конечно, физическая, материальная основа этого обмена существенно отличается от того, что происходит в знакомых нам телекоммуникациях, однако можно предположить, что здесь так же должны

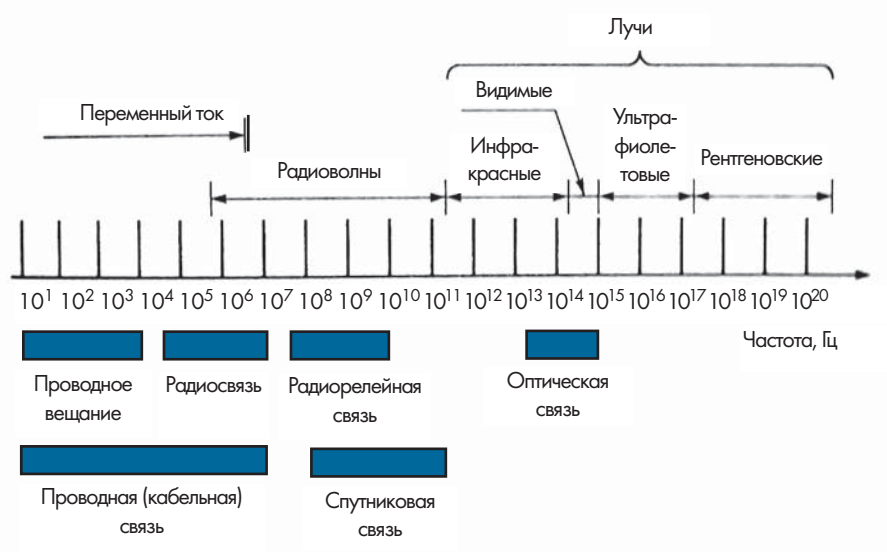


Рис. 1. Шкала частот электромагнитных волн

Таблица 2

Пятьсот лет назад (Биология и медицина)

1495	Первое описание сифилиса
1564	Изобретение презерватива
1590	Изобретение микроскопа
1628	Наблюдение за кровообращением
1658	Наблюдение за кровообращением под микроскопом
1683	Обнаружение и наблюдение бактерий
1733	Измерено кровяное давление лошади
1771	Превращение Co2 в O2 обнаружено у растений
1796	Противооспенная вакцина
1810	Развитие гомеопатии
1816	Изобретен стетоскоп
1817	Выделение хлорофилла
1818	Первое успешное переливание крови
1836	первое выделение фермента животного происхождения
1846	первое употребление обезболивающего средства
1854	профилактика против холеры
1858	Рудольф Вирхов: всякая клетка из клетки
1859	Публикация "Происхождение видов" Чарльза Дарвина
1860	Семмелвейс показал важность гигиены
1865	Опубликованы законы Менделя
1868	Поставлен первый диагноз множественный склероз
1869	В ядре клетки обнаружена нуклеиновая кислота
1874	Описана молекулярная трехмерная структура
1879	Открыта хромосома
1882	Открыта бацилла туберкулеза
1892	Открыты белые кровяные тельца
1895	Открыты Х-лучи; Психоанализ Фрейда
1897	Обнаружены случаи заражения малярией
1898	Открыт первый вирус
1899	Аспирин
1901	Открыты группы крови
1903	Разработан электрокардиограф
1906	Открыты витамины
1907	Павлов: условный рефлекс
1909	Исследованы случаи тифа
1915	Обнаружено, что гены находятся в хромосомах
1916	Первый случай применения пластической хирургии
1921	Инсулин применен для лечения диабета
1931	Изобретен электронный микроскоп
1933	Синтезирован витамин С
1935	Лоренц описал импринтинг птиц
1937	Хранилище крови для переливания
1940	Гормональная терапия
1941	Массовое производство пенициллина
1944	ДНК - источник генетической информации
1951	Искусственно синтезированы холестерин и кортизон
1953	Описана структура молекулы ДНК. Двойная спираль
1954	Первая успешная трансплантация почки
1955	Выделена ДНК - полимераза
1956	Синтез ДНК в пробирке
1957	Первая ультразвуковая диагностика беременной женщины
1960	Искусственно синтезирован хлорофилл
1961	Оральная полиомиелитная вакцина
1964	Первая операция коронарного шунтирования
1967	Первая операция по пересадке сердца
1969	Первое оплодотворение в пробирке
1972	Витамин B12 искусственно синтезирован
1973	Первая рекомбинантная ДНК
1977	Первое секвенирование биополимеров
1979	Эрадикация натуральной оспы
1982	Магнитно-резонансная томография
1983	ВИЧ обнаружен
1984	ДНК фингерпринт
1988	Проект генома человека
1995	Генератический код бактерии секвенирован
1996	Доли. Овечка
2000	Черновая версия ДНК-последовательности генома человека

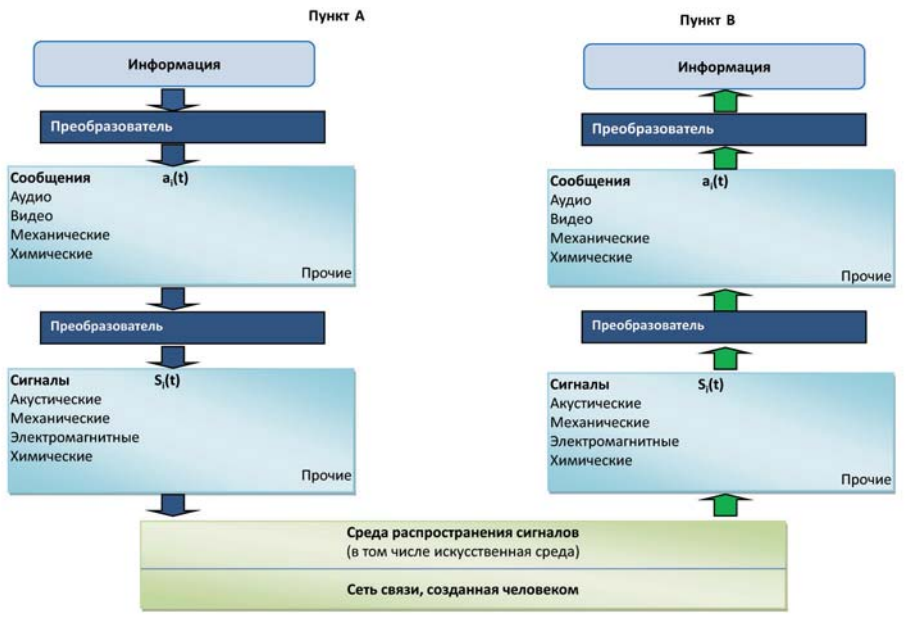


Рис. 2. Круговорот информации

действовать общие принципы передачи информации из одного пункта в другой. Прежде чем перейти к обсуждению этих вопросов вспомним о простейшем виде электрической связи, а именно, о передаче телеграфных сообщений.

Один из первых видов электрической связи предусматривал возможность передачи текстовых сообщений, использующих буквы русского и латинского алфавитов, цифры и различные знаки препинания. Всего 78 знаков ($N = 78$). Применяя для электрической передачи код по основанию два ($d = 2$), не сложно определить количество символов в кодовой комбинации (n), необходимых для однозначного кодирования каждого сообщения (знака).

$$n = \log_2 N = \log_2 78 = 7. \qquad (1)$$

Казалось бы, проблема решена, но выяснилось, что из-за реально существующей высокой нестабильности электромеханических устройств (генератора), было бы желательно уменьшить длину кодовой комбинации. Тогда возникла идея разнесения букв русского и латинского алфавитов, а так же цифр и различных знаков в разные регистры: "русский", "латинский" и "цифровой". Кроме того ряд служебных знаков, таких как "перевод строки", "возврат каретки" и "пробел" следовало сделать общими, так же как и комбинации о наименовании регистра. В общем случае, обозначив через (m) количество регистров, и через (s) названные выше общие служебные знаки, можно записать оптимизационное выражение:

$$m[d^n - (m + s)] \geq N. \qquad (2)$$

Для более точного анализа дополнительно следует знать распределение вероятностей различных знаков, что бы определить минимальную скорость кодирования [2]. Опуская подробный анализ этого, укажем лишь на этот факт и приведем окончательный результат международного телеграфного кода №2, в котором имеется три регистра: "русский", "латинский" и "цифровой", три общих служебных знака: "перевод строки", "возврат каретки" и "пробел", а также по 26 знаков в каждом регистре. Формула (2) в этом случае будет иметь следующее решение:

$$3[2^5 - (3 + з)] \geq 78. \qquad (3)$$

При $m = 3$, $d = 2$, $n = 5$, $s = 3$ и $N = 78$.

Следует отметить, что при конструировании телеграфного аппарата принималось во внимание удобство клавиатуры с точки зрения оператора, печатающего сообщение. Действительно, можно было бы расположить буквы слева направо согласно алфавиту. Такое, на первый взгляд простое правило в реальности менее удобно по сравнению с принятым вариантом, учитывающим частоту встречаемости тех или иных букв, а так же способ печатания пальцами двух рук. Это отдельная тема, однако, здесь это важно упомянуть, что бы подчеркнуть, сколь многообразна, казалось бы, простая задача построения телеграфного аппарата и выбора телеграфного кода.

Итак, для передачи текстов, состоящих из букв русского и латинского алфавитов, цифр и различных знаков препинания была выбрана, доказательно выбрана, кодовая комбинация из пяти информационных двоичных символов. Для того, что бы на приеме можно было отделить одну комбинацию от другой, был применен старт-стопный механизм цикловой синхронизации. В начальном состоянии между передающим и приемным телеграфными аппаратами устанавливается положение "стоп", соответствующее положительному значению напряжения. При нажатии оператором какой-либо клавиши перед информационной кодовой комбинацией из пяти элементов формируется элемент "старт" (рис. 3). Затем идет кодовая комбинация, соответствующая какой-либо букве, а затем снова "стоп". Благодаря этому на приеме запускается и останавливается процесс декодирования каждой буквы и номинально обеспечивается прием всей переданной последовательности сообщения.

Однако из-за действия помех и других мешающих факторов возможны ошибки при восстановлении той или иной буквы. Наиболее опасны сбои, приводящие к нарушению синхронизации, из-за которых возможен неверный прием множества букв сообщений.

Из практики работы оператора было установлено, что скорость ручного ввода знаков составляет 400 знаков в минуту. Каждый знак отображается кодовой комбинацией из 7,5 двоичных элементов (рис. 3). Следовательно, в минуту будет передаваться 400x7,5 элементов, что соответствует длительности $\tau_0 = 60/(400 \cdot 7{,}5) =$ = 20 [мс]. "Перебрасывая мостик" к проблемам, которые изучаются в биологии, приведем таблицу генетического кода (рис. 4).

Рис. 3. Типовая кодовая комбинация

Генетический код

1-е положение	2-е положение U		2-е положение C		2-е положение A		2-е положение G		3-е положение
U	UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys	U
	UUC	Phe	UCC	Ser	UAC	Tyr	UGC	Cys	C
	UUA	Leu	UCA	Ser	UAA	ochre	UGA	opal	A
	UUG	Leu	UCG	Ser	UAG	amber	UGG	Try	G
C	CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His	CGU	Arg	U
	CUC	Leu	CCC	Pro	CAC	His	CGC	Arg	C
	CUA	Leu	CCA	Pro	CAA	Gln	CGA	Arg	A
	CUG	Leu	CCG	Pro	CAG	Gln	CGG	Arg	G
A	AUU	Ile	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser	U
	AUC	Ile	ACC	Thr	AAC	Asn	AGC	Ser	C
	AUA	Ile	ACA	Thr	AAA	Lys	AGA	Arg	A
	AUG*	Met	ACG	Thr	AAG	Lys	AGG	Arg	G
G	GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly	U
	GUC	Val	GCC	Ala	GAC	Asp	GGC	Gly	C
	GUA	Val	GCA	Ala	GAA	Glu	GGA	Gly	A
	GUG*	Val	GCG	Ala	GAG	Glu	GGG	Gly	G

Триплетные комбинации азотистых оснований мРНК (U, C, A, G) определяют следующие аминокислоты: Phe - фениланин, Leu - лейцин, Ile - изолейцин, Met - метионин, Val - валин, Ser - серин, Pro - пролин, Thr - треонин, Ala - аланин, Tyr - тирозин, His - гистидин, Gln - глутамин, Asn - аспарагин, Lys - лизин, Asp - аспарагиновая кислота, Glu - глутаминовая кислота, Cys - цистеин, Try - триптофан. Arg - аргинин, Gly -глицин.
Звездочкой обозначены стартовые кодоны, а триплеты ochre. amber, opal действуют как стоп кодоны.
(по F. Crick)

Рис. 4. Таблица генетического кода

Рассматривая эту таблицу с тех же позиций, с которых обсуждался телеграфный код №2, отметим, что генетический код — это код по основанию $d = 4$. Длина кодовой комбинации $n = 3$. (В терминах биологов кодовая комбинация называется кодоном или триплетной комбинацией). Всего кодовых комбинаций может быть $N = d^n = 4^3 = 64$. В генетическом коде, помимо информационных комбинаций, имеются стартовые и стоповые.

Подводя некоторый итог, можно заметить, что как в телеграфном, так и в генетическом коде количество "букв" счетно и ограничено. В телеграфном коде основание — 2, а в генетическом — .

Мы знаем, из каких соображений длина телеграфного кода была выбрана равной 5, но не знаем, почему в генетическом коде длина равна 3.

Мы знаем, почему в телеграфном коде выбран старт-стопный режим, но не знаем, почему так сделано в генетическом коде. Можно предположить, что и здесь это было сделано по соображениям необходимости синхронизации при соответствующей стабильности задающего генератора. Более того, зная длину кода, можно решить обратную задачу, т.е. определить стабильность генератора, под который был осуществлен подбор кодового слова.

Продолжая сравнение, невольно наталкиваешься на ряд вопросов, которые совершенно естественно вытекают при сопоставлении двух кодов: простейшего телеграфного кода и кода генетического.

Мы принимаем как данность существующий русский или латинский алфавиты, позволяющие отображать имеющиеся слова. Слова образуют предложения, которые формулируют мысль, т.е. информацию. Какие слова и какие предложения формируют биологические структуры?

На основании известного алфавита, оптимизируя и доказывая, мы выбираем телеграфный код по основанию 2, длиной 5. В чем состояла оптимизация в биологических структурах, при выборе кода по основанию 4, длиной 3?

Мы знаем стабильность частот задающих генераторов, выбирая параметры старт-стопного режима. Что является задающим генератором в биологических структурах и какова его стабильность и как вообще обеспечивается синхронизация?

Мы знаем допустимую погрешность (вероятность ошибки) при телеграфной связи. Как это устанавливалось в биологических структурах и какова эта погрешность, в чем она состоит?

Сбой цикловой синхронизации приводит к лавинообразному размножению ошибок, которые могут быть не обнаружены. Возможен ли такой процесс в биологических структурах и к чему он может привести?

Поставленные вопросы представляются логически обоснованными, а их разрешение видится весьма многообещающим.

В 2009 г. была присвоена Нобелевская премия по физиологии и медицине за открытие теломеров, своеобразных окончаний-"заглушек" в хромосомах, несущих генетическую информацию.

Оказалось, что старение клетки сопровождается укорачиванием теломер. И, наоборот, в клетках с высокой активностью теломеразы, фермента, синтезирующего ДНК теломер, длина последних остается неизменной, и старение не наступает. Это, кстати, относится и к "нестареющим" раковым клеткам, в которых механизм естественного ограничения роста почему-то не действует. В тоже время для ряда наследственных заболеваний характерна дефектная теломераза, что приводит к преждевременному клеточному старению.

Данная информация подтверждает предположение о том, что в биологических структурах происходят развернутые во времени информационные процессы, претерпевающие по каким-то причинам сбой и затем неверное декодирование.

Известно так же, что клетки биологических структур "общаются" с помощью гармонов, которые "декодируются" с помощью рецепторов, расположенных на мембране клетки. В силу разных причин (мутация, токсины и проч.) рецепторы начинают работать неправильно, что ведет к каскаду неверных биохимических реакций и далее ведет к заболеванию. В университете (Oregon Heals & Science University) выявили специфический белок G-протеин, обнаруживающий "плохие" рецепторы, и, не позволяющий им работать неверно.

Таким образом, напрашивается вывод, что причиной всех заболеваний является нарушение информационных процессов, происходящих в биологических структурах. А раз это так, то лечение состоит в восстановлении этих процессов.

Из практики телекоммуникационных систем известно много методов борьбы за обеспечение должного качества приема в условиях действия помех и других мешающих факторов. Это и подавление помех, это и защита от помех, это и использование избыточности для помехоустойчивого кода, это и специальные правила приема в условиях сильных помех с введением операции стирания, это и многое, многое другое, в том числе специальные меры по обеспечению цикловой и тактовой синхронизации.

Цель данной статьи, к сожалению, не состоит в том, что бы дать исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. Задача скромнее, а именно встать на путь поисков этих ответов. Тем более, что есть основания полагать особое значение того, что мы называем информацией.

В Евангелие от Иоанна сказано:

"В начале было Слово, и Слово было у Бога, и Слово было Бог. Оно было в начале у Бога. Все чрез Него начало быть, и без Него ничто не начало быть, что начало быть.

Рис. 5. Острова Коха

В Нем была жизнь, и жизнь была свет человеков...
И Слово стало плотию, и обитало с нами, полное благодати и истины; и мы видели славу Его, славу, как Единородного от Отца....".

Если отождествить понятие "слова" с понятием "информация", то становится понятным его огромное значение. Более того в приведенном тексте фактически дается ее определение. Люди верующие принимают вышеприведенный текст на веру. Ну а неверующие? Их должен озаботить вопрос как, более тысячи лет назад, могло появиться столь глубокое по существу суждение, да и на самом деле, что же такое информация?!

Однако вернемся к обоснованию необходимости сотрудничества различных наук. В математике известны удивительные фигуры, называемые островами Коха (рис. 5).

Их особенностью является то, что площадь фигуры ограничена, в то время как периметр бесконечен. В качестве примера рассмотрим равносторонний треугольник с длиной стороны a. Его периметр $P = 3a$ а площадь соответственно $S = \frac{\sqrt{3}}{4} a^2$.

Разделим каждую сторону треугольника на три равные части и достроим еще равносторонние треугольники на каждой стороне. В результате получится шестиугольная фигура. Продолжим этот процесс далее. В результате периметр "звездочки" после преобразований будет равен $P_n = 3(4/3)^n a$, соответственно площадь $S_n = (8/5)S$. Несложно видеть, что при $n \to \infty$ периметр $P_n \to \infty$, а S_n – const.

Данный результат в трехмерном пространстве означает, что существуют фигуры с ограниченным объемом, но бесконечной площадью. Не воспользовалась ли природа островами Коха, когда конструировала мозг? Все очень похоже.

Еще один пример-предположение. В литературе можно найти высказывания о том, что большой процент генов являются общими и для человека, и для самых примитивных существ, населяющих нашу планету. Около половины генов являются общими и для человека и для плодовой мушки или червя. Двадцать процентов генов человек делит с дрожжами. В результате генетический код человека ближе к коду неких простейших существ, нежели к коду человекообразной обезьяны, которая согласно теории развития видов ближе всего к человеку.

Для поиска возможного объяснения рассмотрим пример, показанный на рис. 6.

Рассмотрим представление чисел в десятичной и двоичной системах счисления. Допустим, что на "вершине" расположен человек, и он кодируется числом 16, соответственно обезьяна — числом 15 и т.д., а червяк числом 1. При сравнении в десятичной системе счисления человек отличается от обезьяны на единицу, а от червяка на 15. В тоже время при сравнении в пространстве Хемминга двоичных кодовых комбинаций человек отличается от обезьяны на пять разрядов, тогда как от червя — всего на два. Вывод же из этих рассуждений состоит в том, что нужно перед сравнением определиться в каком пространстве это сравнение происходит и насколько оно адекватно исследуемым отличиям.

При этом заметим, что количество вариантов различного кодирования можно оценить по формуле:

$$N = (d^n). \qquad (4)$$

Рис. 6. Примеры сравнения

При $d = 2$ и $n = 5$ имеем $N = 20\,922\,788\,000\,000$.

При $d = 4$ и $n = 3$ имеем $N = 20\,922\,788\,000\,000 \times 6{,}06 \ldots \times 10^{75} = 12{,}688\,686\,440\,043\,786\,270\,936\,900$.

Полученные данные показывают, сколь велики возможности природы при выборе способа кодирования сообщений генетическим кодом. И это только первичное кодирование. А ведь в телекоммуникациях с успехом применяется помехоустойчивое кодирование для обнаружения и исправления ошибок. Можно предположить, что в структуре ДНК спрятан и помехоустойчивый код, который, скорее всего, будет иметь рекуррентную структуру и состоять из нескольких каскадов.

Вывод. Представителям различных наук есть о чем поговорить и что обсудить, опираясь на результаты, полученные, казалось бы, в совершенно разных областях.

Литература

1. **Georg Berner** . Management in 20XX, Siemens, 2004.

2. **Аджемов А.С.** Мир информационной реальности. — М.: ИРИАС, 2006.

RuCTF 2012. Финал. http://ructf.org

С 17 по 22 апреля 2012 г/ в Уральском федеральном университете имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (УрФУ, г. Екатеринбурге) проходил финал ежегодных Всероссийских межвузовских соревнований по защите информации — RuCTF 2012.

Участие в финале приняли 11 команд из 10 вузов России: Балтийский федеральный университет имени И. Канта; МГУ им. М.В. Ломоносова; Национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики; Оренбургский государственный университет; Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва; Самарский государственный технический университет; Санкт-Петербургский государственный университет; Томский государственный университет; Уральский федеральный университет; Челябинский государственный университет.

RuCTF — это ежегодные Всероссийские межвузовские соревнования по защите информации. Начиная с 2009 г., RuCTF проводится в два этапа. В этом году отборочный этап проводился через Интернет с 16 по 18 марта. Участие в отборе приняли около 600 человек из 79 команд со всей страны, от Калининграда до Владивостока. За двое суток командам предлагалось решить более 40 заданий из различных областей информатики, объединенных в категории - криптография, стеганография, администрирование, reverse engineering, экстремальное программирование и файловая экспертиза. Отборочные соревнования проводились на специальном сервисе blackbox.sibears.ru, разрабатываемом командой из Томского государственного университета. На этом ресурсе можно найти задания отборочного тура.

Финал в этом году проводился по отличной от привычной всем схемы. Команды предстали в роли крупных холдингов, которые боролись между собой в гонке за обогащением, зарабатывая и защищая от хищений виртуальные деньги.

По итогам соревнований первое место заняла команда из Балтийского федерального университета имени И. Канта (г. Калининград), второе место увезла с собой команда Томского государственного университета, а третье место в жаркой битве отвоевала команда из Челябинского государственного университета.

Призерам соревнований традиционно были вручены дипломы и кубки, а победители увезли с собой и переходящий кубок соревнований. Полная таблица результатов выступления команд доступна на сайте соревнований.

Цифровая фильтрация в медицинских приборах при ограниченной размерности отклика фильтра

Рассматриваются процедуры цифровой фильтрации при ограничении размерности отклика фильтр применительно к задачам построения медицинских приборов типа ЭКГ, ЭМГ , ЭЭГ и других. Основное внимание уделяется наглядности преобразований "спектр, частотная характеристика, отклик, свертка" лежащих в основе цифровой фильтрации. Затрагивается вопрос выбора частоты квантования. Исследуется переходной процесс фильтрации. Вводится понятие "дополнительный фильтр", позволяющее легко находить параметры ФВЧ. Все это необходимо для облегчения инженерного построения фильтров с приименением современных пакетов вычислительных программ.

Ключевые слова: *цифровая фильтрация, спектр, частотная характеристика, отклик, свертка.*

Лебедев В.В.,
к.т.н., с.н.с., доцент каф .901, МАИ,
wwle@mail.ru

Фильтрация широко используется в приборах медицинской техники [4-8]. Она обеспечивает выделение сигналов в шумах, разделение и их распознавание, подавляет нежелательные сигналы и т.д. Это достигается умножением спектра входных сигналов на частотную характеристику (ЧХ) фильтра и обратным преобразованием результата во временную область [1-4, 11]. Типовыми фильтрами являются ФНЧ, ФВЧ, полосовые, режекторные. Мы остановимся на свойствах ФНЧ и, частично, ФВЧ. Некоторые ЧХ представлены на рис. 1. Каждый фильтр характеризуется полосой частот пропускания (при заданной неравномерности в ней), шириной области перехода к полосе задержания, значением величины подавления в области задержания. Инженеру перед выбором фильтра надо удовлетворить требованиям ко всем перечисленным параметрам.

В дискретной области все приведенные на рис. 1 ЧХ изменяются. Более того, вместо перемножения спектра на частотную характеристику производится операция "свертки" сигнала и отклика фильтра. Отклик фильтра связан с ЧХ преобразованием Фурье. Для фильтра Котельникова (функция 0-1-0 с граничными частотами 0 - ωc) отклик описывается выражением [см. 5]:

$\Theta(t) = j/t\sqrt{2\P}(1 - \exp(j\omega_c t))$,.

где Θ(t) - отклик. Для устранения комплексного вида необходимо перейти к модулю, однако к обсуждению этого вопроса вернемся в разделе 3, а сейчас используем COS преобразование Фурье (см. [4]). Оно сразу позволяет найти Θ(t):

$$\Theta(t)=\sqrt{\frac{2}{\pi}}\cdot\frac{\sin(\omega c * t)}{t}. \text{ или } \Theta(t)=\sqrt{\frac{2}{\pi}}\cdot\frac{\sin(\frac{2\pi}{T}*t)}{t}.$$

где ωc = 2¶fc (частота среза фильтра Котельникова), T – длительность главного лепестка отклика (T=2¶/ωc = = 1/fc). Заметим, что первый ноль отклика достигается при t = T/2. Мы будем заниматься только сравнением характеристик, поэтому постоянный коэффициент $\sqrt{\frac{2}{\pi}}$. опускаем.

При переходе в дискретный мир отклик квантуется с частотой fo (шаг дискретизации τ = 1/fo), т.е. перемножается на "решетку" δ(t-n*τ) импульсов, "n" безгранично. Отклик получает вид δ–импульсов с изменяющейся амплитудой (Процедура осуществляется АЦП).

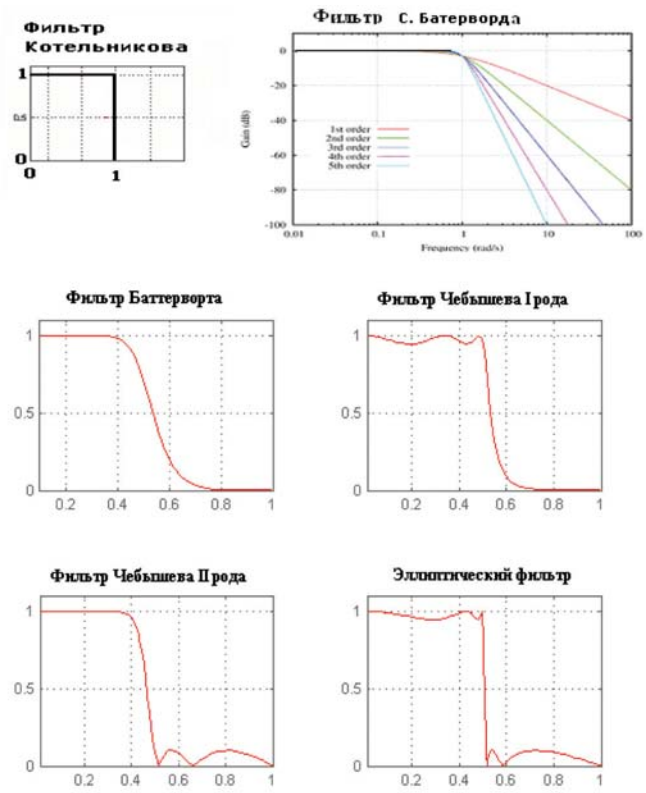


Рис. 1. Примеры наиболее распространенных используемых частотных характеристик:

Фильтр Батерворда имеет наиболее гладкую характеристику и хорошо выполняется структурой RC. Спад 20n дБ/октаву. n-порядок фильтра.

Фильтр Гаусса не имеет перерегулирования и обеспечивает минимально возможную групповую задержку. Используется для обработки двумерных сигналов.

Фильтр Бесселя Максимально гладкая групповая задержка до ω = 3 (ω = 1 - частота среза. Групповая задержка - производная фазы по круговой частоте).

Фильтр Лежандра – среднее между Батервордом и Чебышевым.

Фильтр Габора имеет отклик sinx*exp-x^2. Используется для ВайфЛет, для распознавания радужек глаза и отпечатков пальцев.

Фильтр Хемминга (1956г), Кайзера. (1974) и др..

Фильтр Котельникова [Котельников 1933, Уитакер 1895, Найквист 1928, Шеннон 1949]. Имеет идеально прямоугольный вид 0-1-0 с частотами среза 0 и ω_c ($\omega_c = 2\P f_c$).

Спектр последовательности δ отсчетов так же имеет вид δ-решетки с шагом fo =1/τ частотной области. Информация при квантовании не теряется, если на период T, определяющий синусоиду в отклике, приходиться не менее 2 дискретов τ (шаг фазы $<180^0$). Для сохранения привычного вида синусоиды примем, что на период T приходится минимум 4-8 дискретов τ (шаг фазы 90^0 или 45^0).

Обратный переход от набора δ-импульсов к непрерывному виду получается при пропускании δ последовательности через интерполирующий фильтр. Лучшим (но не реализуемым) интерполирующим фильтром является фильтр Котельникова. В реальной жизни используются фильтры с прямоугольным откликом длительностью τ или треугольные (2τ). Характеристики интерполирующего фильтра сильно влияют на выбор частоты квантования.

1. Особенности выбора частоты квантования

Преобразование Котельникова не обладает фильтрующими свойствами. В результате все помехи и тепловые шумы из области частот выше fo/2 перемещаются в область полезных сигналов (ниже fo/2). Поэтому перед квантователем - АЦП необходим входной фильтр. Обычно используют RC фильтры. Они не имеют крутого спада ЧХ и ВЧ шумы частично попадают на вход АЦП. Это приводит к необходимости увеличивать частоту квантования. Она уже сопрягается не с частотой сигнала fc, а с характеристикой входного фильтра. Примем, что общая дисперсия тепловых шумов D после квантования должна увеличиваться не более, чем на 21% (СКО на 10%). Требуемое увеличение fo/fc показано на рис. 2.

Рис 2. Необходимое превышение частоты квантования fo/fc с учетом ЧХ входного фильтра. Увеличение дисперсии шума 21%.

Для фильтра первого порядка частота квантования должна выбираться не в два, а в 4,46 раза выше fc. Для фильтра третьего порядка это значение снижается до трех. Естественно после АЦП может устанавливаться повторный фильтр, убирающий часть шумов.

Другим источником искажений, влияющим на выбор частоты квантования, является интерполяция. Она определяет переход от дискретного к непрерывному времени. Каждая точка массива заменяется откликом интерполирующего фильтра. Теоретически требуется фильтр с прямоугольной частотной характеристикой. На практике используют реальные фильтры, например, с прямоугольным откликом, треугольным, усеченным вида sinX/X. Важно, что бы отклик имел нули на всей последовательности отсчетных точек, кроме текущей. В ней амплитуда должна передавать уровень сигнала. Треугольный импульс дает эффект простого соединения соседних точек наклонными прямыми. Оценивать погрешности интерполяции можно нахождением максимального отклонения исходного от восстановленного графика. Погрешность зависит формы сигнала, поэтому в качестве эталонного возьмем синусоидальный с частотой fc. Результат показан на рис. 3.

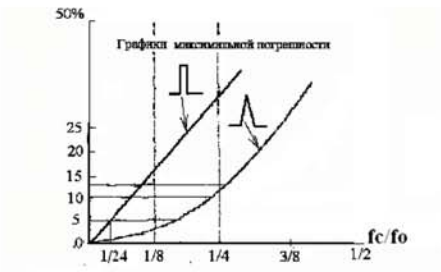


Рис 3. Погрешность преобразования за счет интерполяции.

Из графиков следует, что повсеместно используемый прямоугольный отклик имеет очень плохое качество. Для допустимой максимальной погрешности в 5% частота квантования должна примерно в 12 раз превышать значение высшей частоты информационного сигнала. Треугольный отклик позволяет использовать частоту квантования с превышением всего в 3 раза

2. Изменение вида спектра отклика при квантовании

В дискретном виде t заменяется на nτ и отклик фильтра Котельникова описывается выражением:

$$\Theta(n)=\frac{\sin(\frac{2\pi}{N}*n)}{n},$$

где N – ширина (размерность) главного лепестка отклика. Связь дискретного мира с непрерывным устанавливается с учетом условий: t = nτ , T = Nτ, τ = 1/fo, T = 1/fc, N = fo/fc. С учетом боковых лепестков размерность может быть больше N. Обозначим ее M, при отсечении боковых лепестков M = N.

Основные преобразования иллюстрируются рис. 4.

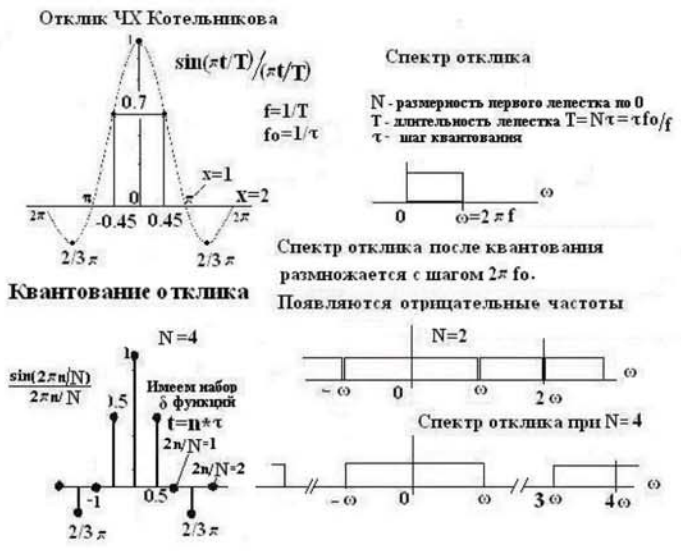


Рис. 4. Преобразование спектра отклика при квантовании

Спектр отклика после квантования размножается по всей оси f, захватывая отрицательные частоты. При частоте квантования fo больше 2fc (N>2) частотные спектры отклика раздвигаются, но вид спектра не изменяется. Высшие частоты спектра при N = 2 смыкаются, поэтому для обеспечения удобного их разделения реальными фильтрами принимаем N>4. Так же влияет характеристика используемого далее интерполирующего фильтра. Характерные параметры: 1) T = Nτ - длительность ширины отклика по первым нулям (T = 1/fc). Дискрет квантования τ = 1/fo. Размерность с учетом боковых лепестков Mτ. 2) Длительность отклика по уровню 0,7. T_{07} = 0,45*T. T_{07} примерно равна $1/fc_{0.7}$, где $fc_{0.7}$ – полоса пропускания фильтра по уровню 0,7.

Бесконечные крылья sinx/x обрезаются умножением на прямоугольный импульс 0-1-0 длительностью M. В частотной области происходит свертка спектра вырезающего импульса M со спектром отклика. Изменение исходной прямоугольной ЧХ Котельникова показано на рис. 5 для M = N, M = 2N, M = 10N.

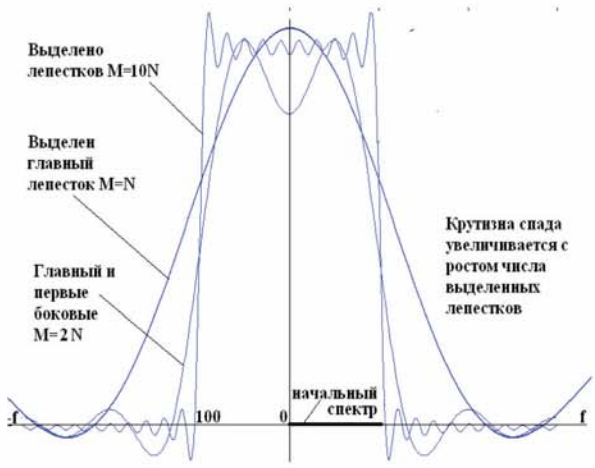


Рис. 5. Частотные характеристики усеченных откликов sinX/X при N = M (главный лепесток), N = 2M, N = 10N

При M = 2N, M = 10N появляются выбросы. Они напоминают об эффекте Гибса (1898). Частотная характеристика стала симметричной вокруг нулевой частоты, захватив отрицательную область. Крутизна спада частотной характеристики перестала быть бесконечной. Стоит заметить, что хорошие характеристики фильтров рис. 1 изменяются в цифровом мире, что наглядно видно на рис. 5 для ЧХ идеального фильтра Котельникова. Отклики формируют задержку равную N/2.

Выделенный главный лепесток функции sinX/X мало отличается от импульса cosX/2 (с углом отсечки 90^0). Сглаживающая функция cos широко применяется в окнах Хемминга (1956) Вид разных откликов и их спектров показан на рис. 6а,б.

Важную роль играет традиционный параметр - длительность отклика по уровню 0,7. Он определяет ширину полосы пропускания. Сравнивать частотные характеристики разных откликов необходимо при одинаковой полосе пропускания фильтров.

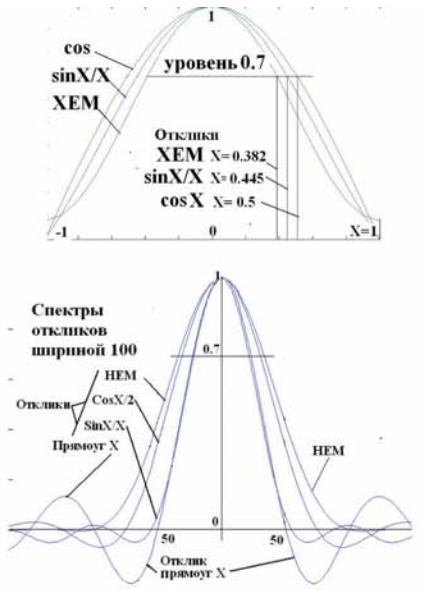


Рис. 6. Форма разных откликов при одинаковой размерности N = 101 (а) и их спектры (б). Выделен только главный лепесток

Соотношение длительностей откликов по уровню 0,7 и полос спектра по уровню 0,7 представлено в таблице.

Соотношение по уровню 0,7 относительно первого нуля	Длительностей отклика	Полосы спектра
Прямоугольный отклик	0,45	0,45
Отклик cos	0,5	0,6
Хемминг	0,38	0,68

3. Спектр прямоугольного окна.

Это простейший вид отклика. Размерность отклика N, шаг квантования τ. Длительность T = Nτ. Fc = fo/N, fo - частота квантования. Для нахождения частотной характеристики отклика используем точное выражение преобразования Фурье для прямоугольника 0-1-0 [5].

$$\Phi(\omega)= j/\omega\sqrt{2}\P(\exp(j\omega t_1) - \exp(j\omega t_2)),$$

где $t_{1,2}$ – моменты начала и конца импульса T. Если t_1 t_2 расположены симметрично относительно нуля и имеют величину T/2, то $\Phi(\omega) = (2/\omega)\sin\omega T/2 = (2/\omega)\sin\P fT$. Первый ноль будет для fc=1/T. Такой же результат получим при значениях $t_1 = 0$, $t_2 = T$ при переходе от комплексного вида к модулю. (учитывая, что $1-\cos X = 2\sin^2 X/2$).

На прямоугольном окне наглядно видно формирование выходного сигнала свертки (рис. 7).

Выделим три случая: 1) размерность сигнала меньше размерности отклика (представлено на рис 5а), 2) размерности совпадают, 3) размерность сигнала больше размерности отклика, (рис. 5б). На рисунке видно, как формируется выход "свертки". Он является суммой по вертикали от всех откликов на данном шаге. На первых шагах происходит нарастание амплитуды, потом амплитуда сохраняется неизменной до окончания длительности отклика и далее спад от остатков откликов. Когда размерность (длительность) сигнала больше таковой у отклика, то ограничение нарастания определяется размерностью отклика и у функции "conv" имеется коэффициент передачи амплитуды, не зависящий от длительности сигнала.

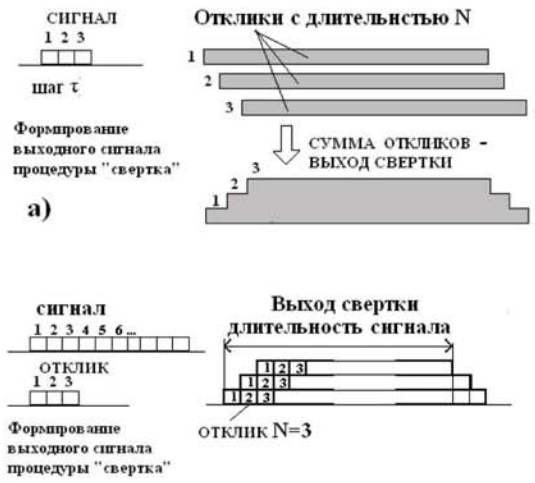


Рис. 7. Формирование выходного сигнала процедурой "свертка": а - сигнал короче отклика; б - сигнал длиннее отклика

Прямоугольное окно оптимальным образом производит усреднение шумового сигнала. При изучении спектра отклика необходимо помнить, что квантование превращает его в набор δ-импульсов со всеми особенностями формирования зон спектра и их перекрытия. Только после процедуры интерполяции получаем непрерывный сигнал.

4. Согласованные отклики. Согласованный фильтр открыл Норс в 1943 г. В цифровой фильтрации возник согласованный отклик. Создана теория кодирования, где основные работы принадлежат Хеммингу (1915-1995), Шеннону (1916-2001), Котельникову (1908-2005). Они создали теорию помехоустойчивости. Согласованный отклик обеспечивает максимально возможную амплитуду выхода свертки и максимальное улучшение отношения сигнал/шум. ("Согласованный" отклик равен сигналу, прочитанному в обратном направлении. Например, сигнал 1,3 и отклик 3,1).

5. Передача информации. Одна из главных задач фильтрации – выделять сигналы. Достигается использованием согласованных фильтров (откликов). Они обеспечивают лучшее обнаружение сигнала в шумах. Уже сам факт обнаружения несет информацию. В общем случае отклик согласуется не с полным сигналом, а с его фрагментом. Информация передается изменением амплитуды этого фрагмента, изменением времени его появления, его кодированием. Использование спектральной ортогональности сигналов объединяется с введением кодирования, что расширяет и объединяет общую теорию сигналов.

6. Сглаживающая функция Хемминга

Для улучшения вида частотной характеристики используются сглаживание формы отклика в его окне без изменения его размерности. Таких сглаживающих функций придумано много. Например, косинусоидальная функция Хемминга, Гауссова функция, Кайзера и т.д. Все они представлены в Интернете. COS – сглаживание Хемминга имеет вид:

$$H_n(n) = 0{,}54 + 0{,}46\cos(2\pi n/N),$$

где n изменяется на базе N в пределах $-(N-1)/2<n<(N-1)/2$.

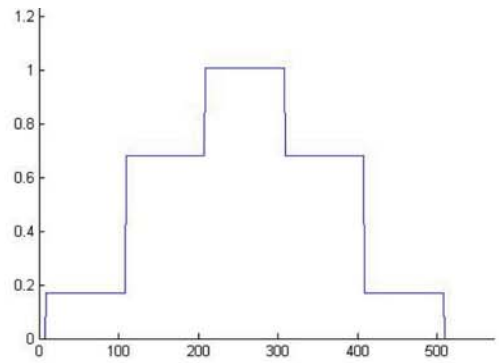


Рис. 8. Окно Хемминга N = 5

Отклик имеет вид набора δ-функций, однако на рис. 8 представлен результат их прохождения через интерполирующий фильтр. По сравнению с прямоугольным откликом той же размерности АЧХ окна Хемминга расширена в 1,51 раза, гарантируется лучшее подавление помех в полосе задержания, но расширяется область перехода к зоне задержания и хуже обеспечивается усреднение шумов.

Все функциональные выражения сглаживающих окон красивы, однако при дискретизации превращаются в ступенчатые фигуры типа рис. 8. Аналитические тонкости проявляются только в распределении амплитуд дискретов. Сегодня можно не искать удачную сглаживающую функцию, а решать задачу оптимального подбора распределения этих амплитуд.

7. Переходной процесс при фильтрации.

Сформируем испытательную синусоиду $\sin(2\pi n/N_s)$, где $N_s*\tau$ – период T_s. τ – длительность такта квантования, n- номер шага в окне сигнала. (При $\tau \to 0$ и $N_s \to \infty$, мы переходим к непрерывному времени t). Достаточно хорошая форма синусоиды формируется при N = 8, (шаг фазы 45^0). В этом случае частоту испытательного сигнала $fs = fo/N_s$ можно изменять от fo/8 до произвольно низких значений (fo - частота квантования).

Пусть fo = 20 кГц, τ = 0.05 ms. Y = sin(2*pi*n/N). Частоты принимают дискретные значения $f_s = 20/(8+K)$ кГц, где K = 0,1,2,3... Возможный диапазон частот испытательного сигнала ниже 2,5 кГц.

Пропустим синусоиду с частотой 500 Гц через фильтр с окном Хемминга с полосой пропускания 130 Гц. Размерность окна N = 101. T = 5 мс. Результат представлен на рис. 9.

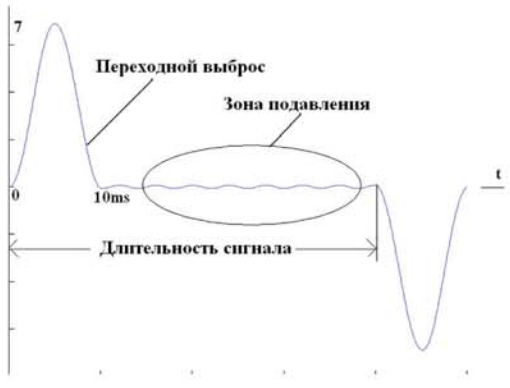


Рис. 9. Прохождение испытательного сигнала 500 Гц 1В через фильтр с окном Хемминга N = 101, T=5мс. f_{07} = 130 Гц. Частота квантования 20 кГц, Подавление -57 дБ Выброс переходного процесса 7В, он превышает подавленный сигнал в 100 раз. Длительность переходного процесса 10 мс.

Выбросы переходного процесса появляются при всех сглаживающих функциях. Если речь идет о подавлении очень длинного гармонического сигнала, то наличие выброса не играет роли, но если подавляемая помеха мала по длительности или имеет колебания амплитуды с периодом, близким к ширине окна, то о качестве подавления можно забыть.

8. Дополнительные фильтры

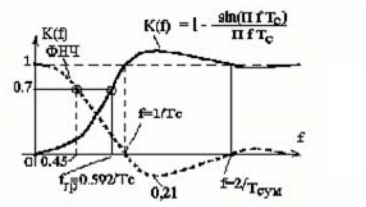


Рис 10 Частотные характеристики сопряженных фильтров ФВЧ=1-ФНЧ.

В приборах медицинской техники часто используются фильтры высоких частот (ФВЧ). В аналоговом мире таким фильтром служит простейшая CR-цепочка или фильтр Батерворда. Между ЧХ ФВЧ и ФНЧ существует связь, их можно рассматривать, как "дополнительные" фильтры: ЧХ ФВЧ = 1 – ЧХ ФНЧ.

Пример показан на рис. 10. (ФНЧ имеет прямоугольный отклик). Дополнительный ФВЧ сформирован как разность 1 и ЧХ ФНЧ. Операция не противоречива, если под 1 понимать exp(jωt) (модуль равен 1), Этим учитывается задержка и изменение фазовых характеристик. В области частот до 0.5/T ЧХ имеем параболическую ветвь, что хорошо для взятия второй производной. В дискретном виде записанное выше соотношение предстанет:

Вых = Кс*conv(вх, 1)- conv(вх, откл),

где откл – отклик фильтра, Вх –сигнал на входе, Вых – сигнал на выходе, Кс – коэффициент передачи conv(вх, откл). Введение Кс требуется для выравнивания амплитуд двух операций conv.

Рис. 11. Пример прохождения прямоугольного сигнала через ФВЧ, построенного как дополнительный фильтр. Отклики (прямоугольный и Хемминга) меньше длительности сигнала

Привлечение понятия "дополнительный фильтр" облегчает выбор формы отклика ФВЧ, Например, легко позволяет найти сглаживающую функцию, обеспечивающую малое значение выброса ФВЧ после импульса R на интервале ST в электрокардиографии (рис. 11).

9. Заключение

В целом материал предназначен для инженеров и студентов, создающих программы цифровой фильтрации. Представлено пояснение сложного взаимоотношения параметров ЦФ и их преобразования. Показано, что частота квантования fo должна выбираться не в 2 раза выше, что следует из теоремы Котельникова, а в 4-10 раз. Частотные характеристики исходных аналоговых фильтров при квантовании изменяются и их предварительный выбор мало определяет окончательный вид ЧХ цифрового фильтра. Введение сглаживающих функций для улучшения подавления в полосе задержания увеличивает ширину переходной зоны от полосы пропускания к полосе задержания. Процесс фильтрации сопровождается переходным выбросом, что необходимо учитывать. Введено понятие "Дополнительного" фильтра, согласующего ЧХ ФВЧ и ФНЧ. Это позволяет упростить понимание процесса формирования откликов ФВЧ.

Благодарности. *Выражаю благодарность профессору МИСИ Смирнову Н.И. за поддержку этой работы и важные замечания по ее содержанию.*

Также выражаю благодарность студентке Панкратовой Ю.В. которая инициировала разработку программ по созданию рисунков статьи.

Литература

1. **Оппенгеймер А.В., Шаффер Р.В.** Цифровая обработка сигналов // Пер. с анг. / Под ред. Шварца СЯ. - М.: Связь, 1979.

2. **П. Рабинер. Б. Гоулд.** Теория и применение цифровой обработки сигналов. - М. Мир, 1978. – 848 с.

3. **Ричард Лайсен.** Цифровая обработка сигналов. - Бином Пресс, 2006. - 656 с.

4. **Ю. Раманюк.** Основы цифровой обработки сигналов. - М.: МФТИ, 2005. - 332с.

5. **Бронштейн И.Н., Семендяев К.А.** Справочник по математике. (С.427 раздел 4.4.2.2). - М.: Наука. Ред. ФМЛ, 1986. - 544 с.

6. Электрокардиографы. ГОСТ Р МЭК 60601-2-51. 2008. 65 с.

7. Электрокардиограф ЭК1ТЦ02. Программист Саша Аракчеев ВНИИМП 1995.

8. **Лебедев В.В. Лебедев С.В.** Методы наблюдения биопотенциалов. – М.: МАИ, 2005. – 71 с.

9. **Лебедев В.В. Лебедев С.В.** Приборы наблюдения биопотенциалов. – М.: МАИ, 2005. - 74 с.

10. **Лебедев В.В.** Построение электрокардиографов. – М.: МИРЕА, 2004. - 80 с.

11. **Лебедев В.В.** О дискретном представлении сигналов, ограниченных во времени. – М.: Радиотехника, 1961. – Т.16. №1. – С.75-80.

Digital filtering in meditsinnskih devices with limited dimensions of the filter response

Lebedev V.V.

Abstraxt

Procedures for the digital filter response with limited dimension filter considered for application to problems in the construction of medical devices such as "ECG", "EMG", "EEG", etc. The emphasis is on clarity, change "spectrum, frequency response, the response of the convolution" of the underlying digital filtering. The question of the choice of sample rate unaffected. We investigate the transition process of filtration. The concept of "additional filter" is introduced that makes it easy to find the parameters of "HPF". All that is necessary to facilitate the engineering construction of filters with priimeneniem modern computing packages of programs.

Беспроводные сети нового поколения WiMax и LTE: анализ производительности при применении на транспорте

В настоящее время наиболее распространенной технологией беспроводного доступа, которая повсеместно применяется для передачи большого количества трафика различного вида, является стандарт беспроводных локальных сетей IEEE 802.11. Одним из самых перспективных направлений развития технологии Wi-Fi стали сети так называемого стандарта IEEE 802.11n. За счет применения технологий MIMO определена возможность повышение канальной скорости в сети данного стандарта. Однако, дальнейшее развитие беспроводных технологий принесло в нашу жизнь еще несколько перспективных стандартов: стандарт беспроводных сетей городского масштаба IEEE 802.16 и новый стандарт LTE, преемник сотовых сетей стандарта HSPDA. Унаследовав классическую архитектуру сотовых сетей, LTE приобрел высокую пропускную способность, превышающую таковую даже текущего поколения 802.16e. Современный российский транспорт находится в стадии модернизации, что совершенно необходимо для повышения безопасности и эффективности перевозок. Для достижения этого требуется современная система способная автоматически управлять имеющимися ресурсами и оперативно принимать решения на соответствующем уровне. Работоспособность данной системы будет определяться качеством оперативно-технической связи на транспорте. Важный ключевой вопрос выбора наиболее качественной технологии с повышенной производительностью для применения на транспорте и рассмотрен автором в статье.

Ключевые слова: *Беспроводные системы, стандарт, диапазон частот, терминал, канал.*

Легков К.Е.,
Научный сотрудник Северо-Кавказского филиала МТУСИ, к.т.н.,
constl@mail.ru

В настоящий период развития современного российского транспорта беспроводные системы и средства связи получают свое внедрение для организации станционной, диспетчерской, ремонтно-оперативной связи, связи внутри транспортного средства, а также совместно со спутниковой навигацией в системах управления движением, для содержания инфраструктуры, в качестве "последних миль" в сетях передачи данных и др. Однако, во многих российских транспортных компаниях еще используют аналоговые средства связи, которые не обеспечивают выполнение необходимых задач, что влияет на безопасность и увеличение дополнительных расходов на техническое обслуживание. Проблема протокольной несовместимости различных подсистем на транспорте также понижает безопасность транспортной сети. Все это подтверждает актуальность проблемы повышения работоспособности системы управления транспортом, которая прежде всего будет определяться качеством оперативно-технической связи на транспорте, что в данном контексте обуславливает необходимость перехода современного российского транспорта на новые телекоммуникационные технологии с использованием спутниковых систем отечественной радионавигации, радиоидентификации, радиомониторинга и радиоуправления, совместимых с системами радиосвязи других стран. Важный ключевой вопрос выбора наиболее качественной технологии с повышенной производительностью для применения ее транспорте.

Все современные технологии беспроводной связи в настоящее время двигаются в одном направлении — к системам на базе OFDM-MIMO и далее к системам 4-го поколения (или IMT-advanced в терминологии ITU).

У сотовых технологий одна четкая тенденция — миграция в сторону LTE, стандарта 3GPP (рис.1). У систем широкополосного беспроводного доступа (ШБД), а WiMax — единственный представитель среди всех ШБД-технологий, входящих в семейство IMT-2000, — две альтернативы: мигрировать в сторону LTE или развиваться в направлении IEEE 802.16m.

Если сравнивать диапазоны частот WiMax и LTE, то можно заметить полное совпадение в диапазоне 2,3 ГГц и частичное в 2,5 ГГц; диапазон 3,5 ГГц для FDD и TDD будет стандартизован в 3GPP Rel. 10. Таким образом, с точки зрения спектра имеются предпосылки миграции WiMax в сторону LTE.

Немаловажным фактором успеха новой технологии является наличие и разнообразие абонентских терминалов. Уже сейчас имеются производители абонентского оборудования LTE, причем производители чипсетов и терминалов TD-LTE имеются как в нише 3GSM, так и в нише WiMax. Ввиду схожести технологий WiMax и LTE для производителей WiMax не представит сложности создание двухрежимных терминалов WiMax/TD-LTE. Таким образом, имеются все предпосылки для создания единой экосистемы 3GSM-WiMax.

Ключевые особенности радиоинтерфейса WiMax 16e и LTE Rel.8

Обе технологии базируются на одном и том же радиоинтерфейсе MIMO-OFDM. Для

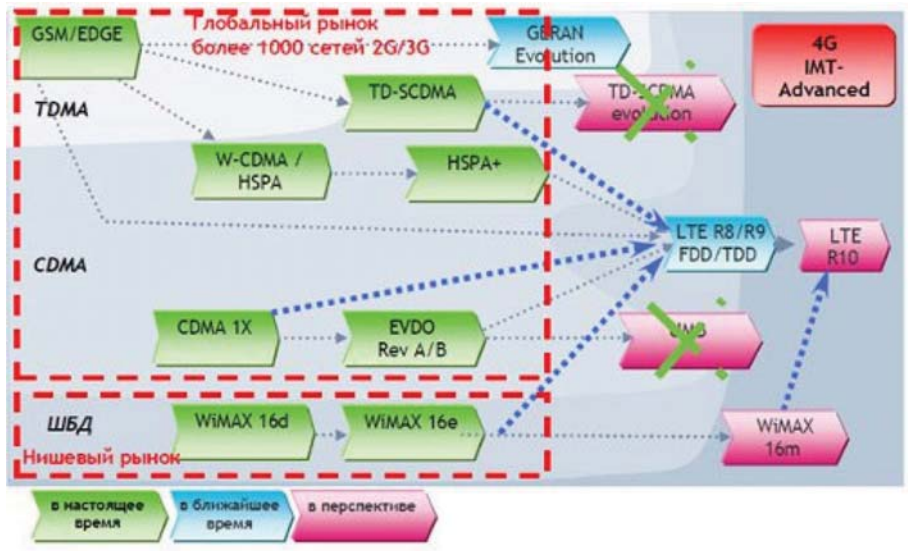


Рис.1. Эволюция технологий сотовой связи

определения имеющихся между ними различий, необходимо углубленно рассмотреть принципы организации радиоинтерфейса.

1. Многостанционный доступ

На линии вниз технологии LTE и линиях вверх и вниз технологии WiMax используется OFDMA — многостанционный доступ на базе ортогонального частотного мультиплексирования (OFDM).

В LTE на линии вверх отказались от OFDM, поскольку при сложении множества ортогональных поднесущих формируется сигнал с большим пик-фактором. Для передачи такого сигнала без искажений требуется высоко линейный, а значит, дорогостоящий усилитель. Для упрощения терминалов было решено использовать технологию SC-FDMA — мультиплексирование на одной несущей. Сигнал SC-FDMA обладает меньшим пик-фактором, в результате чего усилитель может работать в более эффективном режиме и с более высоким КПД.

2. Организация канальных ресурсов

При использовании MIMO в технологии WiMax ресурсы выделяются пользователям слотами, формируемыми из поднесущих и символов OFDM; при этом применяется метод расстановки поднесущих PUSC (Partial Usage of Subcarriers). Поднесущие объединяются в субканалы (рис.2), распределенные по всей несущей: на линии вниз 1 субканал = 24 поднесущих данных + 4 пилот-поднесущих (доля пилот-поднесущих 14,2 %); на линии вверх 1 субканал = 16 поднесущих данных + 8 пилот-поднесущих (доля пилот-поднесущих 33,3 %).

В LTE пользователям выделяются ресурсные блоки по 12 соседних поднесущих х 1 субкадр (рис. 3). 1 ресурсный блок = 12 поднесущих х 14 символов OFDM = 168 ресурсных элементов. Тот факт, что в пределах одного ресурсного блока (180 кГц) поднесущие коррелированы, позволяет сократить количество пилот-поднесущих для оценки канала на приемной стороне. На линии вниз в режиме MIMO 2x2 в каждом ресурсном блоке под пилоты резервируется 16 позиций из доступных 168 (доля пилотов — 9,5%). На линиях вверх и вниз размер ресурсного блока совпадает — 168 ресурсных элементов. На линии вверх под пилоты выделяются 36 позиций (доля пилотов — 21,4%). Таким образом, доля пилот-поднесущих в LTE в 1,5 раза меньше, чем в WiMax.

3. Диспетчеризация частотных ресурсов

В WiMax диспетчеризация ресурсов в частотной области осуществляется по принципу "frequency diversity scheduling", поднесущие, выделяемые пользователю, распределены по всему спектру канала. Делается это для рандомизации и усреднения влияния частотно-селективных замираний на широкополосный канал.

В LTE реализована другая техника борьбы с частотно-селективными замираниями: частотно-селективная диспетчеризация ресурсов "frequency selective scheduling". Для каждой абонентской станции UE (User Equipment) и каждого частотного блока несущей формируются индикаторы качества канала CQI (Channel Quality Indicator) (рис.4). В зависимости от требуемой для UE скорости передачи данных базовой станцией принимается решение о коли-

Таблица 1

Диапазон частот LTE 3GPP

Диапазон	Частоты, МГц	Обозначение	Примечание
33	1900 - 1920	TDD 2.1	Спектр UMTS TDD в Европе
34	2010 - 2025	TDD 2.1	Спектр TDD в Китае/ Спектр UMTS TDD в Европе
35	1850 - 1910		
36	1930 - 1990		
37	1910 - 1930	Между FDD-полосами PCS	
38	2570 - 2620	Между FDD-полосами IMT Extension	Фрагмент диапазона WiMAX 2,5 ГГц. В ряде стран проведены аукционы. Во многих странах планируются аукционы совместно с аукционами на частоты FDD
39	1880 - 1920		Спектр TDD в Китае
40	2300 – 2400		Китай / WiMAX 2,3 ГГц
41	3400-3600		Диапазон будет специфицирован в Rel 10. Соответствующий диапазон FDD – 20 (3410-3500 / 3510-3600)

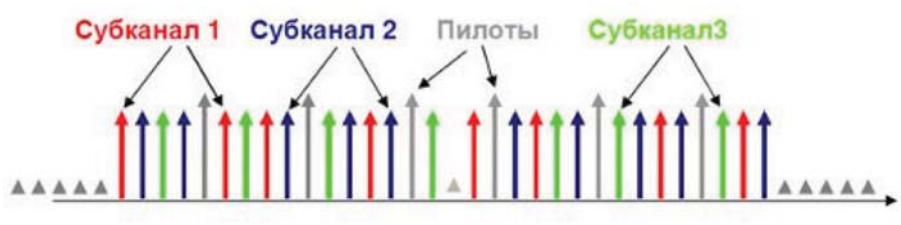


Рис. 2. Субканалы частотного канала WiMax

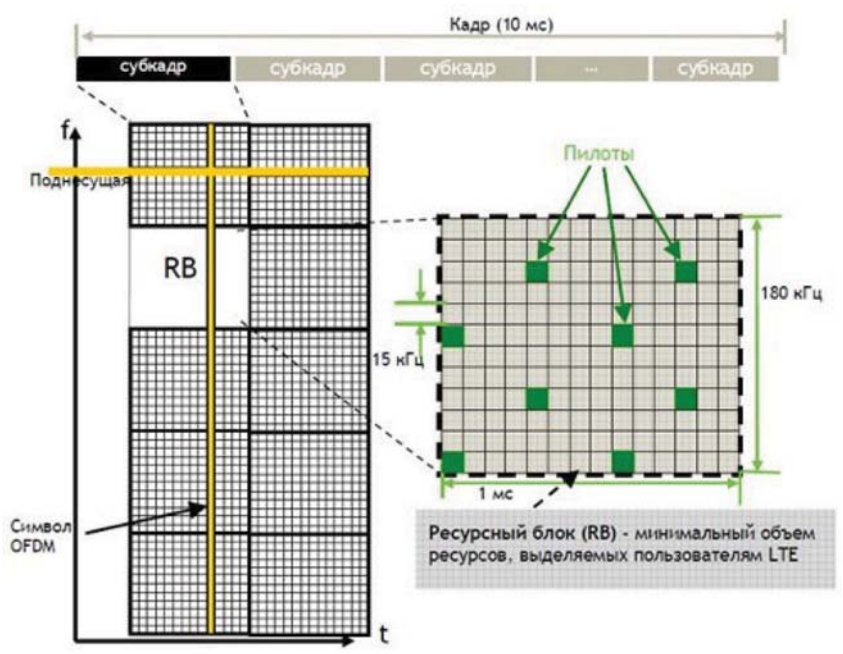


Рис. 3. Ресурсные блоки частотного канала LTE

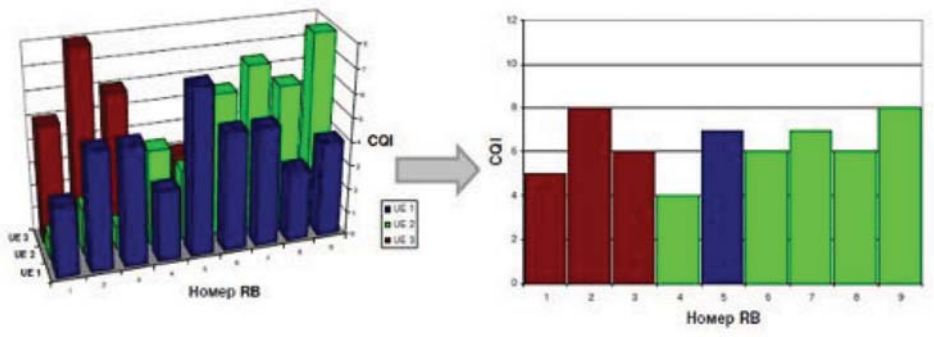


Рис. 4. Частотно-селективная диспетчеризация ресурсов LTE

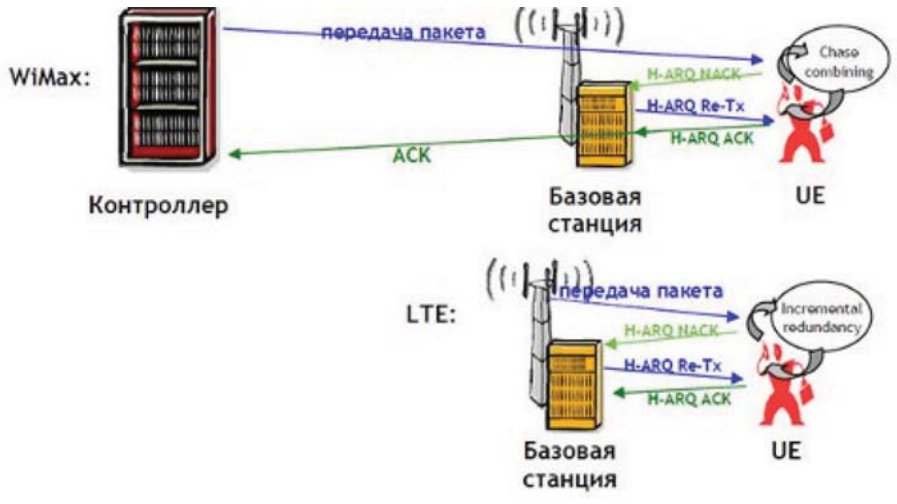


Рис. 5. Процедура HARQ

честве ресурсных блоков, выделяемых тому или иному пользователю, а какие именно частотные блоки выделять пользователям зависит от CQI. Пользователям выделяются те ресурсные блоки, которые обладают наивысшим CQI, а значит, наилучшим отношением сигнал/шум. Такой способ распределения ресурсов между пользователями дает заметный энергетический выигрыш по сравнению с рандомизированной раздачей частотных ресурсов.

4. Гибридная процедура повторной передачи по запросу

В обеих системах используется процедура повторной передачи HARQ (Hybrid Automatic Repeat reQuest) (рис.5). Благодаря упрощенной архитектуре LTE (в радиоподсистеме WiMax, как правило, имеется контроллер базовых станций, а в LTE он отсутствует) сократилось время на обработку пакетов до 10 мс, против 30 мс в WiMax.

Кроме того, для объединения повторно переданных пакетов в этих технологиях используются разные процедуры: "Chase combining" — в WiMax и "Incremental redundancy" — в LTE. В процедуре "Chase combining" осуществляется простое повторение пакетов, а в приемном устройстве накапливается энергия при каждой повторной передаче. В процедуре "Incremental redundancy" при каждой последующей повторной передаче меняется шаблон выкалывания бит в процессе турбокодирования. В декодирующем устройстве при каждой последующей передаче увеличивается число проверочных бит в декодируемом пакете. Второй метод гораздо эффективнее и дает заметный энергетический выигрыш.

5. Адаптация системы к характеристикам канала

В современных системах радиодоступа можно максимально учесть условия распространения радиоволн в канале связи и адаптироваться к ним путем выбора наиболее подходящей схемы модуляции и кодирования MCS (Modulation and Coding Scheme). Квадратурная амплитудная модуляция QPSK/16QAM/64QAM может комбинироваться с помехоустойчивым кодированием с различными скоростями.

В LTE доступны 29 схем MCS, для связи выбирается та, которая в данных условиях распространения радиоволн обеспечивает максимальную пропускную способность. Точность настройки на канал в зависимости от отношения сигнал/шум составляет 1-2 дБ. При высоком отношении сигнал/шум может использоваться скорость кодирования, близкая к 1. В WiMax число схем MCS в несколько раз меньше, точность настройки на канал более грубая — 2-3 дБ.

6. Управление мощностью

В любой сотовой сети поддерживаются процедуры управления мощностью передатчиков абонентских станций для борьбы с замираниями и компенсации потерь на линии. В классическом алгоритме мощность излучения пользовательских сигналов должна устанавливаться такой, чтобы уровни сигналов различных пользователей поступали на вход приемника базовой станции с отношением сигнал/шум, равным некоторому пороговому значению. Именно такой алгоритм используется в WiMax.

В LTE применяется модифицированный алгоритм — частичное управление мощностью FPC (Fractional Power Control). Пороговое отношение сигнал/шум меняется для пользователей в зависимости от их положения внутри соты: чем ближе UE к базовой станции, тем выше порог отношения сигнал/шум как критерий регулировки мощности. Следовательно, вблизи базовой станции UE работает с более высоким отношением сигнал/шум, с более высокой скоростью кодирования и кратностью модуляции, а значит, с более высокой спектральной эффективностью. Кроме того, работая с повышенной мощностью, UE может справляться с внутрисистемной интерференцией — подавлять соканальные помехи.

Кроме того, каждая базовая станция LTE контролирует уровень помех от соседних сот. Базовые станции периодически обмениваются индикаторами перегрузки OI (Overload

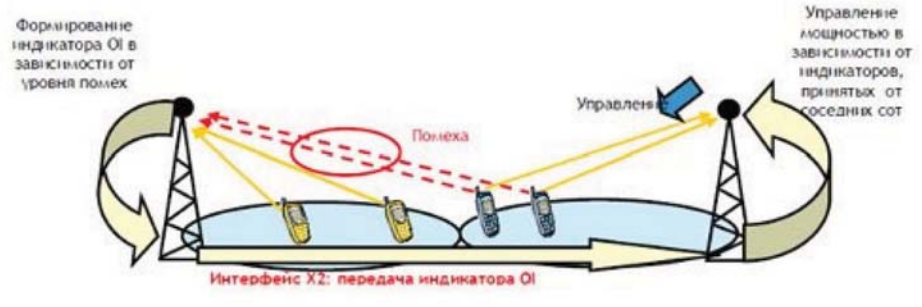


Рис. 6. Управление мощностью соседней базовой станции

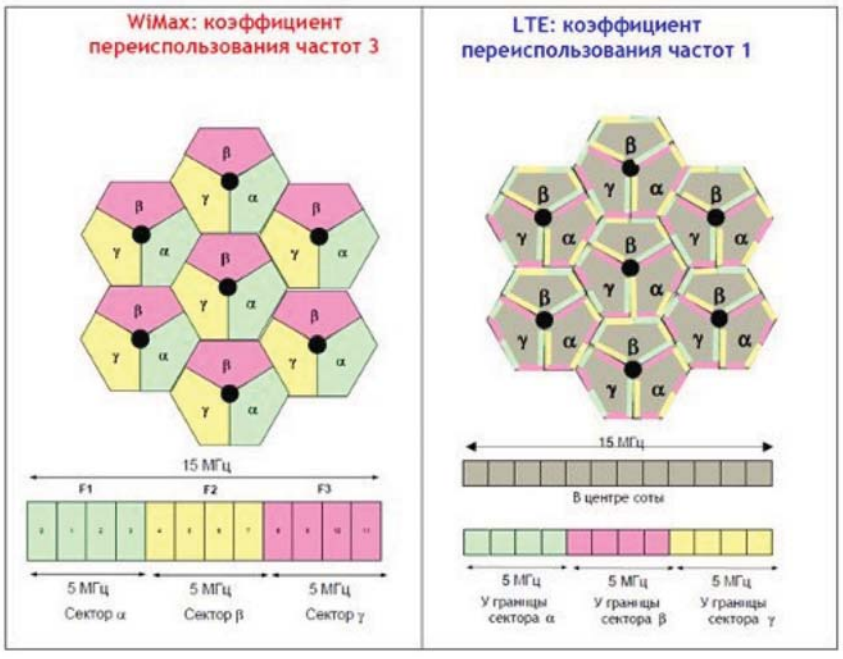


Рис. 7. Коэффициент переиспользования частот в сетях WiMAX и LTE

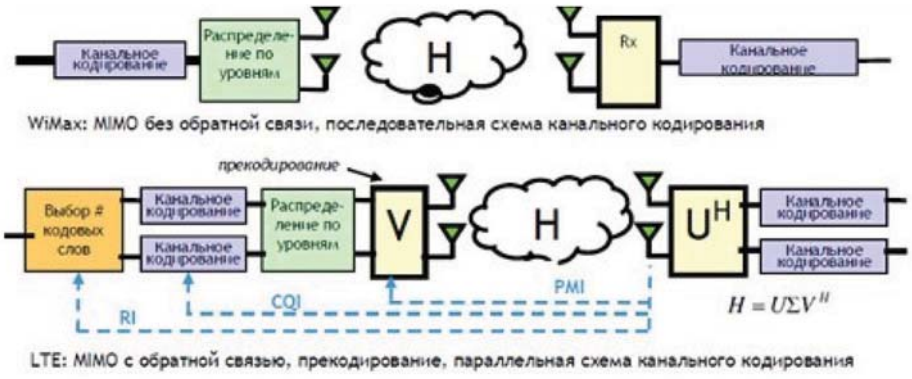


Рис. 8. Схемы MIMO в системах WiMax и LTE

Таблица 2

Различия в радиоинтерфейсе WiMax 16e и LTE Rel.8

Характеристика	LTE	WiMax	Влияние на систему
Многостанционный доступ	OFDMA на DL, SC-FDMA на UL	OFDMA на DL и UL	SC-FDMA: снижается пик-фактор, упрощается терминал, повышается КПД
Диспетчеризация частотных ресурсов	Селективная	Рандомизированная	Частотная селективная диспетчеризация – дополнительный энергетический выигрыш
Заголовки/ служебная информация	Сравнительно малые заголовки	Достаточно большие заголовки	Снижение заголовков повышает спектральную эффективность
Объединение пакетов в HARQ	Incremental redundancy	Chase combining	Дополнительный энергетический выигрыш при использовании Incremental redundancy
Задержка на обработку пакетов	10 мс	30 мс	Упрощенная архитектура сети LTE позволяет снизить задержку
Адаптация системы к каналу	Высокая точность (1-2 дБ)	Грубая настройка (2-3дБ)	Адаптация системы с высокой точностью повышает спектральную эффективность
Управление мощностью	Частичное управление мощностью	Классический алгоритм	Частичное управление мощностью – компромисс между пропускной способностью на краю и в сумме по соте
Переиспользование частот	Коэффициент 1	Коэффициент 3	Меньше коэффициент, выше спектральная эффективность
Схемы MIMO	CL-MIMO, параллельное кодирование	MIMO без обратной связи, последовательное кодирование	Обратная связь, MIMO с прекодированием, приемник SIC – дополнительный энергетический выигрыш

Indicator), указывающими, в каком ресурсном блоке уровень помех превышает пороговое значение. Индикатор OI формируется по результатам измерения базовой станцией уровней помех и фонового шума для каждого частотного блока в соте. Параметры управления мощностью устанавливаются в зависимости от принятого OI: если для какого-либо блока указывается высокий уровень помех, то базовая станция передает команду снизить мощность UE, излучающего в данном ресурсном блоке (рис. 6).

7. Коэффициент переиспользования частот

Базовая схема переиспользования частот WiMax строится на трех частотных каналах. При трехсекторной конфигурации сайтов в каждом из секторов используется один из трех частотных каналов (рис.7). Коэффициент переиспользования частот в данном случае равен 3.

Работа сети LTE осуществляется с коэффициентом переиспользования частот 1, т.е. все базовые станции работают на одной несущей. Внутрисистемные помехи в данной системе минимизируются благодаря частотно-селективной диспетчеризации, координации помех между сотами, гибкому частотному плану. Для пользователей в центре любой соты могут выделяться ресурсы из всей полосы канала (рис.7 — серая зона). Пользователям на краях сот выделяются ресурсы только из определенных поддиапазонов. Таким образом, в каждой соте известно, в каком поддиапазоне концентрируются помехи на ее границах. Положение UE, на краю соты или вблизи базовой станции, идентифицируется по периодическим отчетам UE об уровнях сигналов соседних сот (для поддержки хэндовера).

8. Схемы MIMO

Если в системе MIMO можно передать от приемника к передатчику информацию о характеристиках канала распространения радиоволн, то на передающей и приемной сторонах имеется возможность сформировать оптимальным образом пространственные каналы распространения отдельных сигнальных потоков таким образом, чтобы минимизировать их взаимную интерференцию, а это значительно повышает энергетический бюджет соединения.

Именно такой принцип заложен в LTE, где реализуется схема MIMO с обратной связью CL-MIMO (Closed Loop MIMO). В приемнике после оценивания канала выбирается соответствующая прекодирующая матрица, а номер оптимальной прекодирующей матрицы PMI (Precoding Matrix Indicator) посылается передатчику. Обратная связь в схеме MIMO WiMax не

Рис. 9. Конфигурация оборудования

предусмотрена.

Различаются в этих системах схемы канального кодирования, предшествующего обработке MIMO. В WiMax — последовательное кодирование, а в LTE — параллельное (рис. 8).

При параллельной схеме, входные данные демультиплексируются на два потока, каждый из которых в отдельности подвергается помехоустойчивому кодированию. Закодированные потоки подаются в схему MIMO. На приемной стороне осуществляются обратные операции, после снятия помехоустойчивого кода в обеих ветвях декодированные данные подаются обратно в приемник — обработчик MIMO: реализуется итерационный алгоритм совместной демодуляции MIMO и канального декодирования, позволяющий заметно улучшить работу приемника и снизить требуемое отношение сигнал/шум на входе приемника. Данный алгоритм называется алгоритмом последовательного исключения демодулированных компонент SIC (Successive Interference Cancellation). При последовательном канальном кодировании, как в WiMax, этот алгоритм нереализуем. В таблице 2 приведены все описанные различия между двумя системами.

Таблица 3

Исходные данные для сравнения систем LTE и WiMax

Параметр	LTE	WiMax
Стандарт	3GPP Release 8	IEEE 802.16e
Дуплекс	TDD	TDD
Диапазон частот	2.3 ГГц	2.3 ГГц
Соотношение TDD, DL/UL	1:1	3:2
Системная полоса	15 МГц	15 МГц
Переиспользование частот	1	3
Число секторов BTS	3	3
Полоса на сектор	15 МГц	5 МГц
Схема MIMO на линии вниз	2x2	2x2
Схема MIMO на линии вверх	Разнесенный прием	Разнесенный прием
Высота антенны базовой станции	25 м	25 м
Высота UE	1,5 м	1,5 м
Сервис	Передача данных	Передача данных

Таблица 4

Энергетический бюджет для условий средней городской застройки (UR)

Параметр	LTE	WiMax	Примечание
Скорость передачи данных, гарантируемая на краю соты	144 кбит/с	144 кбит/с	На краю соты обычно не гарантируют высокой пропускной способности
Число ресурсных блоков/субканалов	3 ресурсных блока	5 субканалов PUSC	Среднее количество передач в HARQ: 1,5 – в LTE; 2 – в WiMax
Используемая полоса	540 кГц	1313 кГц	
Модуляция и кодирование	QPSK 0,66	QPSK 0,5	Используется MCS с высокой помехоустойчивостью
Отношение С/Ш в приемнике	2,3 дБ	4,0 дБ	Зависит от алгоритмов цифровой обработки сигналов
Коэффициент шума приемника	2,5 дБ	2,5 дБ	Зависит от характеристик входных РЧ-цепей
Чувствительность приемника	**-111,9 дБм**	**-106,3 дБм**	Разница из-за различий в полосе принимаемого сигнала и отношении сигнал/шум
Усиление антенны	18,0 дБи	18,0 дБи	
Потери в фидерном тракте	0,5 дБ	0,5 дБ	
Вероятность радиопокрытия	95%	95%	
Стандартная девиация потерь на затенение	8,0 дБ	8,0 дБ	
Запас на затенение	8,7 дБ	8,7 дБ	
Выигрыш от хэндовера	3,6 дБ	3,6 дБ	
Потери на проникновение в помещение	17 дБ	17 дБ	Зависят от типа застройки: DU – 20 дБ; UR – 17 дБ; SU - 14 дБ; RU – 8 дБ
Запас на помехи	3,0 дБ	3,0 дБ	
ЭИИМ UE	23,0 дБм	23,0 дБм	
MAPL	**127,4 дБ**	**121,8 дБ**	Из-за разницы в чувствительности приемников
Радиус соты в городе (UR)	**0,56 км**	**0,39 км**	Используется модель распространения радиоволн COST231-HATA

Оценка радиопокрытия

Теперь мы можем посмотреть, как различия в радиоинтерфейсе влияют на радиопокрытие. Анализ радиопокрытия для двух систем проводился для конфигурации оборудования: трехсекторная распределенная базовая станция, абонентский терминал — компьютер (карта PCMCIA)(рис.9). Исходные данные для сравнения приведены в табл. 3.

Анализ радиопокрытия начинают с вычисления энергетического бюджета или максимально допустимых потерь на линии MAPL (Maximum Allowable Path Loss). Как для LTE, так и для WiMax (из-за большого дисбаланса мощности передатчиков UE и базовой станции ~ 20 дБ) ограничивающей линией по дальности связи в большинстве случаев является линия вверх, поэтому расчет MAPL выполнен для линии вверх. Энергетический бюджет рассчитывается для UE на краю соты и излучающего сигнал на максимальной мощности. Результаты расчета приведены в табл. 4.

MAPL в системе LTE на 5,6 дБ больше по сравнению с системой WiMax, то есть LTE обеспечивает лучшее радиопокрытие.

Оценка емкости

Анализ пропускной способности соты проводился путем статистического моделирования в три этапа.

1. Моделирование канального уровня — получение зависимости пропускной способности базовой/абонентской станции от отношения сигнал/шум на входе приемника.

2. Моделирование системного уровня по методу Монте-Карло — получение функции распределения вероятности отношения сигнал/шум в соте, учитывающего мощность помех от соседних сот.

3. Вычисление средней пропускной способности соты путем интегрирования характеристики канального уровня по плотности распределения отношения сигнал/шум в соте.

В таблице 5 представлены результаты

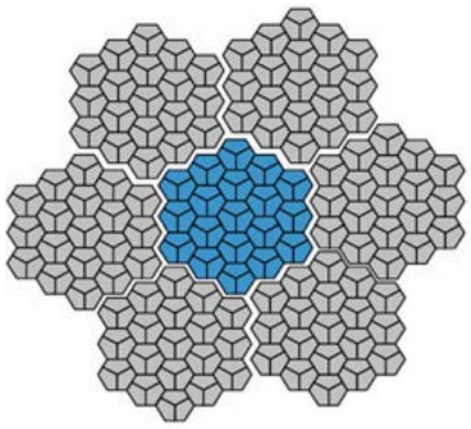


Рис. 10. Топология моделируемой сети

Таблица 5

Средняя пропускная способность соты

Параметр	LTE/ 3GPP Rel.8	WiMAX/ IEEE 802.16e
Конфигурация сети	15 МГц, коэф. переисп.частот 1, ширина канала в секторе 15 МГц, соотношение TDD 1:1, MIMO 2x2	15 МГц, коэф. переисп.частот 3, ширина канала в секторе 5 МГц, соотношение TDD 3:2, MIMO 2x2
Средняя пропускная способность соты на линии вниз	**11,8 Мбит/с** *(пиковая – 60 Мбит/с)*	**5 Мбит/с** *(пиковая – 13,5 Мбит/с)*
Средняя пропускная способность соты на линии вверх	**4,8 Мбит/с** *(пиковая – 20 Мбит/с)*	**1,5 Мбит/с** *(пиковая – 5 Мбит/с)*

вычисления средней пропускной способности в сети, по конфигурации близкой к полученной нами в процессе радиопланирования в предыдущем разделе, специфицируемой NGMN как сценарий 1: расстояние между сайтами — 500 м, в среднем — 10 активных пользователей в соте, потери на проникновение в здание — 20 дБ, характеристики оцениваются для кластера из 19 3-секторных сайтов, имитируются 6 окружающих зеркальных кластеров для учета помех в граничных сотах (рис. 10).

По результатам приведенных в таблице 5 результатов можно сделать вывод, что пропускная способность соты LTE на линиях вниз и вверх выше, чем пропускная способность WiMAX.

Выводы

Как видно из анализа, технологии LTE и WiMAX для мобильной связи, предназначены для разных рынков, хотя и используют схожие радиотехнологии, но для применения на транспорте первая имеет небольшое преимущество: исходя из результатов проведенного анализа двух широкополосных стандартов 4 поколения можно сделать вывод о том, что характеристики радиопокрытия и емкости сети LTE значительно выше характеристик WiMax.

Однако каждая методика в настоящее время занимает свою долю рынка, что дает возможность различным классам абонентов получить качественную и высокоскоростную связь.

Современная радиосвязь является основой для повышения уровня безопасности всех видов транспорта. Задачу повышения безопасности и эффективности применения транспорта можно решить путем интегрирования всех видов применяемых и перспективных технологий и систем радиосвязи, радионавигации. Это достигается прежде всего повышением качества применяемых видов радиосвязи, применением современных систем связи, навигации и единых стандартов связи.

Литература

1. **Stefania Sesia, Issam Toufik, Matthew Baker.** LTE — The UMTS Long Term Evolution. From Theory to Practice. — John Wiley & Sons Ltd, 2009 — 611 с.

2. **Донченко А.А., Легков К.Е.** Беспроводные городские сети: анатомия стандартов IEEE 802.16.// Сборник трудов СКФ МТУСИ — 2009. Ростов-на-Дону: СКФ МТУСИ, 2009. С. 46-49.

3. **Легков К.Е., Донченко А.А., Садовов В.В.** Современные технологии беспроводного широкополосного доступа 802.16e и LTE: перспективы внедрения на транспорте// T-Comm — Телекоммуникации и транспорт, 2010. — №2. — С.30-33.

4. **Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Юрчук А.Б.** Сети мобильной связи LTE: технологии и архитектура. — М.: Эко-Трендз, 2010. — 284 с.

5. **Варукина Л.А..** Координация помех в сетях LTE// Радиочастотный спектр, 2010. — №2. — С. 30-33.

6. **Варукина Л.А.** Технология MIMO в системах LTE// Электросвязь, 2009. — №11. — С. 52-55.

Wireless networks of new generation WiMax and LTE: the productivity analysis at application on transport

Legkov K.E.

Abstract

Now the most widespread technology of wireless access which is everywhere applied to transfer of a considerable quantity of the traffic of a various kind, the standard of wireless local networks IEEE 802.11 is. Networks of so-called standard IEEE 802.11n became one of the most perspective directions of development of technology Wi-Fi. At the expense of application of technologies MIMO possibility increase of channel speed in a network of the given standard is defined. However, the further development of wireless technologies has brought in our life some more perspective standards: the standard of wireless networks of city scale IEEE 802.16 and new standard LTE, the successor of cellular networks of standard HSPDA. Having inherited classical architecture of cellular networks, LTE has got the high throughput exceeding those even of current generation 802.16e.

Modern Russian transport is in a modernization stage that is absolutely necessary for increase of safety and efficiency of transportations. For achievement of it the modern system capable automatically to operate available resources is required and operatively to make decisions at corresponding level. Working capacity of the given system will be defined by quality of operating-technical communication on transport. The important key question of a choice of the most qualitative technology with the raised productivity for application on transport also is considered by the author in article.

Keywords: *Wireless systems, the standard, a range of frequencies, the terminal, the channel.*

Способ увеличения пропускной способности узкополосной нестационарной радиолинии автоматизированной системы радиосвязи ВЧ-диапазона

Предложен способ увеличения пропускной способности узкополосной радиолинии ВЧ-диапазона путем применения адаптации по скорости передачи информации с фиксированным коэффициентом ошибок. Рассмотрены вопросы влияния числа сигнально-кодовых конструкций, применяемых адаптивной системой радиосвязи, на эффективность использования полосы пропускания канала связи. Введён и обоснован критерий эффективности адаптации, предложен способ определения оптимального числа сигнально-кодовых конструкций. Определены условия применимости и целесообразности использования адаптивного режима связи. Проведены сравнительные данные численного моделирования для адаптивной и неадаптивной систем связи.

Ключевые слова: *пропускная способность, адаптивная систе-ма, эффективность адаптации, критерий эффективности, отношение сигнал/шум.*

Патшин А.В.,
Инженер по поддержке и эксплуатации оборудования, ООО Аджилент Текнолоджиз, alexander_patshin@agilent.com
Кубанов В.П.,
д.т.н., профессор ПГУТИ, Первый проректор, kubanov@psati.ru
Сподобаев Ю.М.,
д.т.н., профессор ПГУТИ, Зав. кафедрой электродинамики и антенн, spod@psati.ru

Развитие отрасли связи в настоящее время характеризуется расширением номенклатуры услуг, интенсивно внедряются новые телекоммуникационные технологии и новые поколения технических средств связи. Обратной стороной этого процесса является быстрый рост объема трафика, что, в свою очередь, предъявляет непрерывно возрастающие требования к эффективности использования сетей и систем связи, в том числе – к эффективности использования пропускной способности каналов связи.

Несмотря на широкое распространение и доступность в современных условиях услуг высокоскоростных телекоммуникационных сетей, ВЧ радиосвязь, в силу ее известных достоинств (тактическая гибкость, живучесть, мобильность, крайне слабая зависимость от инфраструктуры и т.д.), сохраняет свое значение как резервное, аварийное, а в ряде случаев и основное средство связи.

Недостатки ВЧ-радиосвязи также общеизвестны. Прежде всего, это относительно низкая надежность, обусловленная наличием помех и замираниями ионосферного радиоканала. Кроме того, существенными являются ограничения рабочей скорости передачи данных, вызванные ограничением рабочей полосы частот.

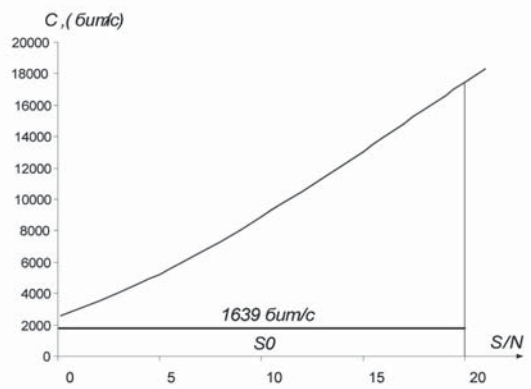


Рис. 1. Пояснение эффективности неадаптивной системы связи

Известно, что скорость передачи по каналу связи с ограниченной полосой и действующим отношением сигнал/шум ограничивается фундаментальным соотношением, известным как предел Шеннона [1]:

$$C = W \log\left(1 + \frac{S}{N}\right). \qquad (1)$$

Для наглядности это соотношение можно представить в виде графика, показывающего теоретический предел скорости передачи для текущего отношения сигнал/шум (S/N) (рис. 1). Реальные системы работают ниже этого предела.

На этапе проектирования неадаптивной системы связи задается рабочий диапазон отношений сигнал/шум, а также допустимая вероятность битовой ошибки в принятых данных [2]. Из рис. 1, видно, что в области высоких отношений S/N возможна передача с гораздо более высокой скоростью, чем в области низких значений. Основной идеей адаптивной системы связи является изменение рабочей скорости в соответствии с изменяющимся отношение S/N путем смены сигнально-кодовой конструкции (СКК).

Таким образом, в канале с переменным отношением S/N на протяжении сеанса связи, коим является ВЧ-радиоканал, смена СКК с целью увеличения средней скорости передачи является целесообразной.

На рис. 2 площадь фигуры S0 значительно меньше площади фигуры, образованной фигурами S1, S2, S3, S4 на рис. 2. На рисунке 2 вся область отношений сигнал/шум разбита на 4 поддиапазона. Очевидно, что площади фигур под кривой Шеннона отражают эффективность использования полосы пропускания канала связи. На основании отношения площадей был сформулирован показатель эффективности системы связи и обоснован соответствующий критерий. Показатель эффективности в одной точке отношения сигнал/шум (локальный) равен:

$$E(P_c / P_ш) = \frac{C}{C_ш} = \frac{V_{мод} \cdot M \cdot R_п \cdot R_к}{\Delta F \cdot \log_2(1 + P_c / P_ш)}. \qquad (2)$$

$V_{мод}$ - скорость манипуляции, Бод, M - кратность модуляции, бит/символ, $R_п$ - относительная скорость пакетирования, $R_к$ - относительная скорость кода, ΔF - ширина рабочей полосы частот, $P_c / P_ш$ - отношение мощности сигнала к мощности шума, C - скорость передачи рассматриваемой системы связи, $C_ш$ - предельная скорость передачи согласно теореме Шеннона) и соответствующий интегральный показатель:

$$E = \int_a^b C(x)dx \left[\int_a^b \Delta F \cdot \log_2(1+x)dx \right]^{-1}, \qquad (3)$$

(*a* и *b* – соответственно нижняя и верхняя границы области изменения отношения сигнал/шум, *x* – отношение сигнал/шум). Интегральный показатель может быть применен как в пределах поддиапазона, так и для всего диапазона отношений сигнал/шум в целом.

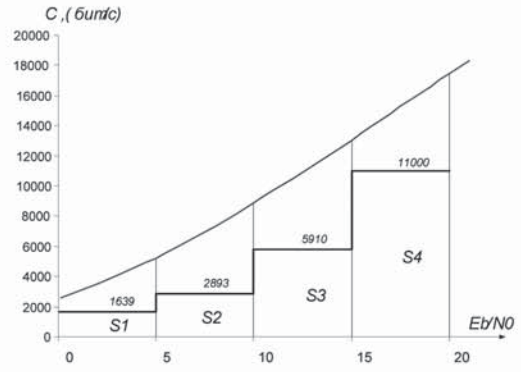


Рис. 2. Пояснение эффективности адаптивной системы связи

Очевидно, что увеличивая число поддиапазонов (в каждом из которых работает определенная сигнально-кодовая конструкция), можно добиться существенного увеличения показателя эффективности адаптивной системы радиосвязи по сравнению с неадаптивной. Однако, в реальности увеличение числа поддиапазонов может повлечь за собой снижение устойчивости системы связи и рост объема служебных данных, необходимых для согласованной смены сигнально-кодовых конструкций на приемной и передающей сторонах. Снижение устойчивости объясняется прежде всего тем, что с увеличением числа поддиапазонов, уменьшается ширина каждого из них. Отношение сигнал/шум в канале изменяется произвольным образом и на произвольную величину. Следовательно, возможна ситуация, когда в быстро меняющемся канале связи будут циркулировать только пакеты автоматизированной адаптации. Полоса пропускания канала в этом случае будет расходоваться на попытки синхронизации системы. Кроме того, для повышения устойчивости адаптивной системы на границах смены рабочих скоростей должна быть предусмотрена зона защитного гистерезиса. В силу приведенных выше причин, максимальное число поддиапазонов в системах связи ВЧ-диапазона более шести не целесообразно.

Основной сложностью на пути практической реализации системы связи с адаптацией по скорости передачи является необходимость синхронизации приемной и передающей части оборудования. При каждом переключении скорости приемный и передающий модемы затрачивают некоторое время на взаимную синхронизацию. В этот момент передача информации между сторонами невозможна, что приводит к потерям потенциально переданной за этот промежуток времени информации. Если на этапе проектирования системы задать предельную величину потерь в процентах от общего объема трафика на синхронизацию и передачу служебных данных, то можно определить минимальное время, через которое возможна смена скорости – период адаптации T_a. Иными словами, для каждой адаптивной системы с и фиксированными издержками существует период адаптации. Величина, обратная T_a – максимальная частота адаптации.

Максимальная частота адаптации ограничена скоростью синхронизации модемов приемной и передающей сторон, скоростью служебного канала синхронизации параметров. Служебный канал может входить как в состав основного канала передачи данных путем временного или кодового мультиплексирования [3], так и быть организован в отдельной полосе частот вблизи основной. К этому каналу предъявляются более жесткие требования по надежности передачи, однако скорость может быть существенно ниже скорости основного канала передачи данных.

Итак, подводя промежуточный итог, можно отметить, что малое число поддиапазонов разбиения рабочей области сигнал/шум приводит к уменьшению показателя эффективности. Чрезмерное же его увеличение может свести передачу пользовательских данных к нулю из-за потери синхронизации и самовозбуждении системы.

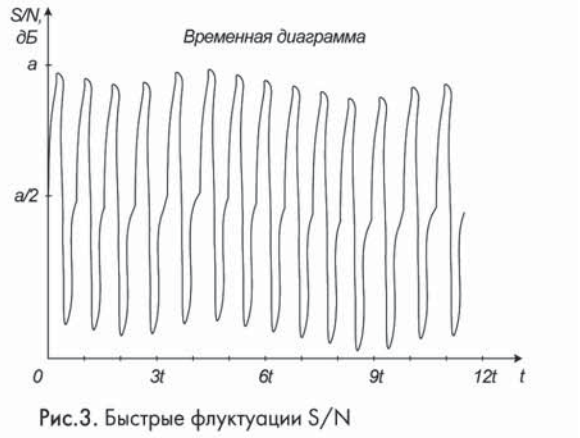


Рис.3. Быстрые флуктуации S/N

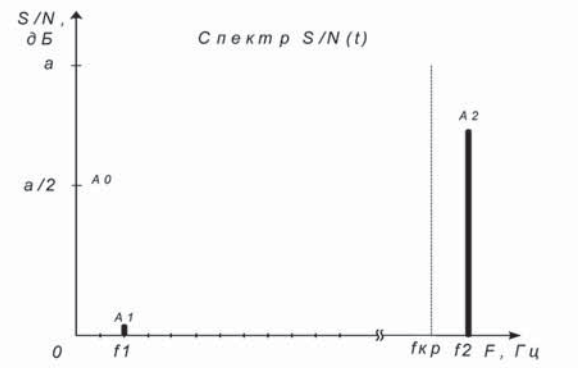


Рис.4. Спектр быстрых флуктуаций S/N

Так какое же количество поддиапазонов является оптимальным с точки зрения максимизации показателя эффективности, и как следствие, увеличения средней скорости передачи при фиксированном коэффициенте ошибок в принятых данных? Для получения ответа на этот вопрос рассмотрим несколько случаев. Обратимся к рисункам. На рисунке 3 изображен график быстрых и глубоких изменений огибающей отношения S/N, на рис. 4 соответствующий ему спектр. График огибающей получен с выхода системы АРУ (автоматической регулировки усиления) приемника. Рисунок 3 наиболее характерен для быстрых замираний в ВЧ-радиоканале, но, как правило имеет более сложную форму. В данном случае нас интересует только основная гармоника оги-

бающей и форма не играет существенной роли. Как видно из спектра, основная гармоника лежит за пределами критической частоты. Критическая частота

$$f_{кр} = \frac{2}{T_a} \qquad (4)$$

определяет максимальную частоту гармоники, к которой способна адаптироваться система связи. Следовательно, если основная частота огибающей лежит за пределами границы критической частоты, адаптацию в диапазоне амплитуды этой гармоники проводить бессмысленно – система не обладает такой скоростью реакции, чтобы обеспечить заданный коэффициент ошибок. В этом случае необходимо выбрать число поддиапазонов деления, равное 1 – неадаптивный режим с минимальной кратностью модуляции и скоростью помехоустойчивого кода. Рассмотрим случай постоянного отношения сигнал/шум в течении сеанса связи – рисунок 5. В этом случае наиболее целесообразно работать с максимально возможной скоростью передачи, ширина поддиапазона может быть минимальной, так как флуктуаций изменения сигнал/шум не происходит, потери адаптации равны нулю.

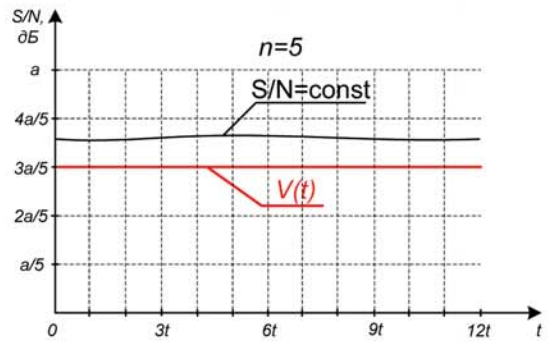


Рис.5. Стабильное отношение S/N

Таблица

Тип СКК	Адаптивная	УПС-4800
Модель 1	58 670	48 000
Модель 2	63 015	43 200
Модель 3	27 192	7 400

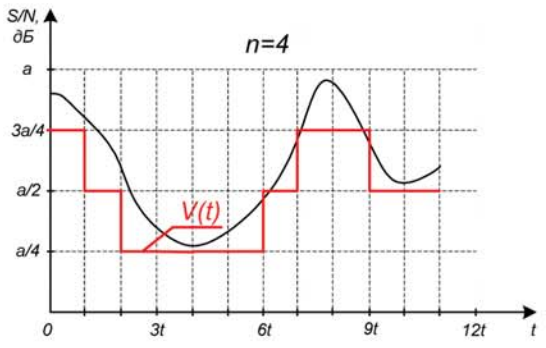


Рис. 6. Медленные флуктуации S/N

На рисунке 6 изображен промежуточный случай, когда отношение сигнал/шум меняется по произвольному закону. Из рисунка видно, что скорость передачи $V(t)$ меняется в соответствии с отношением S/N в канале связи

На основании анализа моделей ВЧ-канала связи [4] можно утверждать, что флуктуации огибающей S/N носят периодический характер. Вычисленное количество поддиапазонов на протяжении одного периода колебания будет справедливо на протяжении по меньшей мере нескольких периодов (несколько минут сеанса связи), после чего оценка повторяется.

Для вычисления наиболее предпочтительного числа поддиапазонов необходимо накопить статистику изменения S/N за время в несколько десятков периодов адаптации T_a, после чего произвести расчет для всех возможных вариантов разбиения. Для учета потерь из рассчитанного объема трафика следует вычесть потери, вызванные сменой рабочей скорости (время синхронизации) и перезапросами поврежденных пакетов.

Если рассчитанный объем трафика максимален более чем для одного варианта разбиения на поддиапазоны, выбрать следует тот, который обеспечивает наименьшее число переключений рабочей скорости. В таком случае обеспечивается более стабильная работа системы синхронизации и большая устойчивость к самовозбуждению.

Метод непосредственного подсчета обладает низкой вычислительной сложностью, достаточной точностью и позволяет произвольным образом выбирать ширину каждого поддиапазона.

С целью апробации предложенного способа оценки оптимального числа сигнально-кодовых конструкций было произведено моделирование в среде Matlab. В результате моделирования были получены значения переданного трафика за фиксированное время сеанса связи для промышленного модема УПС-4,8 КВ [5] и адаптивной системы связи. Результаты для трех моделей канала связи представлены в таблице.

Из таблицы видно, что система связи с адаптацией по скорости передачи обеспечивает выигрыш по объему переданного трафика за равное время, и, как следствие, обладает большей эффективностью использования полосы пропускания.

Литература

1. **Финк Л.М.** Теория передачи дискретных сообщений. – М.: Сов. Радио, 1970. – 728 с.

2. ГОСТ Р 51820-2001 Устройства преобразования сигналов для радиоканалов тональной частоты. Типы, технические характеристики и параметры сопряжения. – 15 с.

3. **Скляр Бернард.** Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр.: / Пер с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2004. – 1104 с.: ил. – Парал. тит. англ.

4. **Кеннеди Р.** Каналы связи с замираниями и рассеянием. – М.: Сов. Радио, 1973. – 304 с.

5. УПС-4,8КВ-М: Краткое описание / ФГУП Пензенский научно - исследовательский электротехнический институт. - http://www.pniei.penza.ru/production/ups-4_8.htm.

METHOD OF INCREASING CHANNEL CAPACITY OF NONSTATIONARY NERROWBAND RADIOCHANNEL IN AUTOMOTIVE ADAPTIVE HF BAND COMMUNICATION SYSTEM

Patshin, A.V., Kubanov V.P., Spodobaev Y.M.

Abstract

Method of increasing the capacity of narrowband HF radio band by applying the adaptation speed transmission with a fixed rate of errors was proposed. The impact of signal-code structures used adaptive radio system, the efficiency of bandwidth due consideration. Introduced and proved the efficiency criterion of adaptation, a method for determining the optimal number of signal-code constructions. The conditions of applicability and feasibility of using adaptive communication mode thinned. Comparative data for the numerical simulation of adaptive and maladaptive communication systems are presented.

Key words: *Channel capacity, adaptive system, adaptation effectiveness, effi-ciency criterion, signal to noise ratio.*

References

1. Fink L.M. The theory of transmission of discrete messages [Tyeoriya peredachi diskretnykh soobshchenij]. — Moscow: Sov. Radio, 1970. — 728 p.
2. GOST R 51820-2001 signal conversion devices for radio frequency tone. Types, specifications and data interface. - 15.
3. Bernard Sklar. Digital communication. The theoretical basis and practical application.[Tsifrovaya svyaz'. Tyeoreticheskie osnovy i prakticheskoe primenenie] Publ. 2nd, rev.: Translation from English. — M.: Publishing house "Williams", 2004. - 1104 p.: — A pair. tit. Engl.
4. Kennedy R. Communication channels with fading and scattering. — Moscow: Sov. Radio, 1973. — 304 p.
5. UPS-4, 8KB-M: A brief description / Penza Federal State Unitary Enterprise Scientific - Research Institute of Electrical Engineering. — http://www.pniei.penza.ru/production/ups-4_8.htm.

17–19 октября 2012

ВЫСТАВКА itCOM

X специализированная выставка /Информационные технологии/ /Телекоммуникации/

Современные услуги связи
Телекоммуникационные технологии
Мультимедиа
Программное обеспечение
Оргтехника
Автоматизация бизнеса
Информационные технологии в рекламе
ФотоЭкспо
E-business
Кабельное и спутниковое телевидение

Сибирь международный выставочно-деловой центр имени Карена Мурадяна

Официальная поддержка:

Организатор – ВК «Красноярская ярмарка»
МВДЦ «Сибирь», ул. Авиаторов, 19
тел.: (391) 22-88-613, 22-88-611 — круглосуточно
itcom@krasfair.ru, www.krasfair.ru

Оборудование для изменения магнитного состояния тонкопленочного слоя магнитного носителя информации

Рассмотрены методы для анализа стирания информации с магнитных носителей путем визуализации отдельных фрагментов магнитных дисков. Определен наиболее перспективный метод, обеспечивающий изменение магнитного состояния тонкопленочного слоя магнитного носителя информации с одновременной визуализацией. Показано, что магнитооптические методы визуализации магнитных полей позволяют достичь высокого разрешения. Они не разрушают магнитную структуру носителей информации. Позволяют наблюдать магнитный рельеф поверхности диска. Проведенные исследования позволили сформулировать требования к величинам магнитных полей, необходимым для эффективного перемагничивания тонкопленочных слоев носителей информации и стирания записанной на них информации. На основании этих требований разработано оборудование для изменения магнитного состояния тонкопленочного слоя магнитного носителя информации. Оборудование регистрирует магнитный рельеф записи, а также изменения магнитного состояния тонкопленочного слоя магнитного носителя информации до стирания информации и после стирания, внешним импульсным магнитным полем и обеспечивает визуальное наблюдение фрагментов магнитного рельефа на любом участке магнитного носителя информации. Автоматически, магнитный рельеф записи на тонкопленочной магнитной пластине магнитного носителя информации преобразовывает в электропотенциальный рельеф, соответствующий пространственному распределению напряженности магнитного поля на поверхности магнитного носителя информации. Оборудование малогабаритное и размещается непосредственно в системном блоке персонального компьютера. Позволяет проводить качественный визуальный анализ состояния магнитных дисков после стирания информации устройствами других производителей.

Ключевые слова: *Визуальный контроль, магнитное поле, сканирующая зондовая микроскопия, носитель информации, магнитный диск, магнитный рельеф, стирание информации, напряженность магнитного поля.*

Хлопов Б.В.,
ФГУП "ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга", начальник научно-технического отдела, доцент, к.т.н., член корреспондент РАЕН,
hlopovu@yandex.ru

Введение

В настоящее время зарубежной и отечественной промышленностью широко изготавливаются и поставляются устройства стирания информации с магнитных носителей. Чтобы оценить надежность удаления данных, каждым из устройств необходим инструмент, позволяющий зарегистрировать фрагменты записи и представить потребителю происходящие в процессе стирания информации изменения. Таким инструментом может быть оборудование для визуализации и изменения магнитного состояния тонкопленочного слоя магнитного носителя информации. Оно должно создавать визуальное представление рабочих поверхностей носителя информации, иметь малые габаритные размеры и обладать быстродействием, позволяющим зарегистрировать изменения магнитного состояния тонкопленочного слоя магнитного носителя информации до воздействия, при воздействии и после воздействия внешним импульсным магнитным полем. Оценка надежности удаления данных с носителя информации актуальна, так как в конструкции накопителя на жестких магнитных носителях кроме конструкции защитного корпуса, изготовленного из алюминиевых сплавов с утолщениями в виде ребер жесткости, гнезд под втулки для крепления крышек, металлических элементов управления рычагом магнитных головок, появились отдельные экранирующие конструкции. В многодисковых структурах, например, типа Hitachi Vetranstar A7K100, содержатся пять дисков с подложкой, а фирма Seagate выпускает винчестеры, в которых диски разделены дополнительными алюминиевыми экранами. Указанные особенности конструкции приводят к экранированию отдельных участков дисков при воздействии на них импульсных магнитных полей. Конструкция жесткого магнитного диска и используемая коэрцитивная сила магнитных материалов тонкопленочного слоя, как правило, неизвестны потребителю, поэтому при разработке устройств стирания информации необходимо учитывать особенности конструкции. Для надежного стирания информации с винчестеров, качество стирания информации с тонкопленочного слоя магнитного носителя информации прежде всего, необходимо проверять на оборудовании с визуализацией изменения магнитного состояния тонкопленочного слоя магнитного носителя информации, а при разработке устройств стирания учитывать оптимальное сочетание амплитуды, длительности стирающего импульса и конструктивные индивидуальные особенности винчестеров.

1. Анализ методов визуализации информации, записанной на тонкопленочном слое магнитного носителя

В настоящее время разработано более десяти различных методов визуализации, но наиболее часто для исследования магнитных полей носителей используются следующие методы: метод Битера [1], магнитная силовая микроскопия, магнитооптические методы.

Метод Битера имеет существенный недостаток — для визуализации магнитных доменов он применил коллоидную суспензию магнитных частиц, которые можно наблюдать с помощью оптического микроскопа. Удалить магнитную суспензию с намагниченной поверхности невозможно, т.е. контроль по методу Битера является разрушающим.

Магнитная силовая микроскопия (МСМ) — это одна из наиболее перспективных технологий исследования магнитного рельефа различных поверхностей. Она является одной из разновидностей сканирующей зондовой микроскопии [2]. В сканирующем зондовом микроскопе имеется миниатюрный зонд, с помощью которого прецизионная механическая система осуществляет сканирование поверхности. При этом электронная система микроскопа регистрирует на определенные характеристики взаимодействия зонда и исследуемой поверхности. Метод не обеспечивает высокую скорость получения результатов, довольно сложно точно позиционировать образец для исследования определенного участка, а размеры получаемых изображений составляют всего от единиц до десятков мкм. На рис. 1 приведена фотография стенда для исследования магнитных наноструктур.

С помощью МСМ возможно проведение инструментального контроля по ГОСТ 16504-74. При проведении анализа была экспериментально исследована магнитная структура фрагментов записи на жестких магнитных дисках

(НЖМД) различной ёмкости и изучена её устойчивость к воздействию магнитного поля, различной напряжённости и ориентации. С помощью МСМ [3] исследовались современные жесткие диски с перпендикулярной записью производства Seagate, которая является лидером в разработке и внедрении наиболее передовых технологий магнитной записи.

На рисунке 2а,б приведены экспериментально полученные фрагменты рельефов отдельных участков магнитного носителя, типа ST3750640AS с записанной информацией (рис. 2а) и уничтоженной информацией (рис. 2б). Изображения магнитного рельефа пластин винчестера получены на лабораторном стенде, с помощью атомного силового микроскопа (АСМ) типа "Смена А" (с набором катилеверов и калибровочных решеток), с персональным компьютером (с набором приводов для записи) и микроскопом МБС-10, в случае перпендикулярной записи на них. При приведенных выше условиях обеспечивается гарантированное уничтожение информации для жестких магнитных дисков, выпускаемых серийно и поставляемых в Россию из-за рубежа. Измерения проводятся с применением СЗМ и использованием двухпроходной методики. На первом проходе определяется рельеф с использованием контактного или прерывисто-контактного метода [3]. На втором проходе каждой линии копирования зонд поднимается на заданную высоту. Процесс сканирования измерения и регистрации длительный, требует высокоточного оборудования.

Магнитооптические методы визуализации магнитных полей позволяют достичь высокого разрешения — до 10 нм [4]. Они не являются разрушающими, основаны на явлении поворота плоскости поляризации отраженного от намагниченного материала (эффект Керра) или проходящего через магнитооптическую среду (эффект Фарадея) света. Однако эти методы визуального контроля имеют ограниченное применение. Аппаратура, реализующая эти методы, применяется в лабораторных условиях, имеет большие габаритные размеры и может быть использована как средство контроля технического состояния устройства стирания информации, в стационарных условиях эксплуатации. Однако, эта аппаратура может использоваться при изготовлении переносного средства визуальной проверки технического состояния магнитного информационного слоя. С помощью этого метода, на лабораторном стенде, может проводиться тестирование и проверка жестких магнитных дисков по результатам настройки оборудования и аппаратуры стирания информации со встроенным контролем. Маг-

Рис. 1. Фотография стенда для исследования магнитных наноструктур. 1 — атомный силовой микроскоп (АСМ), 2 — блок сопряжения АСМ с персональным компьютером (ПК), 3 — образец диска НЖМД, 4 — микроскоп МБС-10, ПК с набором приводов для записи информации, 6 наборы кантилеверов и калибровочные решетки

нитооптические методы визуализации магнитных полей позволяют достичь высокого разрешения — до 100 нм.

Среди них наиболее перспективными для исследования магнитных носителей являются методы визуализации магнитных полей носителей при использовании пленок феррит-гранатов [4]. Основным элементом устройства визуализации на феррит-гранатовых пленках является магнитооптический кристалл (МОК), осуществляющий преобразование магнитных полей рассеяния носителя в световое распределение, соответствующее их величине и положению в пространстве.

2. Факторы, определяющие стирание информации с жестких магнитных дисков

Факторы, определяющие физические основы намагничивания, включая гистерезис, магнитную аккомодацию, магнитную вязкость и другие, определяющие коэрцитивную силу материалов, как основного параметра качественной оценки стирания информации, использовались при расчетах и анализах магнитных полей. Проведенные исследования сформулированы в требования к величинам магнитных полей, необходимым для эффективного перемагничивания тонкопленочных слоев носителей информации, а, следовательно, и стирания записанной на них информации. Основными параметрами, определяющими необходимые значения магнитного поля для стирания информации, определены коэрцитивная сила и прямоугольность петли гистерезиса магнитных материалов, направление вектора и длительность импульса магнитного поля. Для современных НЖМД коэрцитивная сила составляет 200-300 кА/м, а прямоугольность петли гистерезиса магнитных материалов 0,85-0,95. Проведенные оценки показали, что при отношении сигнал-шум в исходной записи не более 30 дБ (что на сегодняшний день является типичным), напряженность импульсного стирающего поля с тангенциальным направлением вектора должна составлять не менее 550кА/м при длительности импульса 2,5 мс по уровню 0.5 амплитудного значения [5].

3. Автоматизированное оборудование для изменения магнитного состояния тонкопленочного слоя магнитного носителя информации

Среди магнитооптических методов для исследования поверхности магнитных тонкопленочных слоев носителей информации в процессе ее стирания, к перспективным, можно отнести методы визуализации магнитных состояний носителей информации при использовании феррит-гранатовых пленок [6]. Этот метод может быть автоматизирован в соответствии с ГОСТ В 27230-87 т.е. Он позволил создать пе-

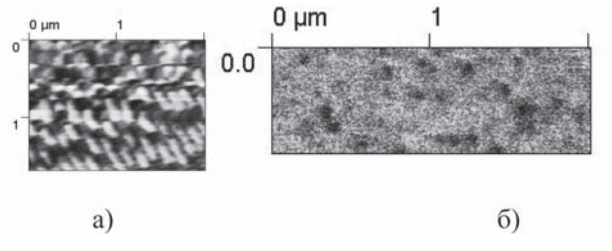


Рис. 2. Магнитный рельеф поверхности диска (НЖМД 2 ТБ фирмы Seagat) после воздействия ортогонального к плоскости диска магнитного поля величиной 550 кА/м

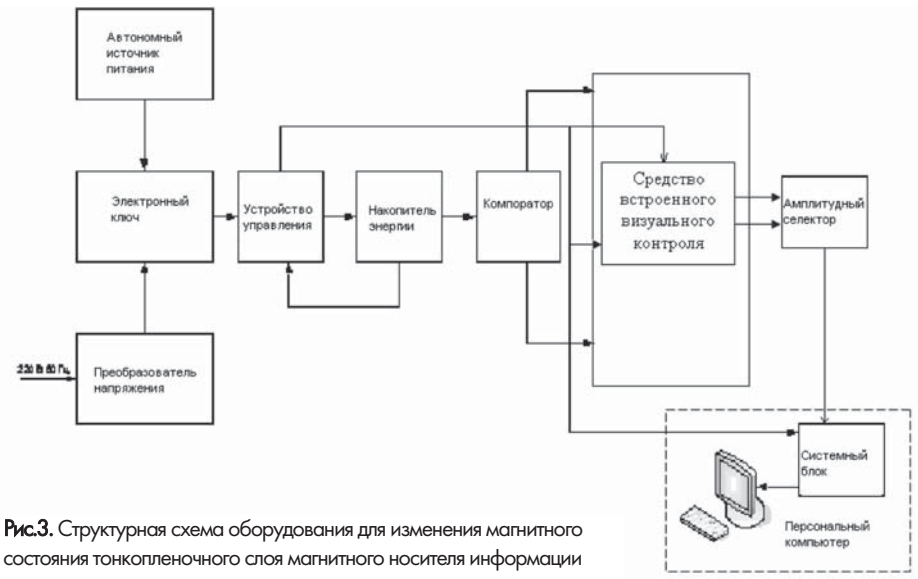


Рис.3. Структурная схема оборудования для изменения магнитного состояния тонкопленочного слоя магнитного носителя информации

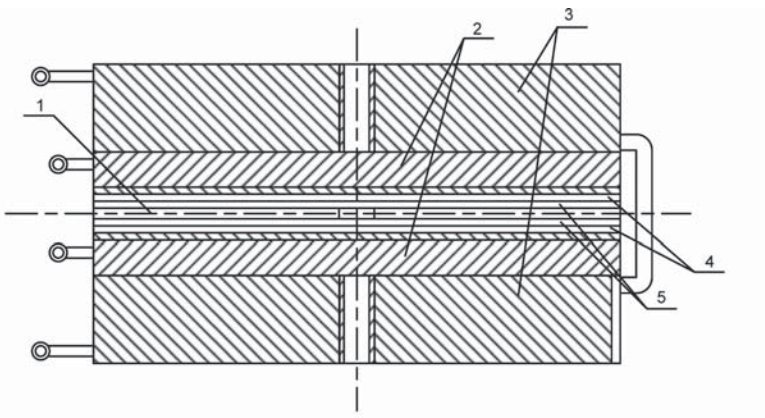


Рис. 4. Полеобразующая система: 1 — Магнитный носитель информации; 2 — Соленоид 1; 3 — Соленоид 2; 4 — Матричные преобразователи магнитных полей; 5 — Магниточувствительные пленки

реносное малогабаритное оборудование для изменения магнитного состояния тонкопленочного слоя магнитного носителя информации, с помощью которого возможно проводить качественную проверку стирания информации с магнитных дисков и техническое состояние устройства стирания информации. Рассматриваемый визуальный метод, реализуемый в описанном [7] устройстве, решает задачи улучшения качества стирания информации на магнитном носителе, с одновременной проверкой технического состояния контролируемого магнитного информационного слоя, по всей поверхности пластины диска.

Малогабаритное оборудование позволяет зарегистрировать фрагменты записи, изменения магнитного состояния тонкопленочного слоя магнитного носителя информации до воздействия, при воздействии и после воздействия внешним импульсным магнитным полем. Структурная схема оборудования представлена на рис. 3. Полеобразующая система, представленная на рис. 4, имеет внутреннюю полость в форме параллелепипеда для размещения магнитного носителя информации.

На каждой стороне в полости полеобразующей системы размещено по матричному преобразователю магнитных полей с магниточувствительными пленками. Соленоид 2 полеобразующей системы выполнен из двух катушек в форме цилиндров с высотой много меньше их диаметров. Эти катушки размещены соосно. Расстояние между катушками равно или больше размера узкой стенки катушки первого соленоида, выполненного в виде параллелепипеда. Устройство управления последовательно подключает первый матричный преобразователь магнитных полей, а в нем последовательно через адресные шины подключает магнитотриоды и через амплитудный селектор к входу системного блока персонального компьютера (ПК) (рис. 3). ПК используют как средство регистрации фрагментов записи, изменения магнитного состояния тонкопленочного слоя магнитного носителя информации до воздействия, при воздействии и после воздействия внешним импульсным магнитным полем и визуального контроля технического состояния устройства стирания информации. При этом одновременно системный блок ПК осуществляет синхронную развертку луча на экране монитора, яркость светового пятна которого регулируется с помощью амплитудного селектора. Оптическое изображение на экране монитора соответствует магнитному рельефу записи на тонкопленочной магнитной пластине магнитного носителя информации.

Последовательное изменение значений внешнего импульсного магнитного поля, воздействующего на исследуемое магнитное поле диска, осуществляется с устройства управления. Примененные в полеобразующей системе матричные преобразователи 4 могут быть выполнены в виде матрицы из магнитотриодов [8]. Они позволяют проводить автоматический визуальный контроль выполнения оборудованием части или всех свойственных ему функций качества стирания информации на мониторе ПК, посредством визуализации магнитного рельефа и обнаружить островные остатки магнитного информационного рельефа на всех участках магнитного носителя до стирания информации и после стирания информации. Информация считывается с элементов матрицы и поступает в компьютер (ноутбук), где она обрабатывается и представляется в визуальном виде. Матричный преобразователь 4 магнитных полей содержит пакет магниточувствительных пленок 5 (рис4). Каждая магниточувствительная пленка характеризуется величиной поля однородного зарождения, значение которого определяется выражением (1).

$$H_1 = 2Ku / Ms \cdot \left[1 - 2\lambda/D \cdot Q \cdot (1+Q)^{1/2}\right] \qquad (1)$$

где: $Q = Ku/2\Pi(Ms)^2$; $\lambda = \left[A/2\Pi(Ms^2)\right]^{1/2}$

Ки — константа одноосной анизотропии магнитной пленки; Ms — намагниченность насыщения магнитной пленки; А — константа обмена магнитной пленки; D — толщина магнитной пленки.

Магниточувствительные элементы, состоящие из набора (пакета) магниточувствительных пленок 5, внесены в рабочий объем полости соленоида 2 полеобразующей системы (рис.4). Каждая пленка, входящая в пакеты, обладает определенной величиной поля однородного зарождения. Анализ напряженности магнитного поля происходит по изменению характера его доменной структуры (ДС). В исходном состоянии магниточувствительные пленки элементов обладают лабиринтной ДС. При воздействии исследуемым магнитным полем, магнитное состояние поля на плоскости диска магнитного носителя 1, на магниточувствительных пленках

5 и на поверхности элементов, их ДС переходит в ДС, соответствующую однородному зарождению, которая качественно отличается от лабиринтной ДС. Переход от лабиринтной к ДС соответствующей однородному зарождению, происходит при строго определенных значениях внешнего магнитного поля, приложенного к плоскости элемента. Структура магнитного рельефа записи на пластине магнитного носителя информации 1 переносится на магниточувствительные пленки 5 пакетов. После прекращения действия магнитного поля на пакеты магниточувствительных пленок ДС, соответствующая однородному зарождению, остается в магниточувствительных пленках пакетов и может переходить в другую только при воздействии вектора напряженности магнитного поля, направленного перпендикулярно плоскости магнитного носителя информации 1, равному напряженности магнитного поля насыщения.

Наблюдение ДС осуществляется с помощью матричных преобразователей 4 магнитных полей. При изменении конфигурации ДС от лабиринтной в ДС, соответствующей однородному зарождению, визуально анализируют на мониторе персонального компьютера или Ноутбука, величину напряженности внешнего магнитного поля, так как моменту однородного зарождения соответствует определенное значение напряженности магнитного поля.

Магниточувствительные элементы из пакетов, размещенные на матричных преобразователях 4 магнитных полей, передают пространственную доменную структуру, на магниточувствительные стороны матричных преобразователей магнитных полей.

Под действием магнитного поля происходит изменение сопротивления в матричном преобразователе 4, в результате чего на поверхности матрицы образуется электропотенциальный рельеф, соответствующий пространственному распределению напряженности магнитного поля на поверхности магнитного носителя информации [9].

В матричном преобразователе для получения максимальной чувствительности используется принцип накопления. При этом величина тока видеосигнала, поступающего от каждого магниточувствительного элемента (магнитотриода) пропорциональна полному магнитному потоку, действующему на элемент за полный период между коммутациями, т.е. за время кадра. На рис. 5 приведен общий вид оборудования для изменения магнитного состояния тонкопленочного слоя магнитного носителя информации, размещенного в системном блоке 2 персонального компьютера. Магнитная полеобразующая система 3, внутри которой размещен магнитный диск 4 располагаются на том месте в персональном компьютере, где обычно находится винчестер, оборудование с устройством управления 5 размещено внутри системного блока [10]. Необходимо отметить, что расположение винчестера внутри магнитной системы никак не влияет на работу персонального компьютера (ПЭВМ).

Рис.5. Общий вид оборудования размещенного в ПЭВМ: 1 — монитор; 2 — системный блок; 3 — магнитная полеобразующая система; 4 — магнитный диск; 5 — оборудование с устройством управления; 6 — изображение структуры магнитного рельефа записи на мониторе с тонкопленочного слоя магнитного носителя информации

Магнитная полеобразующая система, представленная на рис. 4, и устройство управления позволили обеспечить создание магнитных полей каждым соленоидом на поверхности магнитного носителя информации с максимальным значением напряженности магнитного поля не менее 500 кА/м.

4. Визуальная проверка, изменения магнитного состояния тонкопленочного слоя магнитного носителя информации после воздействия внешнего импульсного магнитного поля

Проверка, устанавливающая факт нахождения действительного значения параметра относительно его предельных допустимых значений без измерения значения параметра с применением визуального контроля по фрагментам и изображениям на мониторе ПК, проводится с использованием методики последовательного анализа. На первом этапе анализа определяется магнитный рельеф поверхности магнитного носителя информации. На мониторе ПК при размещении магнитного диска в полеобразующей системе оборудования для изменения магнитного состояния тонкопленочного слоя магнитного носителя информации можно наблюдать фрагменты исходного магнитного рельефа без записи, с записью и частично стертой информацией. На рисунке 6 представлен фрагмент исходного информационного магнитного рельефа исследуемого магнитного диска с записанной информацией НЖМД.

На следующем этапе на магнитный носитель информации воздействуют импульсным магнитным полем со значением, которое позволяет наблюдать на мониторе ПК существенное изменение магнитного рельефа поверхности исследуемого участка магнитного диска НЖМД. На первом и втором этапах все фрагменты магнитного рельефа поверхности исследуемого диска сохраняются в памяти ПК. На втором этапе, выделяя с помощью матричного преобразователя отдельные участки носителя информации по фрагментам, визуализируя, проводят анализ модификации состояния магнитного носителя после воздействия импульсным магнитным полем, по остаткам магнитного рельефа.

На рис. 7 приведен фрагмент магнитного рельефа исследуемого магнитного диска НЖМД после воздействия магнитным полем , 440 кА/м.

Затем воздействуют импульсным магнитным полем, значение которого определено при настройке оборудования на лабораторном стенде (рис. 1) с помощью АСМ, на магнитный носитель до полного стирания информации. На рис. 8 приведен фрагмент магнитного рельефа при разрешении 50 нм исследуемого магнитного диска НЖМД после воздействия импульсным магнитным полем значением напряженности 550 кА/м.

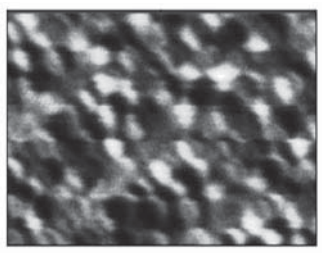


Рис. 6. Фрагмент исходного информационного магнитного рельефа исследуемого магнитного диска НЖМД, Seagate 1,5 ТБ

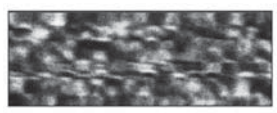


Рис. 7. Фрагмент магнитного рельефа исследуемого магнитного диска НЖМД после воздействия магнитным полем , 440 кА/м

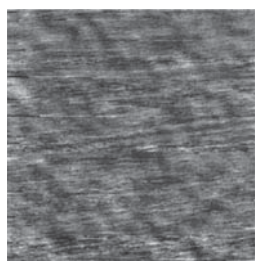


Рис. 8. Фрагмент магнитного рельефа исследуемого магнитного диска НЖМД

Сравнение фрагментов магнитного рельефа, представленных на рисунках 6-8, показывает, что увеличение напряженности магнитного поля до 440 кА/м принципиально не изменяет хаотичный рельеф поверхности магнитного состояния тонкопленочного слоя носителя информации, на которой наблюдаются следы записи, а также видно, что магнитная запись

оборудованием для изменения магнитного состояния тонкопленочного слоя магнитного носителя информации полностью стирается (т.е. в настоящее время не существует возможности ее восстановления) полем напряжённостью более 550 кА/м независимо от его ориентации к плоскости диска, что подтверждается результатами измерений на стенде исследования магнитных наноструктур с АСМ. Следует отметить, что при воздействии полей, обуславливающих начальное повреждение информации (до 400 кА/м), она может не считываться штатным приводом НЖМД, однако она на диске присутствует.

Заключение

1. Предложенное оборудование обеспечивает изменение магнитного состояния тонкопленочного слоя магнитного носителя информации, воздействуя импульсными магнитными полями на магнитный диск, с одновременной визуальной проверкой магнитной структуры тонкопленочного материала.

2. Оборудование регистрирует магнитный рельеф записи, а также изменения магнитного состояния тонкопленочного слоя магнитного носителя информации до стирания информации и после стирания, внешним импульсным магнитным полем и визуальное наблюдение фрагментов магнитного рельефа на любом участке магнитного носителя информации, без извлечения магнитного носителя информации из полости полеобразующей системы на мониторе персонального компьютера.

3. Оборудование автоматически преобразовывает магнитный рельеф записи на тонкопленочной магнитной пластине магнитного носителя информации в электропотенциальный рельеф, соответствующий пространственному распределению напряженности магнитного поля на поверхности магнитного носителя информации.

4. Представленное оборудование малогабаритное и размещается непосредственно в системном блоке персонального компьютера и позволяет оператору управлять режимом стирания информации при определенных условиях возможно повторное использование магнитного диска после стирания записи.

5. Оборудование для изменения магнитного состояния тонкопленочного слоя магнитного носителя информации обеспечивает проверку технического состояния и функционирования аппаратуры стирания информации с магнитного информационного слоя.

Литература

1. **Коженевский С., Левый С.** Методы визуализации магнитных полей носителей информации // Публикации ЕПОС, 220.

2. **Герус С. В., Митягин А. Ю., Соколовский А. А., Темирязев А. Г., Крутов М. М., Хлопов Б.В.** Экспериментальное исследование качества и полноты уничтожения информации с жестких магнитных дисков // Международная научно-техническая конференция "Информационные технологии и моделирование приборов и техпроцессов в целях обеспечения качества и надежности", том 1, стр.38-43, Сусс, Тунис, 2006.

3. **Хлопов Б.В., Лобанов Б.С., Бондарев Ю.С., Кузьминых А.С., Дьяков М.С.** Средство визуального контроля стирания информации с магнитных носителей для размещения в бортовой аппаратуре // Труды XVII Международной научно-технической конференции "Радиолокация, навигация, связь" (RLNC-2011), (г.Воронеж,2011) , Том 1, С- 630-6.

4. **Лобанов Б.С., Кузьминых А.С., Хлопов Б.В.** Визуальный метод контроля качества стирания информации // XVI Международная научно-техническая конференция, "Высокие технологии в промышленности" XXIII Международный симпозиум "Тонкие пленки в электронике", 2010.— С.265-267.

5. Патент Российской Федерации № 2368020 от 20.09.2009 г. (приоритет от 30.01.2008 г).Бюл.№ 26.

6. RU, авторское свидетельство № 842652 от 30.10.1987 г.

7. RU, авторское свидетельство № 859904 от 30.08.1981 г.

8. **Егиазарян Г.А., Стафеев В.И.** Магнитодиоды, магнитотранзисторы и их применение. — М.: Радио и связь, 1987.

9. Патент Российской Федерации № 2140117, опубл. 20.10.1999 г.

10.Патент на изобретение №2428749 от 10.09.2011г. (приоритет от 29.03.2010г). Бюл. №25.

11. **Гуляев Ю.В., Хлопов Б.В., Лобанов Б.С., Митягин Ал.Ю .,Соколовский А.А., Тимирязева М.П., Фесенко М.В.** Влияние внешних магнитных полей на информационную магнитную структуру современных жестких дисков // Нано — микросистемная техника, №11. — М., 2010. — С.10-14.

The equipment for change of a magnetic state of a thin-film layer of the magnetic data carrier

Khlopov B.V.

Abstract

Methods for the analysis of deleting of the information from magnetic carriers by visualization of separate fragments of magnetic disks are considered. The most perspective method providing change of a magnetic condition of a thin-film layer of a magnetic data carrier with simultaneous visualization is defined. It is shown that magnetooptical methods of visualization of magnetic fields allow to reach the high permission. They don't destroy magnetic structure of data carriers. Allow to observe a magnetic relief of a surface of a disk. The conducted researches have allowed to formulate requirements to sizes of magnetic fields necessary for effective magnetic reversal of thin-film layers of data carriers and deleting of the information written down on them. On the basis of these requirements the equipment is developed for change of a magnetic condition of a thin-film layer of a magnetic data carrier. The equipment registers a magnetic relief of record, and also change of a magnetic condition of a thin-film layer of a magnetic data carrier before deleting of the information and after deleting, with an external pulse magnetic field and provides visual supervision of fragments of a magnetic relief on any site of a magnetic data carrier, automatically magnetic relief of record on a thin-film magnetic plate of a magnetic data carrier transforms to the electropotential relief corresponding to spatial distribution of intensity of a magnetic field on a surface of a magnetic data carrier. The equipment small-sized also takes place directly in the system block of the personal computer. The qualitative visual analysis of a condition of magnetic disks after deleting of the information by devices of other manufacturers allows to move.

Keywords. Visual control, the magnetic field, scanning probe microscopy, a data carrier, a magnetic disk, a magnetic relief, information deleting, intensity of a magnetic field.

О преимуществах современных информационных систем для измерения параметров подвижных средств радиосвязи

Необходимость в измерении параметров подвижных средств радиосвязи (ИППСР) возникает, во-первых, на заключительном этапе их производства, когда требуется проверять соответствие выпускаемой продукции утвержденным техническим условиям, во-вторых, в процессе эксплуатации радиостанций, когда нужно убедиться в полной работоспособности перед их использованием, в-третьих, при проведении регламентных работ или ремонте. Работоспособность подвижных средств радиосвязи характеризует их способность передавать информацию с заданными параметрами. Проведен обзор подходов к ИППСР. Показано, что средства ИППСР построены на традиционных аппаратурных технических решениях. Выявлены достоинства и недостатки каждого из подходов. Общим для них является то, что они морально устарели, так как они не обеспечивают в должной степени автоматизацию выполняемых операций, связанных с проверкой и контролем параметров, не позволяют выполнять весь класс необходимых измерительных задач. Вместе с тем, возможен подход к ИППСР на основе современных измерительных и компьютерных технологиях, в частности с использованием технологии виртуальных приборов.

Ключевые слова: *параметры подвижных средств радиосвязи, виртуальные приборы, информационно-измерительная система, измерение, работоспособность*

Кубанков А.Н.,
Профессор каф. безопасности радиосвязи МТУСИ, докт. воен. наук

Лорей Н.А.,
Магистрант МТУСИ

Рассмотрим традиционные подходы к ИППСР [1]. Российский стандарт, определяющий технические требования к УКВ-радиосредствам и методы измерений параметров этих радиостанций, был введен в действие 20 лет назад, то есть до сегодняшнего дня в России параметры УКВ-радиосредств и методики их измерения регулируются ГОСТ 12252-86 "Радиостанции с угловой модуляцией сухопутной подвижной службы".[4] Этот стандарт включает в себя технические требования к передатчикам и приемникам радиостанций в части электромагнитной совместимости, методы измерений указанных параметров, перечень стандартного измерительного оборудования и требований к нестандартному измерительному оборудованию.

ГОСТ 12252-86, введенный в действие в 1986 г., к настоящему времени в значительной степени устарел и не может в полной мере применяться к современным радиостанциям, прежде всего к радиостанциям с цифровой передачей данных. Указанный стандарт был разработан для радиостанций с аналоговым модулирующим сигналом; радиостанции с цифровой модуляцией не могут быть полностью описаны в терминах этого стандарта. Несоответствие аналоговых и цифровых радиостанций проявляется во всех аспектах — различные параметры, методы измерений, требования к составу и параметрам нестандартного измерительного оборудования.

Следует также учитывать то, что современные стандарты на электромагнитную совместимость (ЭМС) радиосредств в большинстве случаев предъявляют более жесткие требования к аппаратуре, чем это предписывается ГОСТ 12252-86.

Недостатками этого измерительных средств, построенных на основе этого ГОСТА являются:

— долгое время обслуживания,
— все измерения проводятся вручную,
— большие габариты приборов.

Существуют готовые решения для ИППСР.

Один из таких примеров — мобильный измерительный комплекс контроля качества поездной радиосвязи ИВК-РАДИО [2]. Он предназначен для решения задач контроля параметров устройств радиосвязи на железнодорожном транспорте. Он осуществляет:

— измерение параметров устройств поездной, станционной и ремонтно-оперативной радиосвязи на железнодорожном транспорте;

— анализ результатов измерений в режиме реального времени;

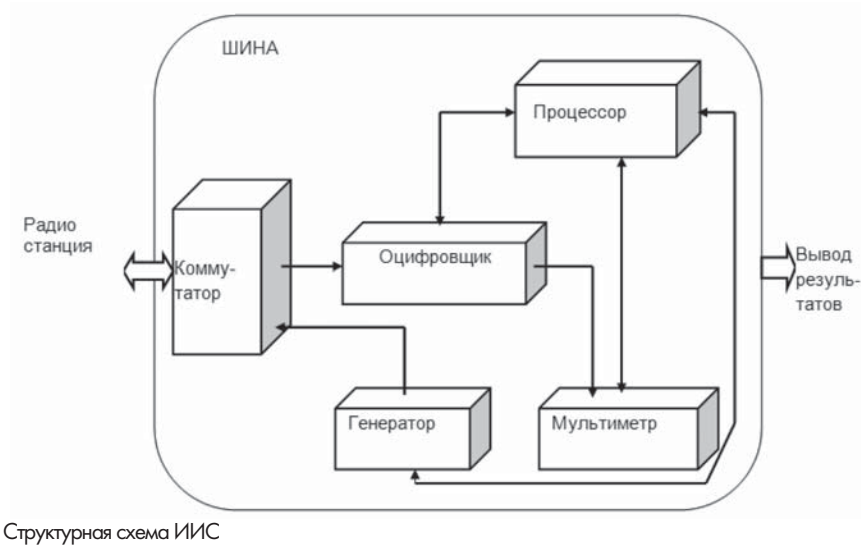
— запись и хранение результатов измерений;

— проведение сравнительного анализа по сохраненным данным измерений;

— подготовку данных для выработки рекомендаций по устранению выявленных нарушений работы устройств радиосвязи.

Недостатком комплекса является то, что он может быть использован исключительно на железнодорожном транспорте.

Многие зарубежные фирмы-производители измерительной аппаратуры предлагают мо-



Структурная схема ИИС

бильные решения для ИППСР. Один из примеров это измерительная аппаратура фирмы Aeroflex [5]. Они предлагают множество различных измерительных комплексов, но, как правило, каждый измерительный комплекс предназначен для измерения всего нескольких параметров. Преимущества этих решений это их компактность. Основной недостаток — это плохая функциональность этих комплексов.

В результате бурного развития компьютерных технологий появилась возможность использовать для создания информационно-измерительных систем виртуальные приборы. Виртуальные приборы (ВП) — это специальные прикладные программы для ПЭВМ, с помощью которых возможно производить измерения физических величин. Преимущество технологии ВП по сравнению с традиционными приборами состоит в том, что все измерения автоматизированы, и время измерений сокращается до нескольких секунд. И точность измерений достаточна для решения практических задач [3].

Структурная схема информационно-измерительной системы (ИИС) для измерения параметров подвижных средств радиосвязи представлена на рисунке.

С помощью ИИС измерения проводится ВП, функционирующими либо в многозадачном режиме, либо в циклическом, т.е. в режиме принудительного распределения времени работы каждого прибора (по 0,5...1 с на прибор). При этом каждый из спрограммированных ВП можно переключать на разные входы системы, т.е. фактически осуществлять одним и тем же ВП одновременно измерения в нескольких точках рабочей схемы.

Преимущество этой ИИС по сравнению с традиционными приборами состоит в том, что все измерения автоматизированы, а время измерений сокращается до нескольких секунд. К тому же точность измерений достаточна для решения практических задач, особенно при измерениях в полевых условиях и на промышленных стендах [3].

Каждый традиционный прибор может, как правило, измерять только несколько из перечисленных выше параметров. Поэтому для измерения всех параметров понадобится несколько приборов, и это займет существенно большее количество времени.

Таким образом, технология виртуальных приборов позволяет объединить все средства измерений в одну ИИС и позволяет сократить время измерений до нескольких секунд.

Литература

1. **Овчинников А.М., Галкин В.А., Варукин Е.П.** Измерение параметров средств цифровой радиосвязи//Технологии и средства связи, 2006. — №3.

2. **Новиков А.Н., Козьмин В.А.** Мобильный измерительный комплекс контроля качества поездной радиосвязи ИВК-РАДИО//Специальная Техника, 2006. — №6.

3. **Кубанков А.Н., Лорей Н.А., Провоторский И.М., Рупасова М.Н.** Сбор, обработка и представление информации о параметрах кабелей связи с помощью виртуальных приборов// Специальная техника, 2011. — № 3. — С. 44-47.

4. ГОСТ 12252-86. Радиостанции с угловой модуляцией сухопутной подвижной службы. Типы, основные параметры, технические требования и методы измерений.

5.Интернет-ресурс, официальный сайт компании Aeroflex, URL: http://aeroflex.su.

ON THE ADVANTEGES OF INFORMATION SYSTEMS BUILT ON VIRTUAL INSTRUMENTS WHEN MEASURING THE PARAMETERS OF MOBILE RADIO COMMUNICATION

Kubankov A.N., Lorey N.A

Abstracts

The need for measuring the parameters of mobile radio communication (MPMRC) occurs firstly, in the final stage of production when it is necessary to check the compliance of output with the approved product specifications, secondly, in the process of radio station operation when the assurance of full operational capability is needed before the implementation, and thirdly, during the routine maintenance or preventive repair. The efficiency of mobile radio communications characterizes their ability to transmit information with the set-up parameters. The work reviews approaches to MPMRC. It is shown that means of MPMRC are built on the basis of the conventional instrumental engineering solutions. The advantages and disadvantages of each approach are identified. Their common feature is that they are obsolete, since they do not provide a proper degree of automation of performed operations related to the parameter verification and control; do not allow to carry out the entire class of measuring tasks required. However, the approach to MPMRC is possible if based on modern measuring and computer technologies, in particular, using the technology of virtual instruments.

Keywords: parameters of mobile radio communication, virtual instruments, information and measuring system, measurement, functionability.

References

1. A.M. Ovchinnikov, V.A. Galkin, E.P. Varukin. Measurement of parameters of digital radio [Izmerenie parametrov sredstv tsifrovoj radiosvyazi]/// / Technology and Communications, 2006. - № 3.

2. A.N. Novikov, V.A. Kozmin. Mobile measuring system of quality control train radio CPI RADIO [Mobil?nyj izmeritel?nyj kompleks kontrolya kachestva poezdnoj radiosvyazi IVK-RADIO]/ / Special Technology, 2006. - № 6.

3. Kubankov A.N., Lorey N.A., Provotorsky I.M., Rupasova M.N. The collection, processing and presentation of information about the parameters of communication cables with the help of virtual instruments [Sbor, obrabotka i predstavlenie informatsii o parametrakh kabelyej svyazi s pomoshch?yu virtual?nykh priborov]/ / Special Technology, 2011. - № 3. - P.44-47.

4. GOST 12252-86. Radio stations with the angular modulation of the land mobile service. Types, basic parameters, technical requirements and methods of measurement.

5.Internet resource, the official website of Aeroflex, URL: http://aeroflex.su

Реконструкция томографических изображений с помощью пороговой обработки коэффициентов разложения проекционных данных по ортогональному базису

Ключевые слова: *томография, вейвлеты, пороговая обработка, среднеквадратичный риск оценки, асимптотическая нормальность, преобразование Радона, устойчивый базис*

Рассматривается задача реконструкции изображения по проекционным данным в модели с аддитивным шумом. Исследуются асимптотические свойства оценки риска при пороговой обработке коэффициентов разложения функции, описывающей проекционные данные, в ортогональный ряд. Приводятся условия, при которых имеет место асимптотическая нормальность оценки риска.

Кудрявцев А.А.,
МГУ им. М.В.Ломоносова, факультет ВМК,
nubigena@hotmail.com

Шестаков О.В.,
МГУ им. М.В.Ломоносова, факультет ВМК;
Институт проблем информатики РАН,
oshestakov@cs.msu.su

1. Введение

Томографические методы реконструкции изображений получили широкое распространение в самых разнообразных областях, включая медицину, биологию, физику плазмы, газовую динамику, геофизику, астрономию и радиолокацию (см., например, [1], [2] и [3]). Во многих видах томографических экспериментов основную роль при реконструкции изображений играет преобразование (или оператор) Радона:

$$Rf(\varphi,s) = \int\limits_{L_{\varphi,s}} f(x,y)dl = \tag{1}$$
$$= \int\limits_{-\infty}^{\infty} f(s\cos\varphi - t\sin\varphi, s\sin\varphi + t\cos\varphi)dt,\ s\in\mathbb{R}, \varphi\in[0,2\pi),$$

где $f(x,y)\in \mathbf{L}^2(\mathbf{R}^2)$ – функция с компактным носителем, описывающая искомое изображение, а $L_{\varphi,s}$ – прямая на плоскости, по которой интегрируется функция $f(x,y)$ (здесь s – расстояние от начала координат до прямой, а φ – угол, образованный с осью x перпендикуляром, опущенным из начала координат на эту прямую). При фиксированном значении φ функцию $Rf(\varphi,s)$ также называют проекцией функции $f(x,y)$ под углом φ. Для преобразования Радона справедлива так называемая теорема о центральном сечении, играющая ключевую роль во многих методах реконструкции изображений по проекциям:

$$\hat{R}f(\varphi,\omega) = \sqrt{2\pi}\,\hat{f}(\omega\cos\varphi, \omega\sin\varphi), \tag{2}$$

где $\hat{R}f(\varphi,\omega)$ – одномерное преобразование Фурье функции $Rf(\varphi,s)$ по второй переменной, а $f(\omega_1,\omega_2)$ – двумерное преобразование Фурье функции $f(x,y)$.

На практике проекционные данные регистрируются с некоторой погрешностью (шумом), возникающей из-за несовершенства оборудования и различных случайных помех. И поскольку задача обращения преобразования Радона относится к классу так называемых некорректно поставленных задач, при реконструкции изображений приходится использовать методы регуляризации. В работах [4-7] рассматривается метод регуляризации, заключающийся в разложении функции изображения по двумерному ортонормированному вейвлет-базису с последующей пороговой обработкой коэффициентов разложения. При этом функция Rf раскладывается по так называемому вейглет-базису, вообще говоря не являющемуся ортонормированным. Однако в силу «почти ортогональности» вейглетов среднеквадратичный риск метода оценивается при дополнительных предположениях, эквивалентных условию ортонормированности вейглет-базиса.

Методы анализа среднеквадратичного риска и его оценки в задаче реконструкции томографических изображений во многом опираются на тот факт, что преобразование Радона обладает многими свойствами линейных однородных операторов, которые рассматривались в работах [8-9]. В указанных работах рассматривается метод пороговой обработки коэффициентов вейглет-вейвлет разложения сигнала, и показывается, что при некоторых условиях регулярности оценка среднеквадратичного риска этого метода асимптотически нормальна. В данной работе мы представим метод обращения преобразования Радона, альтернативный методу вейвлет-вейглет разложения и исследуем свойства оценки среднеквадратичного риска этого метода.

Замечание 1 *Везде в работе мы будем пользоваться следующими стандартными обозначениями:*

- $\mathbf{E}\xi$ – *математическое ожидание случайной величины* ξ;
- $\mathbb{1}(A)$ – *индикатор события A;*
- $\Phi(x)$ – *стандартная нормальная функция распределения;*
- $\phi(x)$ – *плотность стандартного нормального распределения;*

$\langle f,g\rangle$ – *скалярное произведение функций* f *и* g;

$\Rightarrow$ – *слабая сходимость (сходимость по распределению).*

2. Метод реконструкции и оценка риска.

Разложим функцию $Rf(\varphi,s)$ в ряд Фурье по переменной φ на $[0,2\pi]$. Поскольку функция $Rf(\varphi,s)$ вещественна, мы будем использовать вещественный базис Фурье

$$\left\{\frac{1}{\sqrt{2\pi}},\frac{\cos(n\varphi)}{\sqrt{\pi}},\frac{\sin(n\varphi)}{\sqrt{\pi}}\right\}_{n=1}^{\infty}.$$

Для сокращения записи обозначим элементы этого базиса через $\{Z_n\}_{n=0}^{\infty}$, перенумеровав их соответствующим образом. Имеем

$$Rf(\varphi,s)=\sum_{n=0}^{\infty}Rf_n(s)Z_n(\varphi),$$

где $Rf_n(s)=\int_0^{2\pi}Rf(\varphi,s)Z_n(\varphi)d\varphi.$

Рассмотрим вейвлет-базис $\{\psi_{j,k}\}_{j,k\in Z}$, где $\psi_{j,k}(x)=2^{j/2}\psi(2^jx-k)$, а $\psi(x)$ – некоторая вейвлет-функция. Индекс j называется масштабом, а индекс k – сдвигом. Семейство $\{\psi_{j,k}\}_{j,k\in Z}$ образует ортонормированный базис в $\mathbf{L}^2(\mathsf{R})$ (см. [10]). Далее разложим функции $Rf_n(s)$ по базису $\{\psi_{j,k}\}_{j,k\in Z}$:

$$Rf(\varphi,s)=\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}\langle Rf_n,\psi_{j,k}\rangle\psi_{j,k}(s)Z_n(\varphi). \qquad (3)$$

После применения к разложению (3) обратного преобразования R^{-1}, получаем представление для функции f, которое является аналогом вейглет-вейвлет разложения, рассмотренного в работах [8], [9] и [11]:

$$f(x,y)=\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}\beta_{n,j,k}\langle Rf_n,\psi_{j,k}\rangle u_{n,j,k}(x,y), \qquad (4)$$

где

$$u_{n,j,k}(x,y)=\frac{R^{-1}[Z_n\psi_{j,k}](x,y)}{\beta_{n,j,k}},\ \beta_{n,j,k}=\left\|R^{-1}[Z_n\psi_{j,k}]\right\|.$$

Последовательность $\{u_{n,j,k}\}$ не образует ортонормированную систему, однако если вейвлет-функция ψ удовлетворяет некоторым условиям гладкости, то последовательность $\{u_{n,j,k}\}$ образует устойчивый базис, т.е. существуют такие константы $0<A\le B<\infty$, что

$$A\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}c_{n,j,k}^2\le\left\|\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}c_{n,j,k}u_{n,j,k}\right\|^2\le B\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}c_{n,j,k}^2 \qquad (5)$$

для всех квадратично суммируемых последовательностей $\{c_{n,j,k}\}$. Иногда свойство (5) называют «почти ортогональностью» (см. [7]). Функции $u_{n,j,k}$ по аналогии с терминологией работ [5] и [11] назовем «вейглетами». Справедливо следующее утверждение, являющееся полным аналогом леммы 1 из работы [8].

Лемма 1 *Пусть существуют такие константы* $A>0$, $a>1/2$ *и* $b>3/2$, *что*

$$|\hat{\psi}(\omega)|\le A|\omega|^a(1+|\omega|^2)^{-(b+a)/2} \qquad (6)$$

для всех $\omega\in\mathsf{R}$, *тогда последовательность* $\{u_{n,j,k}\}$ *образует устойчивый базис в* $\mathbf{L}^2(\mathsf{R})$.

Доказательство. Требуется показать, что существуют константы $0<\widetilde{A}\le\widetilde{B}<\infty$ такие, что для произвольной функции $f\in\mathbf{L}^2(\mathsf{R})$ выполнено

$$\widetilde{A}\|f\|^2\le\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}\left|\langle f,u_{n,j,k}\rangle\right|^2\le\widetilde{B}\|f\|^2 \qquad (7)$$

(это соотношение эквивалентно условию (5)).

Определим оператор обратного проецирования, действующий на функцию $g(\varphi,s)$:

$$R^*g(x,y)=\int_0^{2\pi}g(\varphi,x\cos\varphi+y\sin\varphi)d\varphi. \qquad (8)$$

Оператор R^* является сопряженным к оператору R (см. [13]). Обозначим

$$u_{n,j,k}^*(x,y)=\beta_{n,j,k}R^*[Z_n\psi_{j,k}](x,y).$$

Таким же образом, как в доказательстве леммы 1 из работы [8], можно убедиться, что (7) эквивалентно существованию таких положительных констант C_1 и C_2, что

$$\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}\left|\langle f,u_{n,j,k}\rangle\right|^2\le C_1\|f\|^2 \qquad (9)$$

и

$$\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}\left|\langle f,u_{n,j,k}^*\rangle\right|^2\le C_2\|f\|^2. \qquad (10)$$

Найдем константы $\beta_{n,j,k}$. Используя теорему о центральном сечении (2), имеем

$$\beta_{n,j,k}^2=\left\|R^{-1}[Z_n\psi_{j,k}]\right\|^2=\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\left|R^{-1}[Z_n\psi_{j,k}](x,y)\right|^2dxdy=$$

$$=\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\left|\hat{R}^{-1}[Z_n\psi_{j,k}](\omega_1,\omega_2)\right|^2d\omega_1d\omega_2=$$

$$=\frac{1}{2}\int_0^{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\left|\hat{R}^{-1}[Z_n\psi_{j,k}](\omega\cos\varphi,\omega\sin\varphi)\right|^2|\omega|d\omega d\varphi=\frac{1}{4\pi}\int_{-\infty}^{\infty}|\hat{\psi}_{j,k}(\omega)|^2|\omega|d\omega=$$

$$=\frac{2^j}{4\pi}\int_{-\infty}^{\infty}|\hat{\psi}(\omega)|^2|\omega|d\omega=2^j\|\xi\|^2,$$

где через ξ обозначена функция, для которой

$$\hat{\xi}(\omega)=\frac{\hat{\psi}(\omega)|\omega|^{1/2}}{2\sqrt{\pi}}. \qquad (11)$$

Таким образом, константы $\beta_{n,j,k}$ не зависят от n и k и пропорциональны $2^{j/2}$. Докажем теперь (9). Имеем

$$U(f)=\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}\left|\langle f,u_{n,j,k}\rangle\right|^2=\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}\left|\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}f(x,y)\overline{u_{n,j,k}(x,y)}dxdy\right|^2=$$

$$=\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}\left|\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\hat{f}(\omega_1,\omega_2)\overline{\hat{u}_{n,j,k}(\omega_1,\omega_2)}d\omega_1d\omega_2\right|^2=$$

$$= \sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}\left|\int_0^{2\pi}\int_0^{\infty}\hat{f}(\omega\cos\varphi,\omega\sin\varphi)\overline{\hat{u}_{n,j,k}(\omega\cos\varphi,\omega\sin\varphi)}\omega d\omega d\varphi\right|^2 =$$

$$= \frac{1}{(2\pi)^2}\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}\left|\frac{1}{2}\int_0^{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\hat{R}f(\varphi,\omega)\overline{\hat{R}u_{n,j,k}(\varphi,\omega)}|\omega|d\omega d\varphi\right|^2 =$$

$$= \frac{1}{(2\pi)^2}\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}\frac{1}{4\beta_{n,j,k}^2}\left|\int_0^{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\hat{R}f(\varphi,\omega)Z_n(\varphi)\overline{\hat{\psi}_{j,k}(\omega)}|\omega|d\omega d\varphi\right|^2 =$$

$$= \frac{1}{(2\pi)^2}\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}\frac{1}{4\beta_{n,j,k}^2}\left|\int_{-\infty}^{\infty}\hat{R}f_n(\omega)\overline{\hat{\psi}_{j,k}(\omega)}|\omega|d\omega\right|^2 =$$

$$= \frac{1}{(2\pi)^2}\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}\frac{1}{4\beta_{n,j,k}^2}\left|\int_{-\infty}^{\infty}\hat{R}f_n(\omega)2^{-j/2}\overline{\hat{\psi}(2^{-j}\omega)}e^{i\omega k2^{-j}}|\omega|d\omega\right|^2 =$$

$$= \frac{1}{2\|\xi\|^2}\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}\frac{1}{\pi 2^{j+1}}\left|\int_{-\infty}^{\infty}\hat{R}f_n(\omega)\overline{\hat{\xi}(2^{-j}\omega)}|\omega|^{1/2}e^{i\omega k2^{-j}}d\omega\right|^2 =$$

$$= \frac{1}{2\|\xi\|^2}\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}\frac{1}{\pi 2^{j+1}}\left|\int_0^{\pi 2^{j+1}}e^{i\omega k2^{-j}}\sum_{m\in\mathbb{Z}}\hat{R}f_n(\omega+\pi 2^{j+1}m)\left|\omega+\pi 2^{j+1}m\right|^{1/2}\overline{\hat{\xi}(2^{-j}\omega+2\pi m)}d\omega\right|^2.$$

Функция

$$\sum_{m\in Z}\hat{R}f_n(\omega+\pi 2^{j+1}m)\left|\omega+\pi 2^{j+1}m\right|^{1/2}\overline{\hat{\xi}(2^{-j}\omega+2\pi m)}$$

периодична с периодом $\pi 2^{j+1}$. Следовательно,

$$U(f) = \frac{1}{2\|\xi\|^2}\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j\in Z}\int_0^{\pi 2^{j+1}}\left|\sum_{m\in Z}\hat{R}f_n(\omega+\pi 2^{j+1}m)\left|\omega+\pi 2^{j+1}m\right|^{1/2}\overline{\hat{\xi}(2^{-j}\omega+2\pi m)}\right|^2 d\omega =$$

$$= \frac{1}{2\|\xi\|^2}\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j\in Z}\int_0^{\pi 2^{j+1}}\sum_{m\in Z}\hat{R}f_n(\omega+\pi 2^{j+1}m)\left|\omega+\pi 2^{j+1}m\right|^{1/2}\overline{\hat{\xi}(2^{-j}\omega+2\pi m)}\times$$

$$\times\sum_{l\in Z}\overline{\hat{R}f_n(\omega+\pi 2^{j+1}l)}\left|\omega+\pi 2^{j+1}l\right|^{1/2}\hat{\xi}(2^{-j}\omega+2\pi l)d\omega =$$

$$= \frac{1}{2\|\xi\|^2}\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,m\in Z}\int_{-\infty}^{\infty}\hat{R}f_n(\omega)|\omega|^{1/2}\overline{\hat{R}f_n(\omega+\pi 2^{j+1}m)}\left|\omega+\pi 2^{j+1}m\right|^{1/2}\overline{\hat{\xi}(2^{-j}\omega)}\hat{\xi}(2^{-j}\omega+2\pi m)d\omega.$$

Далее, поступая, как в доказательстве леммы 1 из работы [8], получаем, что при выполнении условия (6) для некоторой положительной константы $\widetilde{C}_1$ выполнено

$$U(f) \le \sum_{n=0}^{\infty}\widetilde{C}_1\|g_n\|^2,$$

где $g_n(\omega) = \hat{R}f_n(\omega)|\omega|^{1/2}$. Обозначим $g(\varphi,\omega) = \hat{R}f(\varphi,\omega)|\omega|^{1/2}$. По теореме о центральном сечении

$$\|g\|^2 = \int_0^{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}|g(\varphi,\omega)|^2 d\omega d\varphi = \int_0^{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\left|\hat{R}f(\varphi,\omega)\right|^2|\omega|d\omega d\varphi =$$

$$= 4\pi\int_0^{2\pi}\int_0^{\infty}\left|\hat{f}(\omega\cos\varphi,\omega\sin\varphi)\right|^2\omega d\omega d\varphi = 4\pi\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}|f(x,y)|^2 dxdy = 4\pi\left\|\hat{f}\right\|^2 = 4\pi\|f\|^2.$$

Кроме того,

$$\|g\|^2 = \int_0^{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}|\omega|\sum_{l=0}^{\infty}\hat{R}f_l(\omega)Z_l(\varphi)\overline{\sum_{n=0}^{\infty}\hat{R}f_n(\omega)Z_n(\varphi)}d\omega d\varphi =$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty}\sum_{n=0}^{\infty}\left|\hat{R}f_n(\omega)\right|^2|\omega|d\omega = \sum_{n=0}^{\infty}\|g_n\|^2.$$

Следовательно, (9) выполнено. Докажем теперь (10).

$$U^*(f) = \sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}\left|\langle f,u_{n,j,k}^*\rangle\right|^2 = \sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k}\left|\langle f,\beta_{n,j,k}R^*[Z_n\psi_{j,k}]\rangle\right|^2 =$$

$$= \sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}\left|\langle Rf,\beta_{n,j,k}Z_n\psi_{j,k}\rangle\right|^2 =$$

$$= \sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}\left|\|\xi\|2^{j/2}\int_0^{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}Rf(\varphi,s)\overline{Z_n(\varphi)\psi_{j,k}(s)}dsd\varphi\right|^2 =$$

$$= \sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}\left|\|\xi\|2^{j/2}\int_0^{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\hat{R}f(\varphi,\omega)Z_n(\varphi)\overline{\hat{\psi}_{j,k}(\omega)}d\omega d\varphi\right|^2 =$$

$$= \sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}\left|\|\xi\|2^{j/2}\int_0^{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\hat{R}f(\varphi,\omega)|\omega|^{1/2}Z_n(\varphi)\overline{\hat{\psi}_{j,k}(\omega)}|\omega|^{-1/2}d\omega d\varphi\right|^2 =$$

$$= \sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}\left|\|\xi\|2^{j/2}\int_{-\infty}^{\infty}\hat{R}f_n(\omega)|\omega|^{1/2}\overline{\hat{\psi}_{j,k}(\omega)}|\omega|^{-1/2}d\omega\right|^2 =$$

$$= \sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}\left|\|\xi\|2^{j/2}\int_{-\infty}^{\infty}\hat{R}f_n(\omega)|\omega|^{1/2}2^{-j/2}\overline{\hat{\psi}(2^{-j}\omega)}e^{i\omega k2^{-j}}|\omega|^{-1/2}d\omega\right|^2 =$$

$$= \sum_{n=0}^{\infty}\sum_{j,k\in Z}\left|\|\xi\|2^{-j/2}\int_{-\infty}^{\infty}\hat{R}f_n(\omega)\overline{\hat{\eta}(2^{-j}\omega)}|\omega|^{1/2}e^{i\omega k2^{-j}}d\omega\right|^2.$$

Здесь через η обозначена функция, для которой $\hat{\eta}(\omega) = \hat{\psi}(\omega)|\omega|^{-1/2}$. Далее, поступая, как при доказательстве (9), получаем, что найдется положительная константа C_2 такая, что

$$U^*(f) \le C_2\|f\|^2.$$

Лемма доказана.

Далее будем предполагать, что функция f, описывающая изображения, имеет компактный носитель и равномерно регулярна по Липшицу с некоторым показателем $\gamma > 0$. Оказывается, что при этом функция Rf равномерно регулярна по Липшицу с показателем $\gamma + 1/2$ (см. [13] и [14]). Также будем считать, что вейвлет-функция ψ удовлетворяет условиям теоремы 6.3 из [10] и леммы 1. Таким образом, найдется такая константа $A > 0$, что

$$\langle Rf, Z_n\psi_{j,k}\rangle \le \frac{A}{2^{j(\gamma+1)}} \qquad (12)$$

при всех неотрицательных $j \in \mathbb{Z}$ и всех $k \in \mathbb{Z}$.

При практической реализации разложения (3) дискретные коэффициенты получаются умножением матрицы значений функции Rf на ортогональную матрицу F и ортогональную матрицу W, определяемые базисом Фурье $\{Z_n\}$ и вейвлет-базисом $\{\psi_{j,k}\}$. Причем, поскольку в проекциях присутствует шум, рассматривается следующая модель измеряемых данных:

$$X_{u,v} = (Rf)_{u,v} + \varepsilon_{u,v},\ u = 1,\ldots,2^J,\ v = 1,\ldots,2^J, \qquad (13)$$

где J – некоторое положительное число («разрешение» изображения), $X_{u,v}$ – наблюдаемые данные, R – преобразование Радона, f – истинная (незашумленная) функция изображения, а $\varepsilon_{u,v}$ – независимые случайные погрешности, которые имеют одинаковое нормальное

распределение с нулевым средним и дисперсией σ^2. Таким образом, в силу ортогональности матриц преобразования, дискретные коэффициенты разложения наблюдаемых данных (13), которые мы обозначим через $Y_{n,j,k}$, описываются следующей моделью:

$$Y_{n,j,k} = \mu_{n,j,k} + \varepsilon^{FW}_{n,j,k}, \quad n = 0,\ldots,2^J - 1,\ j = 0,\ldots,J-1,\ k = 0,\ldots,2^j - 1, \tag{14}$$

где $\mu_{n,j,k} = 2^J \langle Rf, Z_n \psi_{j,k} \rangle$, а случайные погрешности $\varepsilon^{FW}_{n,j,k}$ также независимы и имеют такое же распределение, как и $\varepsilon_{u,v}$.

Поскольку в измерениях присутствует шум, необходимо использовать некоторые процедуры для его удаления. Мы рассмотрим процедуру пороговой обработки (см. [10]). Смысл пороговой обработки вейвлет-коэффициентов измеряемого сигнала заключается в удалении достаточно маленьких коэффициентов, которые считаются шумом. Будем использовать так называемую мягкую пороговую обработку с порогом T_j, зависящим от масштаба j. Для подавления шума к каждому коэффициенту $Y_{n,j,k}$ применяется функция $\rho_{T_j}(x)$, определяемая соотношением

$$\rho_{T_j}(x) = sgn(x)(|x| - T_j).$$

При такой пороговой обработке коэффициенты, которые по модулю меньше порога T_j, обнуляются, а абсолютные величины остальных коэффициентов уменьшаются на величину порога. В результате функция сигнала f в разложении (4) (точнее, ее нормированная версия) оценивается следующим образом:

$$\hat{f} = \sum_{n=0}^{2^J-1} \sum_{j=0}^{J-1} \sum_{k=0}^{2^j-1} \beta_{n,j,k} \rho_{T_j}(Y_{n,j,k}) u_{n,j,k}.$$

Среднеквадратичная ошибка (риск) оценки $\hat{f}$ определяется как

$$r_\sigma = \mathbf{E} \left\| f - \hat{f} \right\|^2.$$

Так как система функций $\{u_{n,j,k}\}$ не является ортонормированной, риск нельзя представить в виде суммы вкладов погрешностей отдельных коэффициентов, однако в силу устойчивости базиса $\{u_{n,j,k}\}$ найдутся такие константы A и B, зависящие от ψ, что $Ar_J \le r_\sigma \le Br_J$, где

$$r_J = r_J(f, \sigma, \mathbf{T}) = \sum_{n=0}^{2^J-1} \sum_{j=0}^{J-1} \sum_{k=0}^{2^j-1} \beta^2_{n,j,k} \mathbf{E}(\mu_{n,j,k} - \rho_{T_j}(Y_{n,j,k}))^2, \tag{15}$$

(здесь $\mathbf{T} = (T_0,\ldots,T_{J-1})$ – вектор порогов). Таким образом, с точностью до множителя величина r_σ асимптотически ведет себя так же, как r_J, поэтому в дальнейшем мы будем рассматривать асимптотическое поведение r_J.

В выражении (15) присутствуют неизвестные величины $\mu_{n,j,k}$, поэтому вычислить значение r_J нельзя. Однако его можно оценить. В каждом слагаемом если $|Y_{n,j,k}| > T_j$, то вклад этого слагаемого в риск составляет $\beta^2_{n,j,k}(\sigma^2 + T_j^2)$, а если $|Y_{n,j,k}| \le T_j$, то вклад составляет $\beta^2_{n,j,k}\mu^2_{n,j,k}$. Поскольку $\mathbf{E}Y^2_{n,j,k} = \sigma^2 + \mu^2_{n,j,k}$, значение $\mu^2_{n,j,k}$ можно оценить разностью $Y^2_{n,j,k} - \sigma^2$.

Таким образом, в качестве оценки риска можно использовать следующую величину:

$$\hat{r}_J(f, \sigma, \mathbf{T}) = \sum_{n=0}^{2^J-1} \sum_{j=0}^{J-1} \sum_{k=0}^{2^j-1} \beta^2_{n,j,k} F[Y^2_{n,j,k}, \sigma, T_j],$$

$$F[x, \sigma, T_j] = (x - \sigma^2)\mathbb{I}(|x| \le T_j^2) + (\sigma^2 + T_j^2)\mathbb{I}(|x| > T_j^2), \tag{16}$$

причем эта оценка является несмещенной (см. [10]) .

3. Предельные теоремы для оценки риска.

По аналогии с работами [6], [8] и [9] мы рассмотрим ситуацию, когда для каждого масштаба j выбирается «универсальный» порог. Такой порог определяется соотношением $T_{U,j} = \sigma\sqrt{2\ln 2^{j+J}}$, поскольку на каждом масштабе количество коэффициентов равно 2^{j+J}, и получил название «универсальный», так как он не зависит от наблюдаемых данных и при выборе этого порога риск r_J близок к минимальному (см. [12]).

Для оценки риска (16) справедлива следующая теорема, являющаяся аналогом теоремы 1 из [8].

Теорема 1 *Пусть вейвлет-функция ψ удовлетворяет условиям теоремы 6.3 из [10] и леммы 1, а функция $f \in \mathbf{L}^2(\mathbb{R})$ имеет компактный носитель и равномерно регулярна по Липшицу с показателем $\gamma > 0$, тогда*

$$\mathrm{P}\left(\frac{\hat{r}_J(f, \sigma, \mathbf{T}_U) - r_J(f, \sigma, \mathbf{T}_U)}{D_J} < x \right) \Rightarrow \Phi(x) \ \text{при} \ J \to \infty, \tag{17}$$

где $D_J = \sigma^2 \|\xi\|^2 \sqrt{2/7}\, 2^{2J}$, функция ξ задана соотношением (11), а $\mathbf{T}_U = (T_{U,0},\ldots,T_{U,J-1})$.

Зачастую дисперсия шума σ^2 не известна и ее также необходимо оценивать с помощью некоторой оценки $\hat{\sigma}^2$. При этом выражение (16) принимает вид

$$\hat{r}_J(f, \hat{\sigma}, \mathbf{T}) = \sum_{n=0}^{2^J-1} \sum_{j=0}^{J-1} \sum_{k=0}^{2^j-1} \beta^2_{n,j,k} F[Y^2_{n,j,k}, \hat{\sigma}, T_j], \tag{18}$$

и вместо порогов $T_{U,j}$ используются пороги $\hat{T}_{U,j} = \hat{\sigma}\sqrt{2\ln 2^{j+J}}$ (обозначим вектор этих порогов через $\hat{\mathbf{T}}_U$).

Обычно дисперсия σ^2 оценивается по выборке сигнала (или изображения), однако ее можно оценить и по независимой выборке. Для этого следует произвести измерение пустого сигнала, тогда наблюдения будут представлять из себя чистый шум, по которому и оценивается σ^2. Далее мы рассмотрим оба случая.

В случае, когда $\hat{\sigma}^2$ строится по независимой выборке, для оценки риска (18) справедливо следующее утверждение.

Теорема 2 *Пусть вейвлет-функция ψ удовлетворяет условиям теоремы 6.3 из [10] и леммы 1, а функция $f \in \mathbf{L}^2(\mathsf{R})$ имеет компактный носитель и равномерно регулярна по Липшицу с показателем $\gamma > 0$. Пусть $\hat{\sigma}^2$ – не зависящая от $Y_{n,j,k}$ оценка дисперсии σ^2, для которой выполнено*

$$\mathrm{P}\left(2^J(\hat{\sigma}^2 - \sigma^2) < x\right) \Rightarrow \Phi_\Sigma(x) \ \text{при} \ J \to \infty, \qquad (19)$$

где $\Phi_\Sigma(x)$ – функция распределения нормального закона с нулевым средним и дисперсией Σ^2. Тогда

$$\mathrm{P}\left(\frac{\hat{r}_J(f,\hat{\sigma},\hat{\mathbf{T}}_U) - r_J(f,\sigma,\mathbf{T}_U)}{D_J} < x\right) \Rightarrow \Phi_\Upsilon(x) \ \text{при} \ J \to \infty, \qquad (20)$$

где $\Phi_\Upsilon(x)$ – функция распределения нормального закона с нулевым средним и дисперсией

$$\Upsilon^2 = 1 + \frac{7}{18}\frac{\Sigma^2}{\sigma^4}.$$

Если дисперсия оценивается по коэффициентам разложения $Y_{n,j,k}$ и функция f удовлетворяет требуемым условиям регулярности, то в силу (12) ее оценивают по половине всех коэффициентов на уровне $j = J-1$, так как эти коэффициенты фактически содержат только шум. Мы рассмотрим популярные оценки неизвестной дисперсии: $\hat{\sigma}_S^2$ – выборочная дисперсия, $\hat{\sigma}_R$ – интерквартильный размах и $\hat{\sigma}_M$ – абсолютное медианное отклонение от медианы. Эти оценки определяются следующими соотношениями:

$$\hat{\sigma}_S^2 = \frac{1}{2^{2J-1}}\sum_{n=0}^{2^J-12^{J-1}-1}\sum_{k=0}^{2^{J-1}-1} Y_{n,J-1,k}^2 - \left(\frac{1}{2^{2J-1}}\sum_{n=0}^{2^J-12^{J-1}-1}\sum_{k=0}^{2^{J-1}-1} Y_{n,J-1,k}\right)^2, \qquad (21)$$

$$\hat{\sigma}_R = \frac{Y_{2J-1,(3/4)} - Y_{2J-1,(1/4)}}{2\zeta_{3/4}}, \qquad (22)$$

$$\hat{\sigma}_M = \frac{\underset{\substack{0\le n\le 2^J-1,\\ 0\le k\le 2^{J-1}-1}}{\mathrm{med}} \left| Y_{n,J-1,k} - \underset{\substack{0\le n\le 2^J-1,\\ 0\le l\le 2^{J-1}-1}}{\mathrm{med}} Y_{n,J-1,l} \right|}{\zeta_{3/4}}, \qquad (23)$$

где $Y_{2J-1,(1/4)}$ и $Y_{2J-1,(3/4)}$ – выборочные квантили порядка 1/4 и 3/4, построенные по набору коэффициентов $Y_{n,J-1,k}$, $0 \le n \le 2^J - 1$, $0 \le k \le 2^{J-1} - 1$, $\zeta_{3/4}$ – теоретическая квантиль порядка 3/4 стандартного нормального распределения ($\zeta_{3/4} \approx 0.6745$), а med обозначает выборочную медиану.

Теорема 3 *Пусть вейвлет-функция ψ удовлетворяет условиям теоремы 6.3 из [10] и леммы 1, а функция $f \in \mathbf{L}^2(\mathsf{R})$ имеет компактный носитель и равномерно регулярна по Липшицу с показателем $\gamma > 1/2$. Пусть оценка дисперсии $\hat{\sigma}^2$ определяется выражением (21). Тогда*

$$\mathrm{P}\left(\frac{\hat{r}_J(f,\hat{\sigma},\hat{\mathbf{T}}_U) - r_J(f,\sigma,\mathbf{T}_U)}{D_J} < x\right) \Rightarrow \Phi_\Upsilon(x) \ \text{при} \ J \to \infty, \qquad (24)$$

где $\Phi_\Upsilon(x)$ – функция распределения нормального закона с нулевым средним и дисперсией $\Upsilon^2 = 2/9$.

Теорема 4 *Пусть вейвлет-функция Ψ удовлетворяет условиям теоремы 6.3 из [10] и леммы 1, а функция $f \in \mathbf{L}^2(\mathsf{R})$ имеет компактный носитель и равномерно регулярна по Липшицу с показателем $\gamma > 1$. Пусть оценка дисперсии $\hat{\sigma}^2$ определяется выражением (22) или (23). Тогда*

$$\mathrm{P}\left(\frac{\hat{r}_J(f,\hat{\sigma},\hat{\mathbf{T}}_U) - r_J(f,\sigma,\mathbf{T}_U)}{D_J} < x\right) \Rightarrow \Phi_\Upsilon(x) \ \text{при} \ J \to \infty,$$

где $\Phi_\Upsilon(x)$ – функция распределения нормального закона с нулевым средним и дисперсией

$$\Upsilon^2 = \frac{7}{36\zeta_{3/4}^2(\phi(\zeta_{3/4}))^2} - \frac{4}{3}.$$

Доказательство теорем 1–4 полностью аналогично доказательству соответствующих теорем из работ [8, 9].

Замечание 2 *Вектор порогов $\mathbf{T}_U$ фактически используется для построения оценки функции Rf. В работе [11] вместо вектора порогов $\mathbf{T}_U$ рассматривается единый для всех масштабов порог (в данном случае он равен $T_R = \sigma\sqrt{4ln2^{2J}}$), который также назван «универсальным», и показывается, что при построении оценки функции f этот порог является асимптотически близким к оптимальному в минимаксном смысле. При рассмотрении порога T_R все результаты данной работы останутся неизменными.*

Работа поддержана министерством образования и науки РФ (государственный контракт №П779).

Литература

1. **Тихонов А.Н., Арсенин В.Я., Тимонов А.А.** Математические задачи компьютерной томографии. – М.: Наука, 1987.

2. **Троицкий И.Н.** Статистическая теория томографии. – М.: Радио и связь, 1989.

3. **Kak A.C., Slaney M.** Principles of Computerized Tomographic Imaging. – NY: IEEE Press, 1988.

4. **Маркин А.В., Шестаков О.В.** Асимптотики оценки риска при пороговой обработке вейвлет-вейглет коэффициентов в задаче томографии // Информатика и ее применения, 2010. Т.4. №2. С.36–45.

5. **Donoho D.** Nonlinear solution of linear inverse problems by wavelet-vaguelette decomposition // Applied and Computational Harmonic Analysis, 1995. Vol.2. P.101–126.

6. **Kolaczyk E.D.** A wavelet shrinkage approach to tomographic image reconstruction // J. Am. Statist. Assoc., 1996. Vol.91. P.1079–1090.

7. **Lee N.** Wavelet-vaguelette decompositions and homogenous equations: PhD dissertation. Purdue University, 1997.

8. **Кудрявцев А.А., Шестаков О.В.** Асимптотика оценки риска при вейглет-вейвлет разложении наблюдаемого сигнала // T-Comm - Телекоммуникации и Транспорт, 2011. № 2. С.54–57.

9. **Кудрявцев А.А., Шестаков О.В.** Асимптотическое распределение оценки риска пороговой обработки вейглет-коэффициентов сигнала при неизвестном уровне шума // T-Comm - Телекоммуникации и Транспорт, 2011. №5. С.24–30.
10. **Mallat S.** A Wavelet Tour of Signal Processing. – NY: Academic Press, 1999.
11. **Abramovich F., Silverman B.W.** Wavelet Decomposition Approaches to Statistical Inverse Problems // Biometrika, 1998. Vol.85. No.1. P.115–129.
12. **Donoho D., Johnstone I.M.** Ideal Spatial Adaptation via Wavelet Shrinkage // Biometrika., 1994. Vol. 81. No. 3. P. 425–455.
13. **Natterer F.** The Mathematics of Computerized Tomography. – NY: John Wiley & Sons. 1986.
14. **Smith K., Solmon D., Wagner S.** Practical and mathematical aspects of the problem of reconstructing objects from radiographs // Amer. Math. Soc., 1977. Vol. 83. No. 6. P. 1227–1270.

Reconstruction of tomographic images by means of thresholding coefficients of the expansion of projection data BY orthogonal basis

A. Kudryavtsev, O. V. Shestakov

Abstract
The task of image reconstruction on the projection data in a model with additive noise is considered. The asymptotic properties are assessed for risk assessment at the threshold processing of the expansion coefficients of the function describing the projection data into an orthogonal series. The conditions under which the asymptotic normality of the risk assessment are given.

References

1. Tikhonov A.N., Arsenin V.Y., Timonov A.A. Mathematical problems of computerized tomography [Matematicheskie zadachi komp'yuternoj tomografii]. — Moscow: Nauka, 1987.
2. Troitskij I.N. Statistical theory of tomography [Statisticheskaya tyeoriya tomografii]. — M.: Radio and Communication, 1989.
3. Kak A.C., Slaney M. Principles of Computerized Tomographic Imaging. — NY: IEEE Press, 1988.
4. Markin A.V. Shestakov O.V. Asymptotics of the risk assessment process at the threshold of wavelet coefficients for the veyglet tomography [Asimptotiki otsenki riska pri porogovoj obrabotke vyejvlet-vyejglet koeffitsientov v zadache tomografii] // Informatics and Applications, 2010. V.4. Number 2. — P. 36-45.
5. Donoho D. Nonlinear solution of linear inverse problems by wavelet-vaguelette decomposition // Applied and Computational Harmonic Analysis, 1995. Vol. 2. — P.101-126.
6. Kolaczyk E.D. A wavelet shrinkage approach to tomographic image reconstruction // J. Am. Statist. Assoc., 1996. Vol.91. — P.1079-1090.
7. Lee N. Wavelet-vaguelette decompositions and homogenous equations: PhD dissertation. Purdue University, 1997.
8. Kudryavtsev AA, Shestakov O. Asymptotics of the risk assessment veyglet wavelet decomposition of the observed signal [Asimptotika otsenki riska pri vyejglet-vyejvlet razlozhenii nablyudaemogo signala] // T-Comm — Telecommunications and Transport, 2011. — № 2. — S.54-57.
9. Kudryavtsev AA, Shestakov O. The asymptotic distribution of the risk assessment threshold processing veyglet coefficients signal with an unknown level of noise [Asimptoticheskoe raspredelenie otsenki riska porogovoj obrabotki vyejglet-koeffitsientov signala pri nyeizvestnom urovne shuma] // T-Comm — Telecommunications and Transport, 2011. — № 5. — P.24-30.
10. Mallat S. A Wavelet Tour of Signal Processing. — NY: Academic Press, 1999.
11. Abramovich F., Silverman B.W. Wavelet Decomposition Approaches to Statistical Inverse Problems // Biometrika, 1998. Vol.85. №1. — P.115-129.
12. Donoho D., Johnstone I.M. Ideal Spatial Adaptation via Wavelet Shrinkage // Biometrika., 1994. Vol.81. № 3. — P.425-455.
13. Natterer F. The Mathematics of Computerized Tomography. — NY: John Wiley & Sons. 1986.
14. Smith K., Solmon D., Wagner S. Practical and mathematical aspects of the problem of reconstructing objects from radiographs // Amer. Math. Soc., 1977. Vol.83. — №6. — P.1227-1270.

ПРАВИТЕЛЬСТВО УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

АДМИНИСТРАЦИЯ ГОРОДА ИЖЕВСКА

УДМУРТСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА

ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР «УДМУРТИЯ»

ИНФОТЕХ

II Всероссийская выставка информационных технологий

16-19 октября / 2012

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ!

ТЕМАТИКА ВЫСТАВКИ

IT для государства
- Электронное правительство
- Универсальная электронная карта
- Системы информационной безопасности
- Межведомственный документооборот
- Технологии обработки данных

IT для бизнеса
- BPM, ERP и CRM системы
- Электронный документооборот
- Центры обработки данных
- WEB 2.0 (социальные сети, блоги и т.д.)
- Системы информационной безопасности
- Системы автоматизации финансового сектора
- Логистические решения

IT для жизни
- 3D
- Планшетные компьютеры
- Умный дом
- Мультимедиа
- Цифровое телевидение
- HI-End и Hi-Fi - аппаратура
- Цифровое фото
- Социальные сети
- Игры
- Мобильные устройства
- Интернет и сеть для дома
- Персональная безопасность

Системы, средства и услуги связи

ОДНОВРЕМЕННО СОСТОИТСЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА «РЕКЛАМА. ПОЛИГРАФИЯ. ДИЗАЙН»

Место проведения выставки:
г. Ижевск, ул. Кооперативная, 9

Выставочный центр «УДМУРТИЯ»
тел./факс: (3412) 731-171, 731-116, 733-624, 733-664
it@vcudmurtia.ru; **www.it.vcudm.ru**

Информационные партнеры:

Storage · Поставщики машин и оборудования · Техника Связи · T•Comm

Интернет-партнеры:

CNews · CRN · GlobalCIO · DailyComm · hifi News.RU · PCWEEK

Построение и анализ математической модели на линиях концентрации трафика

Ключевые слова: *Мультисервисные модели, трафик реального времени, пачечный трафик данных*

Построена и исследована модель совместной передачи трафика сервисов реального времени и пачечного трафика данных, допускающего задержку. Трафик реального времени имеет абсолютное преимущество в занятии и использовании канального ресурса. Даны определения основным показателям качества совместного обслуживания заявок.

До Суан Тху,
аспирант кафедры "Автоматической электросвязи", МТУСИ, thudx@mail.ru5

Введение

В анализируемой системе связи исследование процесса обслуживания информационных сообщений в сети происходит на уровне соединения. При построении модели и ее последующем анализе будем использовать традиционные предположения, которые применяются для этих целей в теории и практике телетрафика. Для этого необходимо, исходя из функционального описания модели, определиться со схемой потока поступающих заявок и с моделью занятия канального ресурса линии концентрации трафика на обслуживание поступившей заявки. Будем считать, что для рассматриваемого сегмента мультисервисной сети справедливы предположения о возможности использования пуассоновской модели входного потока заявок с интенсивностью поступления заявок и потребностями в канальном ресурсе, зависящими от номера анализируемого потока. Данное предположение можно считать справедливым в транзитной части сети, где происходит смешивание большого числа потоков заявок.

В модели будет исследовано три типа информационных потоков:

- пуассоновский поток заявок на выделение канального ресурса от абонентов, требующих установления голосового соединения,
- пуассоновский поток заявок на выделение канального ресурса от абонентов, требующих установления широкополосного соединения для передачи видео,
- пуассоновский поток заявок на выделение канального ресурса от абонентов, требующих установления соединения для передачи трафика сети Интернет.

Времена занятия канального ресурса на обслуживание всех трех видов поступающих сообщений будем считать имеющим экспоненциальное распределение.

Первые два введенных потоков заявок относятся к передаче трафика сервисов реального времени и должны быть обслужены с минимальной задержкой. В то же время при обслуживании заявки на передачу трафика сети Интернет, который поступает макропакетами, допускается некоторая задержка при транспортировке соответствующей информации по сети. Каждый макропакет представляет собой сгущение в поступлении IP-пакетов рассматриваемой сессии связи с сетью Интернет. Предположим, что заявки на передачу трафика сервисов реального времени имеют абсолютный приоритет в занятии канального ресурса. Из данного утверждения следует, что в ситуации нехватки некоторого числа единиц канального ресурса для обслуживания поступившей приоритетной заявки, требуемое число единиц канального ресурса может быть освобождено, если оно в настоящий момент занято обслуживанием трафика сети Интернет.

В соответствии с обсуждением, проведенным выше, информационные сообщения, вытесненные с передачи, уходят на ожидание в буфер. Будем предполагать, что размеры буфера ограничены. По мере появления свободных канальных единиц на линии, ожидающие макропакеты переходят на передачу, реализуя модель «первый в очереди - первый на обслуживание». Будем считать, что обслуживание макропакета в момент его повторной постановки на передачу начинается заново и при этом для его обслуживания требуется одна канальная единица. Предположим, что макропакет может попасть в буфер также и в момент блокировки, когда все канальные единицы заняты. Положим, что время пребывания макропакета в буфере ограничено и не превосходит некоторой величины, имеющей экспоненциальное распределение. После неудачного завершения времени ожидания сообщение считается потерянным и не возобновляется. Исследование модели ведется в соответствии с положениями [1-2].

Входные параметры модели. Обозначим через v - скорость передачи информации мультисервисной линии, выраженной в единицах канального ресурса. На линию поступает два потока заявок для передачи трафика сервисов реального времени и поток заявок на передачу трафика данных, допускающих возможность задержки в пересылке информации. В соответствии с предположениями, сформулированными в предыдущем разделе, поступление заявок всех типов подчиняется закону Пуассона. Введём обозначения для параметров k-го потока заявок на передачу трафика реального времени. Пусть λ_1 - интенсивность поступления заявок на выделение канального ресурса от абонентов, требующих установления голосового соединения, $[1/(\mu_1)]$ - среднее время их обслуживания, b_1 - число единиц ресурса, используемых для обслуживания одной заявки. Пусть λ_2 - интенсивность поступления заявок на выделение канального ресурса от абонентов, требующих установления широкополосного соединения для передачи видео, $[1/(\mu_2)]$ - среднее время их обслуживания, b_2 - число единиц ресурса, используемых для обслуживания одной заявки. Время обслуживания заявок на передачу трафика реального времени имеет экспоненциальное распределение с соответствующим параметром.

Обозначим через λ_d интенсивность поступления заявок на передачу трафика данных. Каждой заявке соответствует пачка, состоящая из фиксированного числа макропакетов. В соответствии с обсуждением, проведенным в предыдущем разделе, предположим, что с вероятностью f_s

поступившая пачка содержит ровно s макропакетов. Для передачи каждого из s поступивших макропакетов используется единичный ресурс линии. Для удобства записи последующих формул будем предполагать, что индекс s для f_s меняется от 1 до $v+L$, где L - объем буфера, т.е. максимально возможное число макропакетов, которые одновременно могут находиться на ожидании. Таким образом, поступившая пачка не может быть пустой, и её объём не превосходит суммы имеющегося канального ресурса линии и объёма буфера. Обозначим через b_d среднее число макропакетов, содержащихся в одной заявке. Величина b_d находится из выражения $b_d = \sum_{s=1}^{v+L} f_s s$.

Если при поступлении пачки, состоящей из s макропакетов, имеется достаточный объём ресурса, то s канальных единиц занимаются на время передачи поступивших макропакетов. Время занятия каждой единицы ресурса имеет экспоненциальное распределение с параметром μ_d. Если ресурса для передачи всей поступившей пачки не хватает, то занимается имеющийся свободный ресурс, а оставшиеся макропакеты, составляющие пачку, уходят на свободные места ожидания, а если и их не хватает, то избыток макропакетов теряется без возобновления. Время пребывания макропакета на ожидании ограничено случайной величиной, имеющей экспоненциальное распределение с параметром σ.

Математическое описание модели. Оно выполняется с использованием понятий теории вероятностей. Введём соответствующие компоненты марковского процесса, которые задают динамику изменения состояния занятых каналов и мест в буфере. Пусть $i_1(t)$ - число заявок на выделение канального ресурса от абонентов, требующих установления голосового соединения, находящихся в момент времени t на обслуживании, $i_2(t)$ - число заявок на выделение канального ресурса от абонентов, требующих установления широкополосного соединения для передачи видео, и находящихся в момент времени t на обслуживании, $d(t)$ - число макропакетов, находящихся в момент времени t на передаче и ожидании.

Динамика изменения общего числа обслуживаемых заявок и макропакетов описывается трехмерным случайным процессом $r(t) = (i_1(t),i_2(t),d(t))$, определённым на конечном пространстве состояний S. Во множество S включены вектора (i_1,i_2,d) с компонентами i_1,i_2,d, принимающими значения

$$i_1 = 0,1,\ldots,\left]\frac{v}{b_1}\right[;\quad i_2 = 0,1,\ldots,\left]\frac{v-i_1b_1}{b_2}\right[;$$
$$d = 0,1,\ldots,v+L-v_1b_1-i_2b_2, \qquad (1)$$

где скобки].[обозначают целую часть от соответствующего выражения.

Поскольку все реализуемые в модели случайные величины, определяющие длительности интервалов времени между поступлением заявок и длительности их обслуживания, имеют экспоненциальное распределение и не зависят друг от друга, то случайный процесс, описывающий функционирование модели, является марковским и может исследоваться в стационарном режиме. Для существования стационарного режима достаточно потребовать выполнения условия об ограниченности длины очереди ожидающих макропакетов или ограниченности длительности интервала времени, ограничивающего время пребывания макропакета на ожидании. Если величина очереди ожидающих макропакетов не ограничена и отсутствует ограничение на время пребывания в буфере, то интенсивность поступления заявок на передачу данных ограничена максимальной пропускной способностью линии, которая может быть использована для передачи макропакетов.

Обозначим через $p(i_1,i_2,d)$ стационарные вероятности состояний (i_1,i_2,d). Соответствующие величины $p(i_1,i_2,d)$ интерпретируются как доля времени пребывания системы в состоянии (i_1,i_2,d), где i_1 - число заявок на выделение канального ресурса от абонентов, требующих установления голосового соединения, и находящихся в стационарном режиме на обслуживании, i_2 - число заявок на выделение канального ресурса от абонентов, требующих установления широкополосного соединения для передачи видео, и находящихся в стационарном режиме на обслуживании, d - число макропакетов, находящихся в стационарном режиме на передаче и ожидании. Используя данную интерпретацию значений стационарных вероятностей $p(i_1,i_2,d)$ можно дать определение для основных показателей качества совместного обслуживания заявок, а затем найти их численные значения построив и решив систему уравнений статистического равновесия.

Показатели обслуживания заявок на передачу трафика реального времени Основными показателями качества обслуживания заявок на получение сервисов реального времени будет доля отказов в выделении канального ресурса, определяемая как доля заявок соответствующего потока, для которых используемый на сети механизм управления допуском отказал в занятии необходимого объема канального ресурса, π_1 и π_2

$$\pi_1 = \sum_{\{(i_1,i_2,d)\in S | i+b_1>v\}} p(i_1,i_2,d),$$
$$\pi_2 = \sum_{\{(i_1,i_2,d)\in S | i+b_2>v\}} p(i_1,i_2,d).$$

В рассматриваемой модели различаются три причины потери макропакетов:

- потери макропакетов из-за отсутствия свободного ресурса линии и занятости всех мест ожидания,
- потери макропакетов, вытесненных из обслуживания поступившей приоритетной заявкой на передачу трафика речевого сообщения или поступившей приоритетной заявкой на обслуживание трафика широкополосного соединения для передачи видео и потерянных из-за занятости всех L имеющихся мест ожидания,
- потери макропакетов из-за неудачного завершения времени ожидания.

Обозначим соответствующие доли потерянных макропакетов как π_b, π_l, π_w. Отдельные составляющие доли потерянных макропакетов определяются из следующих формальных построений [1, 2].

$$\pi_b = \frac{\left\{\sum_{(i_1,i_2,d-s)\in S | i+d=v+L}\right\} \sum_{s=0}^{d} p(i_1,i_2d-s) \sum_{j=s+1}^{v+L} f_j(j-s)}{b_d}$$

$$\pi_l = \frac{1}{\lambda_d b_d}\left(\sum_{\{(i_1,i_2,d)\in S \mid v+L-d<i+b_1\le v\}} p(i_1,i_2,d)\times\lambda_1(i+d+b_1-v-L)+ \right.$$

$$\left. + \sum_{\{(i_1,i_2,d)\in S \mid v+L-d<i+b_2\le v\}} p(i_1,i_2,d)\times\lambda_2(i+d+b_2-v-L) \right)$$

$$\pi_\omega = \frac{\sigma}{\lambda_d b_d} \sum_{\{(i_1,i_2,d)\in S|i+d>v\}} p(i_1,i_2,d)(i+d-v).$$

После того, как найдены все составляющие доли потерянных пакетов, можно дать определение для общей доли потерянных макропакетов π_d. Для этого достаточно сложить полученные выражения для отдельных составляющих данной характеристики. Получаем $\pi_d = \pi_b+\pi_l+\pi_w$. Из приведенного соотношения следует, что доля π_h макропакетов, успешно доставленных по назначению, находится как величина, дополнительная к π_d. Отсюда получаем такое соотношение $\pi_h = 1-\pi_b-\pi_l-\pi_w$.

Среднее число m_s канальных единиц линии, занятых передачей макропакетов, определяется как соответствующее среднее значение

$$m_s = \sum_{\{(i_1,i_2,d)\in S|i+d\le v\}} p(i_1,i_2,d)d + \sum_{\{(i_1,i_2,d)\in S|i+d>v\}} p(i_1,i_2,d)(v-i).$$

Среднее число m_w мест ожидания, занятых макропакетами, определяется как соответствующее среднее значение

$$m_\omega = \sum_{\{(i_1,i_2,d)\in S|i+d>v\}} p(i_1,i_2,d)(i+d-v).$$

Среднее время T_h доставки макропакета (среднее время нахождения макропакета в ожидании и на передаче) в соответствии с формулой Литтла определяется как отношение

$$T_h = \frac{m_s + m_\omega}{\lambda_d b_d (1-\pi_b)}.$$

Заключение. Полученные формальные выражения для показателей обслуживания заявок на выделение канального ресурса от абонентов, требующих установления голосового соединения, или требующих установления широкополосного соединения для передачи видео, или получающих данные сети Интернет, выражены через значения стационарных вероятностей $p(i_1,i_2,d)$. Таким образом, для оценки этих показателей достаточно построить и решить стандартными методами систему уравнений статистического равновесия, связывающие значения $p(i_1,i_2,d)$.

Литература

1. **Ross K.W.** Multiservice loss models for broadband telecommunication networks. - London: Springer, 1995.

2. **Степанов С.Н.** Основы телетрафика мультисервисных сетей - М.: Эко-Трендз, 2010.

3. **Stepanov S.N.** Fundamentals of teletraffic multiservice networks - M.: Eko-Trendz, 2010.

CONSTRUCTION AND ANALYSIS OF MODELS ON THE LINES OF TRAFFIC CONCENTRATION

Do Xuan Thu, Moscow Technical University Of Communications And Informatics

Abstract

The model of concurrent servicing of real time traffic and batch arrival data traffic with possibility of waiting is constructed and studied. Real time traffic has absolute priority in occupying of channel resource. The model's main performance measures are defined.

Key words: Multiservice models, real time traffic, batch arrival data traffic