



**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“Київський політехнічний інститут”**

**ІНСТИТУТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ
НДІ Телекомунікацій**

**Друга міжнародна
науково-технічна конференція**

"ПРОБЛЕМИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ"

**присвячена Всесвітньому дню телекомунікацій
(17 травня)**

20–23 травня 2008 року

Збірник тез

м. Київ

Науково-технічна конференція "Проблеми телекомунікацій": Збірник тез.
К.: НТУУ "КПІ", 2008.

Даний збірник містить тези пленарних і секційних матеріалів студентів, аспірантів, спеціалістів і наукових співробітників, представлених на Науково-технічній конференції "Проблеми телекомунікацій", яка проводиться 20–23 травня 2008 р. в м. Києві.

Робочими мовами конференції є українська, російська та англійська.

У збірник включені тези за такими напрямками:

- системи безпроводових телекомунікацій;
- проводовий зв'язок, оптоволоконні системи та мережі;
- інформаційні ресурси і мережі;
- засоби телекомунікаційних систем.

Вчений секретар конференції
БУНІН С.Г., д.т.н., проф., зав. каф. ІТС НТУУ "КПІ".
E-mail: bunin@gu.net

Секретар оргкомітету конференції
Іванова Т.Л.
р.т. 8(044)454-98-04, тел/факс. 8(044)454-98-21.
E-mail: tata@its.ntu-kpi.kiev.ua

Співголови:

ІЛЬЧЕНКО М.Ю. – проректор з наукової роботи НТУУ "КПІ", директор Інституту телекомунікаційних систем НТУУ "КПІ", член-кореспондент НАН України, д.т.н., професор;

БАРАНОВ О.А. – к.т.н., перший заступник директора Держдепартаменту з питань зв'язку Міністерства транспорту та зв'язку.

Організатори конференції:

Міністерство освіти і науки України;

Держдепартамент з питань зв'язку Міністерства транспорту та зв'язку України;

Національний технічний університет України «КПІ»;

Інститут телекомунікаційних систем;

НДІ Телекомунікацій.

Спонсори конференції:

компанія "Моторола", компанія "ISS"

Програмний комітет:

Сундучков К.С. – голова, д.т.н., проф., заст. директора НДІ ТК;

Кривуца В. Г. – заст. голови, д.т.н., проф., ректор ГУИКТ

Каток В.Б. – заст. голови, к.т.н., доцент, Укртелеком;

Шестак И.В. – заст. голови, к.т.н., доц., нач. управління перспективного розвитку Держдепартаменту з питань зв'язку Міністерства транспорту та зв'язку України;

Захаренко С.Є. – заст. голови, к.т.н., доц., заст. гол. редактора часопису «ЗВ'ЯЗОК».

Члени комітету:

1. **Артеменко М.Ю.**, д.т.н., проф., ДУІКТ;
2. **Беркман Л.Н.**, д.т.н., проф., ДУІКТ;
3. **Бунін С.Г.**, д.т.н., проф., НТУУ "КПІ";
4. **Глоба Л.С.**, д.т.н., проф., НТУУ "КПІ";
5. **Доровських А.В.**, д.т.н., проф., НТУУ "КПІ";
6. **Дробік О.В.**, д.т.н., проф., заст. дир. ДУІКТ;
7. **Зайченко Ю.П.**, д.т.н., проф., НТУУ "КПІ";
8. **Карушкін М.Ф.**, к.т.н., НДІ «Оріон»;
9. **Кравчук С.О.**, к.т.н., доц. НТУУ «КПІ»;
10. **Лебєдєв О.М.**, к.т.н., проф., НТУУ «КПІ»;
11. **Ліпатов А.О.**, к.т.н., проф., НТУУ «КПІ»;
12. **Лукьянчук О.Г.**, к.т.н., проф., проректор СевНТУ;
13. **Міхайлов В.Ф.**, к.т.н., зам. дир., УНДІС;
14. **Наритник Т.М.**, к.т.н., дир. НДІ ЕС;
15. **Півнюк О.В.**, віце-президент КРРТ;
16. **Поповський В.В.**, д.т.н., проф., ХНУРЕ;
17. **Романов О.И.**, д.т.н., проф., НТУУ «КПІ»;
18. **Семенко А.И.**, д.т.н., проф., ДУІКТ;
19. **Смірнов В.С.**, д.т.н., проф., ДУІКТ;
20. **Теленік С.Ф.**, д.т.н., проф., НТУУ "КПІ";
21. **Трубін О.О.**, д.т.н., проф., НТУУ «КПІ»;
22. **Чміль В.М.**, к.т.н., гол. прав. ВАТ "Сатурн";
23. **Шелковніков Б.М.**, к.т.н., доц., НТУУ «КПІ».

Вчений секретар конференції: Бунін С.Г., д.т.н., проф., ІТС НТУУ "КПІ".

ЗМІСТ

Пленарні доповіді

Скібун О.Ж. (заст. керівника Управління стратегії розвитку телекомунікацій Держдепартаменту з питань зв'язку Міністерства транспорту та зв'язку) <i>Программы развития телекоммуникаций – ситуация в странах СНГ и в Украине</i>	15
Ільченко М.Ю. (проректор з наукової роботи НТУУ "КПІ", директор Інституту телекомунікаційних систем, член-кореспондент НАН України, д.т.н., професор.), Кравчук С.О. (к.т.н., доц. ІТС НТУУ "КПІ", Київ), Кайдено М.М. (с.н.с. НДІ телекомунікацій) <i>Системная архитектура мобильного и фиксированного WIMAX.....</i>	20
Гребенніков В.О. (к.т.н. Український НДІ зв'язку (УНДІЗ)) <i>Анализ и прогноз развития рынка телекоммуникаций Украины на интервале 2006-2009 годов</i>	28
Каток В.Б. (к.т.н., доцент., заст. голови Укртелеком) <i>Проблеми розвитку лінійно-кабельних споруд мереж абонентського доступу.....</i>	31
Беркман Л.Н. (директор навчально-наукового інституту телекомунікацій та інформатизацій, завідувач кафедри телекомунікаційних систем, д.т.н., професор, почесний зв'язківець України, академік Академії зв'язку України) <i>К вопросу о показателях качества конвергентной сети</i>	36
Юсупова Л.О. (провідний спеціаліст відділку телекомунікаційних мереж Управління стратегії розвитку телекомунікацій Держдепартаменту з питань зв'язку Міністерства транспорту та зв'язку) <i>Анализ состояния развития и подготовки телекоммуникационной инфраструктуры к проведению в Украине финальной части чемпионата Европы 2012 года по футболу</i>	39
Глоба Л.С. (д.т.н., проф., завід. каф. ІТС НТУУ «КПІ») <i>Управління ресурсами та сервісами в гетерогенному інформаційно-телекомунікаційному середовищі.....</i>	47
Лунтовський А.О. (д.т.н., ІТС НТУУ «КПІ»), Фельдман Маріус (діпл. інф. Дрезденський технічний університет) <i>Service oriented tool integration for network design and reengineering</i>	50

Секція 1. Системи безпроводових телекомунікацій

Співголови:

д.т.н., проф. Бунін С.Г., к.т.н., доц. Кравчук С.О., д.т.н., проф. Поповський В.В.

Доповідачі:

Бунин С.Г. Сверхширокополосные сигналы в самоорганизующихся радиосетях.....	53
Валиков Д.П. Определение временной задержки сигнала в системах связи I-UWB.....	55
Романюк В.А., Жук А.В., Сова О.Я. Анализ протоколов маршрутизации в беспроводных сенсорных сетях.....	58
Гоголева М.А. Модели многопутевой маршрутизации в беспроводных сетях	61
Чайковский Ю.А., Кравчук С.А. Основные вопросы построения конвергентных беспроводных MESH сетей	63
Кравчук С.А. Снижение уровня интерференции в mesh сетях широкополосного радиодоступа.....	65
Кравчук С.А. Канальная пропускная способность с учетом вероятности прерывания связи в распределенной сотовой системе с MIMO.....	68
Кравчук С.А. Влияние выбора топологии ретрансляции на пропускную способность беспроводной mesh сети на основе кооперативного MIMO	71
Кайдено Н.Н., Ивлев Ю.В. Организация сети доступа на базе оборудования WiMAX.....	75
Ивлев Ю.В., Кравчук С.А. Базовый расчёт частотного ресурса для сегмента сети WiMAX	77
Белаш А.В., Кайдено Н.Н. Особенности синхронизации в системах широкополосного доступа стандарта IEEE 802.16-2004 (WiMAX) на физическом уровне (PHY).....	79
Томара М.Я. Особенности использования IP-протокола в беспроводных сетях WiMAX.....	84
Черников В.А. Эффективность применения ЦПОС в детекторах приемников стандарта 802.16E для каналов MIMO	86
Долгопольский А.С. Управление информационными потоками в сетях стандарта 802.11	88

Климаш М.М., Добуш Ю.Д., Мохаммад Самур Експериментальне дослідження пропускної здатності у безпроводних мережах IEEE 802.11b.....	90
Михайленко А.С. Технология CAMEL – эффективный инструмент для предоставления новых услуг в сети стандарта GSM.....	92
Пилипчук А.Г., Кравчук С.А. Решение проблем планового локального кратковременного роста нагрузки в системе GSM путем использования сонаправленных сот.....	95
Конотопский А.В., Кравчук С.А. Оптимизация сети GSM в густонаселенных городах	97
Соловьёв М.С., Воропаева В.Я. Прогноз трафика gsm сетей с учётом свойств фрактальности	99
Выговский Р.В. Основные принципы построения многопозиционных ФМ сигналов сети CDMA.....	101
Беркман Л.Н., Булгач С.В., Сундучков А.К. Оптимальный когерентный прием многопозиционных сигналов в многоканальных модемах	103
Гриник Е.В. Синхронизация зоны мобильной связи стандарта UMTS .	105
Щедов Д.С., Кравчук С.А. Сравнение технологий W-CDMA и TD-CDMA при построении СИСТЕМ широкополосного радиодоступа	106
Чепурной В.М. Анализ конфликтной ситуации в сети WCDMA	108
Мацияка Н.В. Принципы построения RAKE - приемника, используемого в системах с широкополосным сигналом.....	110
Радченко Н.Н. Выбор оптимальной структуры динамических последовательностей многопозиционного многочастотного сигнала	112
Ломака Л.В., Шелковников Б.Н. Некоторые аспекты сетей сотовой связи четвертого поколения	116
Валяев В.В. Спутниковые системы в сетях мобильной связи 3-го и 4-го поколений	117
Горбач И.В., Дума М. Г., Горбач Р. И. Возможности использования ресурсов национальной спутниковой системы связи Украины при переходе на цифровое эфирное телерадиовещание	120

Якорнов Е.А. Повышение помехозащищенности систем диспетчеризации наземного транспорта на основе применения спутниковых радионавигационных систем путем использования различий в кривизне фронтов электромагнитных волн	123
Липский А.А. Оптимизация пропускной способности сетей подвижной радиосвязи	126
Роскошный Д.В. Особенности построения базовых станций беспроводных телекоммуникационных систем	128
Кравчук С.А., Лоза В.Я. Проблемы выбора частотной полосы и вида модуляции для систем широкополосного радиодоступа миллиметрового диапазона волн	130
Кувшинов А.В., Гурский Т.Г. Функционирование радиолинии с использованием модуляции OFDM в условиях воздействия преднамеренных помех.....	133
Кравчук С.А., Круть В.А. Повышение эффективности использования систем беспроводного доступа путем задействования технологии когнитивного радио	135
Мазуренко А.В. Использование систем дискриминации сигналов по кривизне фазового фронта электромагнитной волны для построения систем мобильной связи с пространственным разделением каналов.....	138
Гудыменко И.А., Кравчук С.А. Применение в системах широкополосного радиодоступа модуляции на нескольких несущих для снижения межсимвольной интерференции в каналах с частотноселективными замираниями	140
Миночкин Д.А., Кравчук С.А. Сравнительная оценка моделей каналов ММО с учетом пропускной способности и достижимой вероятности появления однобитовых ошибок	143
Герашенко А.М. Проблемы построения СВЧ усилителей мощности с гарантированными частотными характеристиками систем беспроводных телекоммуникаций и анализ путей их решения	146
Корнеева Г.В. Фильтрация для подавления боковых лепестков в спектре квадратурных модулирующих сигналов	148
Янсонс Я.В. Метод повышения качества сигналов речевых кодеков	149
Максимов В.В. Оптимизация составной метрики маршрутизации в мобильных сетях с технологией MPLS.....	151
Авдеенко Г.Л. Определение угловых координат источников радиопомех, расположенных в ближней волновой зоне	154

Авдеенко Г.Л., Гелесев А.И., Якорнов Е.А. Оптимизация пространственно-временной обработки сигналов в антенных решетках с применением объёмных матриц	157
Савочкин А.А. Метод оценки эффективности использования направленных антенн.....	160
Троицкий А.В., Коваленко С.Ю., Козуб М.С., Шевчук А.А. О Сверхнаправленных свойствах малогабаритных рамочных излучателей	162
Веселова А.П. Повышение точности определения местоположения транспортного средства в системах диспетчеризации путем совместной обработки сигналов в сопровождающем объекте.....	164
Васюта К.С., Качан Н.В., Трублин А.А. Управление трафиком в беспроводных сетях специального назначения	166
Алексеев А.В., Максимов В.В. Варианты модификации протокола дистанционно-векторной маршрутизации по запросу AODV (AD HOC ON-DEMAND DISTANCE VECTOR) в AD-HOC сетях.....	168
Журавков П.А. Исследование эффективности стандарта 802.11 при применении в безинфраструктурных сетях.....	171
Рыбальченко А.А., Дробик М.А. Применение СИП сигналов в радиосетях AD HOC на физическом и канальном уровнях.....	173
Котляр А.К., Максимов В.В. Метод повышения качества обслуживания QoS для протокола OLSR самоорганизующейся сети AD HOC (QOLSR).....	176
Герасько А.И., Сундучков К.С., Миргородский Д. Методика модернизации сети GSM на примере Харьковского массива г. Киева ...	178
Марцин Е.С., Кобзарь Л.С., Сундучков К.С. Концепция построения беспроводной сети доступа в Интернет и локальную сеть 30 корпуса КПИ.....	181
Марцин Е.С., Кобзарь Л.С., Сундучков К.С. Исследование затухания сигнала в корпусе №1 НТУУ „КПИ” и прилегающих территориях при проектировании сети по технологии WI-FI.....	183
Волков С.Э., Сундучков К.С. Структура сотовых систем широкополосного радиодоступа миллиметрового диапазона	185
Березовський Б.А., Ладик О.І. Проблеми безпеки інформації у стандарті мобільного зв'язку GSM.....	187

Шестак В.И., Сундучков К.С. Повышение емкости в сети gsm за счет повторного использования частот.....	190
Мальчук М.А., Сундучков К.С., Миргородский Д. Определение оптимальной топологии сети GSM для микрорайона Оболонь г.Киева .	192
Олійник О.П., Кот Є.М., Ладик О.І. Планування мережі стільникового зв'язку третього покоління	194

Секція 2. Проводовий зв'язок, оптоволоконні системи та мережі

Співголови:

д.т.н., проф. Романов О.І., проф. Якорнов Є.А., к.т.н., проф. Каток В.Б.

Доповідачі:

Чуприна Д.В. Оптимізація структур магістральних мереж з технологією MPLS у контексті розвитку Державного управління в Україні	194
Слюсар В.И., Масесов Н.А. Граничные возможности метода коррекции квадратурного разбаланса с использованием дополнительного стробирования отсчетов АЦП	197
Башняк П.В. Проблемы телефонизации Украины и их решение путем применения современных радиотехнологий.....	199
Скибун А.Ж. Обеспечение общедоступными телекоммуникационными услугами – состояние дел стран СНГ и в Украине	201
Климаш М.М., Демидов І.В., Бенбіхі Імад Багатофазне кодове розділення каналів в оптичних мережах доступу	204
Добрышкин Ю.Н., Симоненко А.В. Модель согласованного управления трафиком и буферным ресурсом в телекоммуникационной сети	206
Макаренко А.А. Прикладные аспекты построения телекоммуникационных систем через сеть электропитания	208
Гриценко Т.Н., Корниенко Т.А. Предпосылки возникновения и пути перехода на перспективную систему нумерации национального плана нумерации Украины	210

Бокла Н.И. Асимптотическая зависимость сопротивления проводника от частоты в симметричной кабельной линии с учетом скин – эффекта.....	212
---	-----

Секція 3. Інформаційні ресурси і мережі

Співголови:

д.т.н., проф. Глоба Л.С., к.т.н., доц. Алексєєв М.О., д.т.н., проф. Теленік С.Ф.

Доповідачі:

Зінченко О.О., Попова І.М. Використання концепції сервіс-орієнтованої мережевої архітектури для створення єдиного інформаційного середовища НТУУ «КПІ»	214
Ермольчев А.В., Глоба Л.С., Донченко Ю.П. Архитектурные решения для разработки распределенных систем	216
Глоба Л.С., Кот Т.Н., Оленюк В.Н. Сервис ориентированная архитектура FFD Designer	220
Кузнецова Е.Ю., Сундучков К.С. Анализ времени задержки пакетов с разными приоритетами	222
Глоба Л.С., Ермакова Е.А. Анализ архитектур распределенных систем для реализации параллельных вычислений.....	224
Глоба Л.С., Кот Т.Н., Лысенко Д.С. Автоматизация преобразования диаграммы состояний в конечный автомат	226
Михайленич П.М., Мохаммад Хасан Алі Самур, Яремко О.М. Розробка графічного інтерфейсу для дослідження функцій Уолша.....	228
Тихоненко Ю.Ю., Ладик О.І. Побудова турбокодів і архітектура турбодекодера в системах передачі інформації	230
Пономарчук Д.М., Донченко Ю.П. Построение распределенных систем на базе технологии Windows Communication Foundation.....	232
Л.С. Глоба, М.А. Скулиш Моделирование процессов управления в широкополосных цифровых сетях интегрального обслуживания.....	236
Дрозд О.О., Доровских Д.А., Глоба Л.С., Скулиш М.А. Розподіл інформаційних потоків у CRM-системах	238
Мищенко В.А., Атамась Ю.А. Статистический подход к решению задачи анализа трафика информационных сетей.....	238

Кухарєва О.В., Кухарєв С.О. Управління трафіком у комп'ютерних мережах з технологією MPLS	240
Глоба Л.С., Курдеча В.В. Подход к обновлению программного обеспечения систем SDR	242
Винтураль К.П., Фролов Е.С., Пономарёв Д.Ю. Электронные образовательные ресурсы	244
Давиденко Е. А., Замирайло Н. В. Подход к реализации дистанционного обучения на платформе MOODLE	246
Алексеев Н.А., Молчанов Ю.Н., Feldmann Marius. Расширенная классификация систем публикации и подписки на ВЕБ-ориентированные ресурсы.....	248
Склярова М.А., Алексеев Н.А. Процессы разработки программного обеспечения распределенных информационных систем	250
Удовенко А.С., Алексеев Н.А. Технологии организации взаимодействия распределенных приложений	252
Харченко Е.А., Алексеев Н.А. Обеспечение безопасности распределенных приложений.....	254
Борщ А.А. Оптимизация передачи данных на основе изменённого алгоритма нарастающей избыточности	256
Кравчук С.А., Тарасенко О.И. Использование метода нагрузочных испытаний при разработке сетевого программного обеспечения	258
Мазурян В.М., Алексеев Н.А Технологии создания пользовательских интерфейсов распределенных информационных систем	260
Бердников О.М., Богуш К.Ю. Распознавание речи в системах с искусственным интеллектом.....	262
Яландин П.Н., Сундучков К.С. Интерактивная сеть и программное обеспечение, что обслуживает её	264
Зайченко Ю.П., Васильев В.И., Вишталъ Д.М. Оценка доступности глобальных компьютерных сетей на стадии проектирования	264
Горошанская Н.А., Романов А.И. Технологии и стандарты управления телекоммуникационными сетями	268
Алексеева Я.А, Мазурук А.В. Особенности использования протоколов маршрутизации в AD-HOC сетях	269
Терновой М.Ю., Штогрина Е.С. Использование разгрузочных сервисов при обработке информации в корпоративных системах	271

Трубина С. А., Курдеча В.В., рук. Терновой М.Ю. Подход к реализации распределенной обработки данных на основе СУБД MS ACCESS	273
Андриешина У.А., рук. Терновой М.Ю. Обеспечение всепроникающих вычислений в гетерогенной среде	275
Белодед Б.В., Письменный В.Ю., рук. Терновой М.Ю. Построение распределенных информационных систем на базе СУБД ORACLE.....	276
Гахов С.А. Системное моделирование как метод обоснования требований к информационным системам	279
Ящук А.С., рук. Шелковников Б.Н. Компьютерное моделирование приемопередатчиков земных станций спутниковых систем связи. Некоторые аспекты	281
Евлаш Д.В., Агеев Д.В. Расчет объема оборудования в узлах сети NGN	283
Дорошенко Я.В. Оценка характеристик программ мониторинга работоспособности почтовых серверов	285
Згурский Б.Д., рук. Глоба Л.С., Терновой М.Ю. Подход к построению экспертных систем для решения задач поддержки принятия решений в информационно-телекоммуникационных сетях.....	287
Рыбина Е.В., рук. Терновой М.Ю. Использование ВЕБ-сервисов для обеспечения клиент-серверных вычислений в корпоративных сетях.....	289
Пономаренко Д.В., рук. Терновой М.Ю. Подход к телефонизации рабочих мест на основе IP телефонии.....	291
Мольченко С.В., Сундучков К.С. Характеристика сетей NGN	293
Цема В.Ф. Особенности технологий 3G и 4G сотовой связи	295
Михайленко А.В., кер. Терновой М.Ю. Дослідження прогнозованої і відносної точності визначення місцезнаходження в системі GPS.....	297

Секція 4. Засоби телекомунікаційних систем

Співголови:

д.т.н., проф. Трубін О.О., к.т.н., проф. Лебєдєв О.М.,
к.т.н., к.т.н., проф. Ліпатов А.О.

Доповідачі:

Dmytro Bondar, Djuradj Budimir, Boris Shelkovnikov Linearization of power amplifiers by baseband digital predistortion for OFDM transmitters.....

299

Сундучков И.К. Усилительно-преобразовательный модуль передатчика миллиметрового диапазона.....	302
Гаркуша С.В. Анализ эффективности алгоритмов адаптивных антенных решеток при скачкообразном изменении частоты сигнала в транкинговой системе связи TETRA.....	305
Сукач Г.А., Манько А.А., Манько В.А. Способ коррекции передаточных характеристик оптических фильтров на тонких пленках ...	307
Харченко Д. А. Остаточные шумы в синтезаторах частоты на основе систем фапч с накопителем заряда и анализ путей их устранения.....	309
Левченко Л.В. Проблемы создания субгармонических смесителей СВЧ диапазона для аппаратуры телекоммуникаций	311
Карнаух В.Я., Пинчук Л.С. Особенности реализации характеристик микроволновых фильтров для цифровых телекоммуникационных систем	313
Иснюк Т.В., Шелковников Б.Н. Общие сведения о метаматериалах и примерах их использования	316
Войтко Ю.Н, Якорнов Е.А. Определение двойной разности фаз в микроволновых фазовых системах.....	318
Трубаров И. В. Способ увеличения полосы пропускания диэлектрических резонансных антенн	320
Матвийчук Е.Н. Обоснование требований к усилителям в каналах связи миллиметрового диапазона волн и анализ путей их реализации	322
Савочкин А.А., Попросименко О.В. Антенна для систем мобильной связи.....	324
Афонин И.Л., Бугаёв П.А., Тумар А.А. Контроль комплексных параметров волноводных трактов судовой аппаратуры ГМССБ.....	325
Трубин А.А. Характеристики многорезонаторных диэлектрических фильтров в волноводах	327
Трубин А.А. Комплексные коэффициенты связи сферических диэлектрических резонаторов в плоском волноводе.....	330
Трубин А.А. Экспериментальное исследование локализованных колебаний в одномерной структуре цилиндрических ДР.....	332
Трубин А.А., Каневский В.И. Моделирование собственных колебаний диэлектрических резонаторов методом конечных элементов.....	335
Ткаченко В.Г. Особенности PLC - технологии для передачи данных по электрическим сетям.....	337

Павлов С.В. Классификация инфокоммуникационных услуг методом дискриминантного анализа	339
Линькова О.В. Особенности телекоммуникационных систем на производственных предприятиях	341
Хищенко А.С. Использование цифровой АТС Coral Flexicom совместно с комплексом шахтной диспетчерской связи «САТ» в угольных шахтах	343
Чумак В.К., Толюпа С.С. Методика выбора оптимального многопозиционного сигнала для построения эффективного цифрового канала системы управления интеллектуальной сети	345
Зайченко Е.Ю., Зайченко Ю.П. Структурный синтез компьютерных сетей с технологией MPLS	347
Ботнарь К.В. Нечеткий подход к описанию состояний телекоммуникационной сети.....	349
Толюпа С.В., Штаненко С.С. Применение интеллектуальных технологий для управления техническим состоянием телекоммуникационных сетей.....	350
Старкова Е.В., Пастушенко О.Н. Анализ устойчивости TCP-сеанса при различных моделях блокировки пакетов.....	352
Лебедев О.Н., Радзиевский А.В. Динамический режим скачков по частотам в сетях GSM.....	354
Котова А.И. Некоторые аспекты модернизации сети доступа.....	357
Артеменко М.Е., Литвинчук С.Н. NMS - контролирующая система NGN	356

Пленарні доповіді

УДК 621.391

ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ – СИТУАЦИЯ В СТРАНАХ СНГ И В УКРАИНЕ

Скибун А.Ж.

*Государственный департамент связи и информатизации
Министерство транспорта и связи Украины
e-mail: o.skybun@stc.gov.ua;*

The programmes of telecommunications development – Ukraine and the CIS countries situation

The article considered the regulatory environment in the telecommunications field in the CIS countries. The special attention is given to legal acts which regulate State Programs of telecommunications development.

Аннотация. В статье рассмотрено нормативно-правовое поле в сфере телекоммуникаций в странах СНГ. Особое внимание уделяется нормативно-правовым актам, которые регламентируют Программы развития телекоммуникаций в каждой отдельной стране.

Постановка проблемы.

Телекоммуникации играют значительную роль в социальной и экономической деятельности общества, обеспечивая оперативную или интерактивную (диалоговую) передачу информации. Развитие телекоммуникаций должно осуществляться опережающими темпами в сравнении с общими темпами развития экономики и будет являться определяющий на ближайшую и более отдаленную перспективу. Медленные темпы развития телекоммуникаций влекут снижение конкурентоспособности экономики. Телекоммуникации играют значительную роль в ускорении развития экономики и социальной сферы.

С целью ускорения развития телекоммуникационных сетей следует создать благоприятные условия для добросовестной конкуренции на рынке телекоммуникационных услуг, повысить его инвестиционную

привлекательность, обеспечить прозрачность взаимоотношений субъектов рынка телекоммуникационных услуг, консолидировать их усилие на решение проблем развития телекоммуникаций.

Решить вышеуказанные вопросы и призванные Программы развития телекоммуникаций.

Изложение основного материала.

Анализ нормативно-правовой базы стран СНГ показал, что не существует типичных программ. В каждой стране решение вопросов развития сферы телекоммуникаций определяется по-разному. Существуют лишь определенные тенденции в этом направлении. Общим во всех программах является желание развития национальных телекоммуникаций на основе современных технологий и тенденций, а также мероприятия, которые призваны решить проблемы, которые стоят перед отраслью [1-6].

Также можно отметить, что ситуация с Программами развития телекоммуникаций не так однозначна как это казалось на первый взгляд. Бурное развитие технологий и соответствующего аппаратного обеспечения приводит к тому, что планирование работ и их выполнение с соблюдением сроков по годам становится невозможным из-за потери актуальности или переформатировании самого мероприятия и путей его выполнения (анализируя состояние дел по средне- и долгосрочным программам).

Отличается лишь сам подход, в одних странах программа развития несет прогнозный характер, например „Государственная программа по развитию связи и информационных технологий в Республике Азербайджан на 2005-2008 годы” (Электронный Азербайджан) не имеет конкретных мероприятий и ожидаемых результатов, есть лишь общие положения [1].

Программой развития отрасли телекоммуникаций Республики Казахстан на 2006-2008 годы предусмотрен четкий План мероприятий по реализации Программы, а также определено финансирование отдельных

мероприятий, за счет бюджетных средств. В отмеченном Плате мероприятий определен перечень мероприятий, ожидаемые результаты, финансирование, исполнители. Выполнение этой Программы должно „полностью завершить либерализацию отрасли телекоммуникаций и обеспечить ее подготовку к динамическому развитию в условиях открытого конкурентного рынка” [4]

В Российской Федерации на сегодня среди многих программ и концепций есть Федеральная целевая программа „Электронная Россия (2002 – 2010 годы)”, основной целью которой является „создание условий для развития демократии, повышения эффективности функционирования экономики, государственного управления и местного самоуправления, за счет внедрения и массового распространения информационно-коммуникационных технологий (далее - ИКТ), обеспечения прав, на свободный поиск, получение, передачу, производство и распространение информации, расширение подготовки специалистов по ИКТ и квалифицированных пользователей” [6].

Концепцией развития рынка телекоммуникационных услуг Российской Федерации предусматривается, среди другого, удовлетворение растущих потребностей в услугах связи и ускорено развитие национальной инфраструктуры; предоставление общедоступных услуг связи в каждом населенном пункте России [2].

Программой развития связи в Республике Беларусь на 2006-2010 годы предусматривается решение, среди прочего, таких проблем как: „развитие сетей стационарной и подвижной электросвязи; расширение служб передачи данных в сетях стационарной и подвижной электросвязи и создание условий перехода к сетям электросвязи с пакетной коммутацией для предоставления услуг электросвязи с использованием технологий широкополосного доступа обеспечивая необходимое качество

обслуживания; техническая перестройка сетей электросвязи общего пользования с максимальным привлечением отечественного производителя, а также внедрение новейших технологий, разработанных отечественными научными работниками и промышленными организациями” [5]. Особенностями этой Программы является использование кроме средств Министерства и предприятий еще и средств инновационного фонда на выполнение отдельных мероприятий. Серьезное внимание уделено отечественным производителям разнообразного телекоммуникационного оборудования. Все это нашло отображение в Планах мероприятий развития. Также конкретно определено дополнительное количество в специалистах с высшим, средним образованием и специалистов (по связку), необходимых для других государственных учреждений [5].

Анализ программ развития телекоммуникаций показал, что в одних странах определены конкретные мероприятия, сроки выполнения, пути и объемы финансирования (Республика Беларусь, Республика Казахстан), а в других (Республика Азербайджан) - есть только общий характер, без конкретизации. Также на наполнение конкретными мероприятиями программ развития телекоммуникаций, на взгляд автора, влияет наличие значительной финансовой поддержки со стороны государства выполнения определенных мероприятий. Это наглядно видно в Программах Республики Казахстан, а особенно Республики Беларусь.

Автором отмечено, что в странах СНГ не обнаружено планомерного продолжения одной программы развития другой. Также в отдельных странах вообще на сегодня нет отдельных программ развития телекоммуникаций, есть их интеграция в информационно-коммуникационные программы, например Российская Федерация. В других странах не обнаружено программ развития телекоммуникаций, которые охватывали бы 2010 год, это – Азербайджан, Украина, Казахстан.

Также в отдельных странах есть только Концепции развития телекоммуникаций – Украина, Российская Федерация.

Выводы: Относительно Украины, то на взгляд автора, учитывая современные тенденции, скорость внедрения новых технологий на телекоммуникационной сети страны, многооператорский рынок предоставления телекоммуникационных услуг и опыт стран СНГ, можно рекомендовать вопрос развития телекоммуникаций очерчивать в прогнозных программах развития, без конкретных детализации мероприятий. Относительно проблем, которые существуют на сегодня в сфере телекоммуникаций, то их необходимо решать краткосрочными программами под конкретную проблему.

Литература

1. Государственная Программа по развитию связи и информационных технологий в Республике Азербайджан на 2005-2008 годы (Электронный Азербайджан), утвержденная распоряжением Президента Республики Азербайджан от 21 октября 2005 года № 1055. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.mincom.gov.az/>.
2. Концепция развития рынка телекоммуникационных услуг Российской Федерации, которая подготовлена в соответствии с Планом действий Правительства Российской Федерации в области социальной политики и модернизации экономики на 2000-2001 годы, который утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 26 июля 2000 года № 1072-р. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.minsvyaz.ru/>.
3. Концепция развития телекоммуникаций в Украине до 2010 года, одобренная распоряжением Кабинета Министров Украины от 07 июня 2006 года № 316-р. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.stc.gov.ua/>
4. Программа развития отрасли телекоммуникаций Республики Казахстан на 2006-2008 годы, утвержденная постановлением Правительства Республики Казахстан от 07 июня 2006 года № 519. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.aic.gov.kz/>.
5. Программа развития связи в Республике Беларусь на 2006-2010 годы, утвержденная постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23 октября 2006 года № 1395. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.mpt.gov.by/>
6. Федеральная целевая программа „Электронная Россия (2002-2010 годы)”. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.minsvyaz.ru/>.

СИСТЕМНАЯ АРХИТЕКТУРА МОБИЛЬНОГО И ФИКСИРОВАННОГО WiMAX

Ильченко М.Е., Кайдено Н.Н., Кравчук С.А.

*Национальный технический университет Украины “КПИ”
e-mail: ilch@uap.ntu-kpi.kiev.ua, kkk610@ukr.net, sakravchuk@ukr.net*

The system Architecture of the mobile and fixed WiMAX

Incentive reasons development of Broadband Wireless Access Systems, history WiMAX development, features of mobile and fixed WiMAX, are considered. System architecture of BWA based on the fixed WiMAX and architecture of BWA based on convergence mobile and fixed WiMAX is presented.

Необходимость разработки технологии дешевого широкополосного доступа BWA (Broadband Wireless Access) к услугам связи стала очевидной к концу 90-х годов. Причиной этому послужила все возрастающая потребность абонентов в увеличении скорости передаваемой в сети информации, однако дороговизна фиксированного и спутникового оборудования, особенно в труднодоступных и малонаселенных районах, зачастую приводила к полнейшему отсутствию услуг связи на достаточно больших территориях. Большое количество телекоммуникационных корпораций и фирм вело работы по проектированию и построению беспроводных сетей обеспечивающие решение проблемы «последней мили» и предоставляющих широкополосный доступ на существенном (в несколько десятков километров) расстоянии от базовой станции. Почти все корпоративные решения были обречены на провал в силу таких объективных факторов как дороговизна оборудования и его несовместимость с оборудованием других производителей. Это и определило необходимость создания единого стандарта, который смог бы устранить препятствия для развития систем беспроводного широкополосного доступа.

Первая версия стандарта беспроводного широкополосного доступа (IEEE 802.16) была выпущена еще в декабре 2001 г., но работа над его совершенствованием в рабочей группе института IEEE продолжалась еще несколько лет.

В апреле 2003 году фирмами Nokia, Harris Corp., Ensemble и Crossspan был основан некоммерческий консорциум WiMAX Forum (Worldwide Interoperability for Microwave Access). Главной задачей этого консорциума стало создание стандарта для технологии беспроводного широкополосного доступа с такой пропускной способностью, чтобы современный пользователь не чувствовал бы разницы по сравнению с любой существующей транспортной технологией. На сегодня в консорциум WiMAX Forum входит более 300 компаний – производителей чипсетов и телекоммуникационного оборудования, а также операторов связи. Совместная работа WiMAX Forum и группы стандартизации IEEE привела к созданию семейства стандартов беспроводного широкополосного доступа.

IEEE 802.16a (одобрен в январе 2003 года), стал первым «законченным» стандартом где было устранено большинство недостатков предыдущего стандарта; также в него было добавлено существенное количество новых функциональных возможностей: в частности, одним из главных шагов по сравнению с предыдущим стандартом, было понижение рабочей частоты и, как следствие, реализация функционирования в области не прямой видимости NLOS (Near Line of Sight).

IEEE 802.16REVd или IEEE 802.16-2004 (опубликован в октябре 2004 года) [1], является исправленной версией стандарта 802.16a. Основным отличием данного стандарта от предыдущего является поддержка фиксированного офисного или домашнего оконечного терминального оборудования в соответствии с NLOS посредством таких дополнительных функций как формирование направленного сигнала на антенне и использование OFDM модуляции.

IEEE 802.16 REVe или IEEE 802.16-2005 (опубликован в декабре 2005 года) [2]. Этот стандарт является развитием предыдущих стандартов, ориентирован на мобильность конечного пользователя, он обеспечивает поддержку функций хэндовера и роуминга и рассчитан на применение в диапазонах частот ниже 6 ГГц, в качестве технологии доступа в стандарте используется технологии OFDMA.

Два последних стандарта – IEEE 802.16-2004 (802.16d) и IEEE 802.16-2005 (802.16e) – сделали беспроводной широкополосный доступ технологией, которая привлекла к себе внимание всего телекоммуникационного сообщества. Следует отметить, что стандарты IEEE 802.16-2004 (802.16d) и IEEE 802.16-2005 (802.16e) описывают только физического и MAC уровней, и не описывают архитектуру построения сети.

Признанием перспективности технологии WiMAX явилось то, что организация International Telecommunication Union (ITU) 19 октября 2007 г. утвердила стандарт WiMAX как часть спецификации IMT-2000, которая до этого состояла из W-CDMA, CDMA2000, TD-CDMA, EDGE и DECT [3].

То обстоятельство, что стандарты семейства IEEE 802.16 принимались последовательно и предназначались для решения различных задач, привело к существованию двух WiMAX - фиксированного (IEEE 802.16-2004) и мобильного (IEEE 802.16-2005). Архитектурные решения при построению сетей на базе стандартов фиксированного и мобильного WiMAX имеют ряд принципиальных и существенных отличий, поэтому вопросы конвергентности таких сетей на данный момент остаются открытыми.

Разработкой архитектурных решений в рамках WiMAX Forum занимается рабочая группа NWG (Network Working Group), в задачи которой входят создание сетевых спецификаций и спецификаций по функциональной совместимости сетей для фиксированного, переносимого и мобильного с различными степенями мобильности WiMAX.

Различаются пять уровней поддержки мобильности абонентов при построении WiMAX сетей [4]:

- фиксированный доступ (Fixed Access), при котором абонент жестко закрепляется за своей базовой станцией, могут быть использованы как внешние, так и внутренние терминалы;

- мигрирующий доступ (Nomadic Access), при котором абонент имеет возможность доступа не к одной базовой станции, в качестве терминалов могут использоваться внутренние терминалы и встраиваемый в ноутбук PCMCIA-карты;

- портативность (Portability), при котором имеет возможность перемещаться в сети со скоростью пешехода, передача из зоны в зону «жесткая», т.е. с обрывом связи, в качестве терминалов используются PCMCIA-карты и миникарты для портативных компьютеров;

- простая мобильность (Simple mobility), при котором скорость перемещения абонента может достигать 90 км/час, но передача из зоны в зону остается «жесткой», в качестве терминалов используются PCMCIA-карты, миникарты для портативных компьютеров, карманные персональные компьютеры и смартфоны;

- полная мобильность (Full mobility), при котором скорость приемлемое качество связи при высоких скоростях перемещения абонента, «мягкая» передача из зоны в зону (меньше 50 мс), в качестве терминалов используются PCMCIA-карты, миникарты для портативных компьютеров, карманные персональные компьютеры и смартфоны.

Первые два уровня поддерживаются сетями на базе IEEE 802.16-2004 и IEEE 802.16-2005, последние три уровня только сетями мобильного WiMAX.

Модель подключения фиксированного WiMAX предусматривает следующие особенности [5, 6]:

- транспортная среда Ethernet;
- для идентификации абонента абонентское оборудование CPE (Customer Premises Equipment) добавляет q/QnQ TAG, при этом может

использоваться как S-VLAN модель (один сервис – один VLAN), так и C-VLAN модель (один пользователь – один TAG);

- базовая станция может ограничивать абонентский трафик;
- возможна классификация по VLAN TAG, или по 802.1p;
- аутентификация устройств осуществляется по цифровым сертификатам X.509;

- при необходимости аутентификации пользователя с корреляцией выданного IP адреса с именем пользователя, при этом могут быть использованы PPPoE модель, или DHCP с опцией 82.

Базовая сетевая модель мобильного WiMAX предусматривает следующие особенности [5,6,7]:

- основными сетевыми компонентами являются сеть услуг доступа ASN (Access Service Network) и сеть услуг присоединения CSN (Connectivity Service Network);

- возможность использования профилей WiMAX с управлением ресурсами на ASN-GW, закрытой моделью ASN и открытыми интерфейсами между базовой станцией и ASN-GW, при этом наиболее предпочтительным является последний;

- тунелирование абонентского трафика осуществляется по CID (Connection Identifier), который назначается базовой станцией;

- на участке базовая станция - ASN-GW для построения туннелей используется R6 GRE (Generic Routing Encapsulation);

- классификация на уровне L2 (MAC, VLAN) L3 (IP, DSCP (Differentiated Services Code Point));

- аутентификация устройств и пользователей на базе EAP (Extensible Authentication Protocol), использование Radius-сервера, хранение учетных записей абонентов и устройств на централизованном AAA сервере.

Отличия в функциональности и назначении сетей для мобильного и фиксированного WiMAX приводят к необходимости применения отличных архитектурных решений при построении этих сетей. Основные отличия, являющиеся определяющими для решений приведены в табл. 1 [5]. Несмотря существующие отличия, есть возможность строить конвергентные сети. На рис. 1 представлена архитектура системы широкополосного радиодоступа на основе фиксированного WiMAX, а на рис. 2 – на основе конвергенции фиксированного и мобильного WiMAX.

Таблица 1 – Отличия сетей фиксированного и мобильного WiMAX.

№ п/п	Фиксированный WiMAX	Мобильный WiMAX
1	Базовые станции IEEE 802.16-2004	Базовые станции IEEE 802.16-2005
2	Стык между БС и транспортной сетью – L2	Стык между БС и транспортной сетью – L3
3	Транспортный протокол для абонентских сессий: 802.1q/ad (QnQ) или EoMPLS	Транспортный протокол для абонентских сессий: R6 GRE Generic Routing Encapsulation)
4	Узлы агрегирования (L2/L3Switch) обеспечивают назначение IP адресов, политики безопасности без участия базовой станции.	ASN-Gateway обеспечивает аутентификацию по EAP-AKA, политики QoS, назначение адресов DHSP, безопасность и мобильность (вместе с базовой станцией)
5	Аутентификация по X.509, или на BRAS	Возможность динамического назначения сервисов.
6	Отсутствие мобильности.	Поддержка мобильности

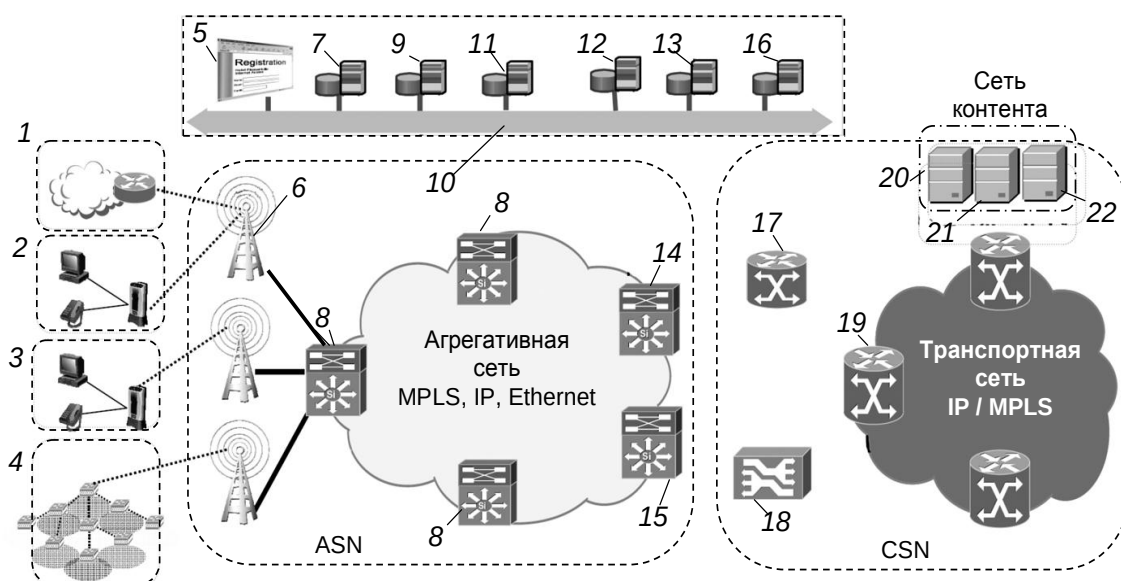


Рисунок 1 – Архитектура системы широкополосного радиодоступа на основе фиксированного WiMAX:

1 – корпоративная сеть; 2, 3 – абонентская сеть; 4 – WiFi mesh сеть; 5 – портал; 6 – узел доступа WiMAX; 7 – мониторинг; 8 – узел доступа; 9 – биллинг; 10 – плоскость политик управления (на каждого абонента); 11 – база данных пользователей; 12 – идентификация; 13 – адресация; 14, 15 – узел агрегирования; 16 – политики определения; 17 – BRAS/ISG; 18 – SCE; 19 – MPLS PE; 20 – VoD; 21 – SIP; 22 – IPTV (ASN – Access Service Network; CSN – Core Service Network)

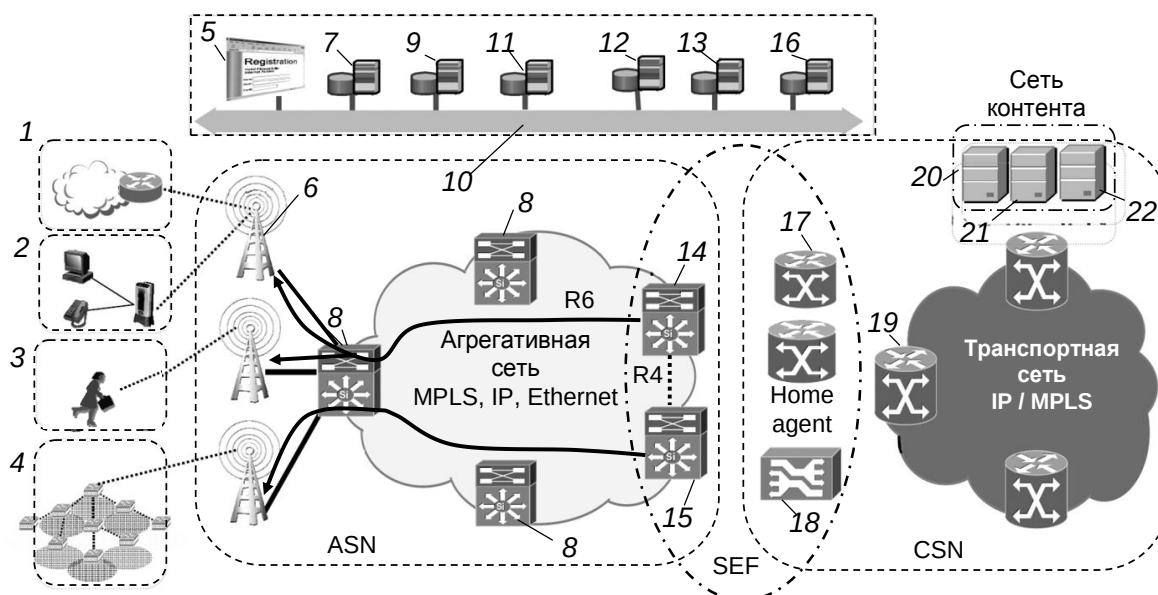


Рисунок 2 – Архитектура системы широкополосного радиодоступа на основе конвергенции фиксированного и мобильного WiMAX (обозначения на рисунке соответствуют тем, что и на рисунке 1, за исключением следующих: 3 – мобильный пользователь; 8 – узел агрегирования; 14, 15 – ASN Gateway; SEF – IMS integration)

Литература

1. IEEE Std IEEE 802.16™-2004 (Revision of IEEE Std IEEE 802.16-2001). IEEE Standard for Local and metropolitan area networks. Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems. – IEEE, 1 October 2004.
2. IEEE Std 802.16f-2005 (amendment to IEEE Std 802.16, developed by Task Group e). Amendment to IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks - Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems- Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands. – IEEE, 28 February 2006.
3. International Telecommunication Union Approves WiMAX Technology as New IMT-2000 Standard – Режим доступа: <http://www.wimaxforum.org/news/pr/>.
4. Fixed, nomadic, portable and mobile applications for 802.16-2004 and 802.16e WiMAX networks – Режим доступа: <http://www.wimaxforum.org/technology/downloads/>.
5. Феоктистов К. Технологии мобильного и фиксированного WiMAX// Cisco Expo 2007, 16-18 октября 2007 г., Москва - Режим доступа: www.ciscoexpo.ru/moscow/2007/download/pdf/2007Cisco_Expo-WiMAX-kfeoktis.pdf.
6. Smith J. Broadband WiMAX Update&Solutions// Cisco Systems, 2007.
7. Иер П., Крылов В. Развертывание мобильного WiMAX – путь к 4G//Форум Intel для разработчиков, 25-27 апреля 2006 г., Москва - Режим доступа: http://www.intel.com/idf/moscow/download/moscow_final_ru_and%20eg/WTR/WTRM01rus.pdf.

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ РЫНКА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ УКРАИНЫ НА ИНТЕРВАЛЕ 2006-2009 ГОДОВ

Гребенников В.А., к.т.н.
Украинский НИИ связи (УНИИС)
e-mail: hrebennicov@uniis.kiev.ua

Analysis and Prognosis of the Development of telecommunications market of Ukraine on the 2006-2009 years interval

The analysis of the data of Ukrainian State Committee of Statistics on telecommunications market of Ukraine 2006-2007 years has elaborated and prognosis of development that market has fulfilled for 2008-2009 years interval. The method of standard exponential extrapolation of chronological data rows and also expert extrapolation of few data rows with taking into account the essential enabling factors was used. Course of real and extrapolated chronological data rows on 2006-2008 years interval demonstrates a slowing of telecommunications development compare with the rising of gross domestic production (GDP) of Ukraine.

Телекоммуникации Украины проходят значительный этап в своем развитии – после нескольких лет ускоренного роста доходов (2000-2005 годы), когда темпы прироста доходов превышали темпы прироста валового внутреннего продукта (ВВП) Украины, отрасль входит в стадию замедленного роста с темпами прироста, существенно ниже темпов прироста ВВП. Данный вывод становится очевидным после анализа данных Государственного комитета статистики Украины (Госкомстата) за 2006-2007 годы и первый квартал 2008 года, а также некоторых данных относительно темпов роста телекоммуникационной отрасли в прошлом.

Анализ имеющихся данных Госкомстата выполнялся путем экстраполяции данных (2006-2007 годы) на прогнозируемый отрезок 2008-2009 годов.

Для надежного построения экстраполяционных кривых необходима достаточно большая совокупность данных для каждого отдельного

показателя развития телекоммуникационного рынка Украины – не меньше 5-7. При двухлетних периодах анализа и прогноза развития рынка приходится прослеживать показатели развития с интервалом не более одного квартала. Основываясь на официальной статистике Госкомстата, были построены числовые ряды (и кривые) для поквартального объема доходов десяти отдельных сегментов рынка телекоммуникаций, а именно:

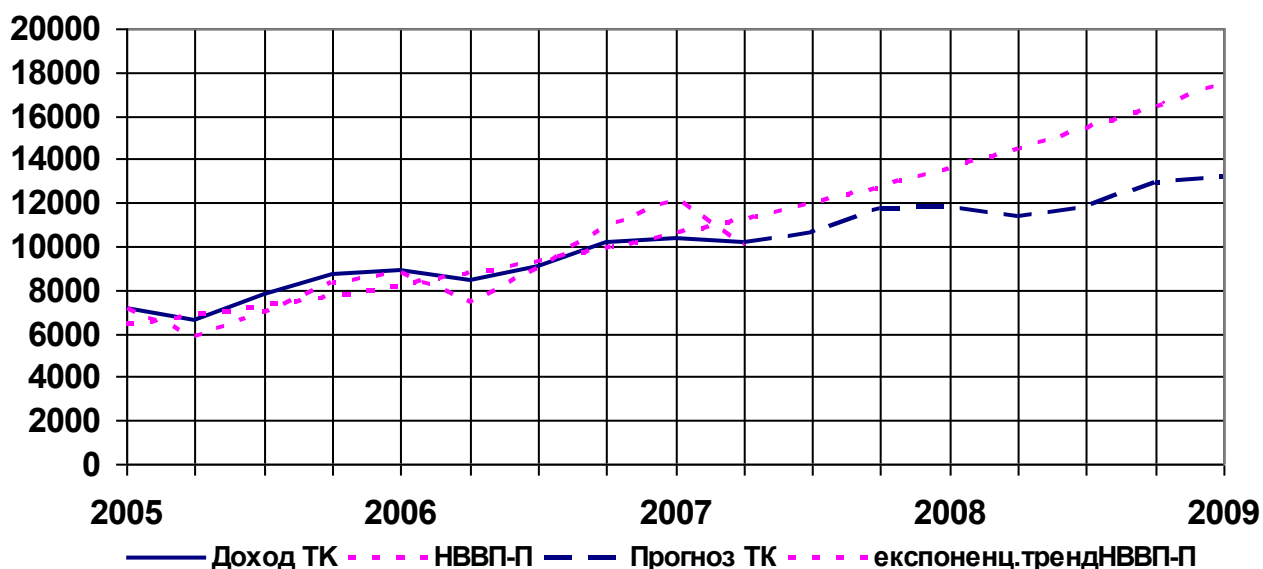
- телеграфная связь;
- телефонная городская связь;
- телефонная сельская связь;
- телефонная междугородная и международная связь;
- проводное вещание;
- передача и прием телерадиопрограмм и радиосвязь;
- Государственная инспекция электросвязи;
- спутниковая связь;
- компьютерная связь;
- подвижная (мобильная) связь.

Доходы большинства сегментов демонстрируют относительно стабильные тенденции роста или убывания и для них не видно каких-либо факторов, которые могут изменить эти тенденции на протяжении 2008-2009 годов. Поэтому прогнозирование для этой части сегментов телекоммуникационного рынка Украины сделано стандартным методом экспоненциальной экстраполяции.

Исключением из этой закономерности являются сегменты проводного вещания, подвижной (мобильной) связи и услуг Государственной инспекции электросвязи, прогнозирование доходов которых выполнялось методом экспертной экстраполяции с учетом существенно влияющих факторов (повышение тарифов, насыщение развития, и т.п.).

Суммарные доходы телекоммуникационного рынка Украины определялись как сумма доходов отдельных его сегментов (см. график).

Штриховой линией показан прогноз роста доходов рынка на отрезке времени 2008-2009 годов.



По результатам проведенного анализа и прогнозирования рынка телекоммуникаций Украины на отрезке 2006-2009 годов можно сделать следующие выводы.

1. Рынок телекоммуникаций Украины после нескольких лет ускоренного развития входит в фазу замедленного развития с темпами ниже темпов роста ВВП Украины.

2. Это явление связано, в основном, с насыщением в развитии наиболее весомого сегмента этого рынка – сегмента подвижной (мобильной) связи (65,9% по данным 2007 года).

3. Явление отставания темпов роста доходов телекоммуникационного рынка Украины от темпов роста ВВП является позитивным явлением, поскольку означает относительное уменьшение тарифов на телекоммуникационные услуги, что способствует расширению их использования для развития ряда современных комплексных инфокоммуникационно-прикладных услуг, таких как торговые, банковские, медицинские, образовательные и им подобные услуги с интенсивным использованием телекоммуникаций.

ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ЛІНІЙНО-КАБЕЛЬНИХ СПОРУД МЕРЕЖ АБОНЕНТСЬКОГО ДОСТУПУ

Каток В.Б.

ВАТ «Укртелеком»

e-mail: vkatok@ukrtelecom.ua

В даний час на місцевих мережах зв'язку ВАТ „Укртелеком” і інших операторів телекомунікацій склалася ситуація, при якій, лінійно-кабельні споруди (ЛКС) використовуються з низькою ефективністю або досягли значного ступеня фізичного і морального зносу. Досить часто застарілі конструкції кабелів, методи монтажу і експлуатації не дозволяють забезпечити стабільно високу якість зв'язку, надати абонентам нові види послуг, організувати передачу користувачам відеоінформації, передача даних, та голосового трафіку по одній лінії зв'язку.

Найбільш несприятлива ситуація склалася на ділянках, що забезпечують послугами зв'язку абонентів - абонентські ділянки мережі доступу (МД). На сьогодні на абонентських лініях зв'язку України використовуються мідні симетричні кабелі, досить часто з діаметром жил 0,32 мм, і, частково, морально застарілі конструкції кабельної арматури, ввідно-кабельних і розподільних пристроїв, каналів і оглядових пристроїв кабельної каналізації Рис.1.

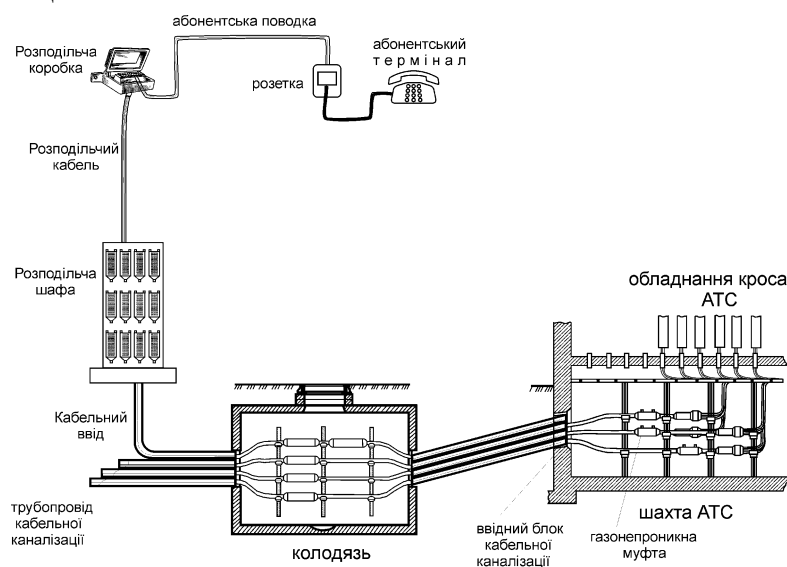


Рисунок 1 – Основні елементи лінійно-кабельних споруд
абонентської мережі

Побудована на сьогоднішній день транспортна мережа зв'язку з використанням систем передачі синхронної цифрової ієрархії (SDH) та систем щільного хвильового мультиплексування (DWDM) дає змогу організувати передачу високошвидкісних потоків, проте, існуюча вузько-смугова мережа доступу на мідних кабелях не в змозі довести такі потоки до абонентів.

В своєму розвитку кабельні лінії, що дозволяють отримати доступ до абонентів в світовій практиці у відповідності до документів ITU-T як правило проходять три етапи.

1. Абонентські лінії, що використовують мідні кабелі.
2. Гібридна абоненток мережа, що використовує оптичні і мідні кабелі або радіо доступ.
3. Повністю оптичні мережі доступу.

Основною тенденцією в світі є вдосконалення та закінчення першого та другого етапів та перехід до третього.

Реконструкція існуючих мідних мереж із метою реалізації гібридних МД є найбільше економічним шляхом модернізації лінійних споруд для сьогоднішнього рівня розвитку лінійно-кабельної техніки. Будівництво цілком оптичних мереж доступу (в основному пасивних – PON) забезпечує найбільшу ефективність питомих витрат при значному збільшенні дальності і широкосмуговості зв'язку, повному відсутності взаємних і зовнішніх електромагнітних впливів. Етапи розвитку МД наведено на рис.2.

Будівництво повністю оптичних мереж доступу (здебільшого пасивних) забезпечує найбільшу ефективність питомих витрат при значному збільшенні дальності та широкосмуговості зв'язку, повній відсутності взаємних на зовнішніх електромагнітних впливів

Окрім того використання волоконно-оптичних засобів зв'язку на абонентській ділянці мережі також дозволяє реалізувати:

- організацію типових телефонних (аналогових або цифрових) каналів;
- передавання по тим же волокнам багатьох каналів кабельного телебачення;
- створення інтегральних мереж обслуговування, включаючи послуги мультимедіа.

Капітальні витрати на впровадження абонентських ліній на базі оптичних кабелів уже в наш час дешевші ніж аналогічні витрати на лінії з мідними кабелями, а в найближчий час вони стануть ще меншими.

У випадку використання оптичних мереж доступу (ОМД) практично незмінним відносно довгий період часу залишається рівень технічних засобів лінійних споруд МД при збільшенні обсягів та видів послуг зв'язку. З урахуванням того, що основна частина витрат на МД полягає у витратах на лінійно-кабельні споруди, каналізаційно-кабельні споруди та їх будівництво, економічність ОМД у довгостроковому плані безсумнівна. Може збільшуватись тільки номенклатура та вартість термінального обладнання та оплата послуг по мірі збільшення їх кількості та покращення якості, що визначається величезною широкосмуговістю волоконно-оптичних ліній.

Останнім часом на деяких ділянках МД України почалося впровадження оптичних абонентських ліній. Але за умов невизначеності з базовими оптичними компонентами, відсутності нормативних документів, не відпрацьованості технологій інсталяції та експлуатації, неузгодженості засобів організації нових видів послуг і головне відсутністю єдиної стратегії побудови та розвитку таких мереж, такий розвиток не можна вважати повністю ефективним. Тільки попередньо визначена науково обґрунтована методологія побудови таких мереж може забезпечити їх стабільний розвиток, забезпечення потреб користувачів і відповідати вимогам побудови NGN.

Будівництво повністю оптичних мереж доступу (здебільшого пасивних) забезпечує найбільшу ефективність питомих витрат при

значному збільшенні дальності та широкосмуговості зв'язку, повній відсутності взаємних на зовнішніх електромагнітних впливів

Окрім того використання волоконно-оптичних засобів зв'язку на абонентській ділянці мережі також дозволяє реалізувати:

- організацію типових телефонних (аналогових або цифрових) каналів;
- передавання по тим же волокнам багатьох каналів кабельного телебачення;
- створення інтегральних мереж обслуговування, включаючи послуги мультимедіа.

Капітальні витрати на впровадження абонентських ліній на базі оптичних кабелів уже в наш час дешевші ніж аналогічні витрати на лінії з мідними кабелями, а в найближчий час вони стануть ще меншими.

У випадку використання оптичних мереж доступу (ОМД) практично незмінним відносно довгий період часу залишається рівень технічних засобів лінійних споруд МД при збільшенні обсягів та видів послуг зв'язку. З урахуванням того, що основна частина витрат на МД полягає у витратах на лінійно-кабельні споруди, каналізаційно-кабельні споруди та їх будівництво, економічність ОМД у довгостроковому плані безсумнівна. Може збільшуватись тільки номенклатура та вартість термінального обладнання та оплата послуг по мірі збільшення їх кількості та покращення якості, що визначається величезною широкосмуговістю волоконно-оптичних ліній.

Тільки попередньо визначена науково обґрунтована методологія побудови таких мереж може забезпечити їх стабільний розвиток, забезпечення потреб користувачів і відповідати вимогам побудови NGN.

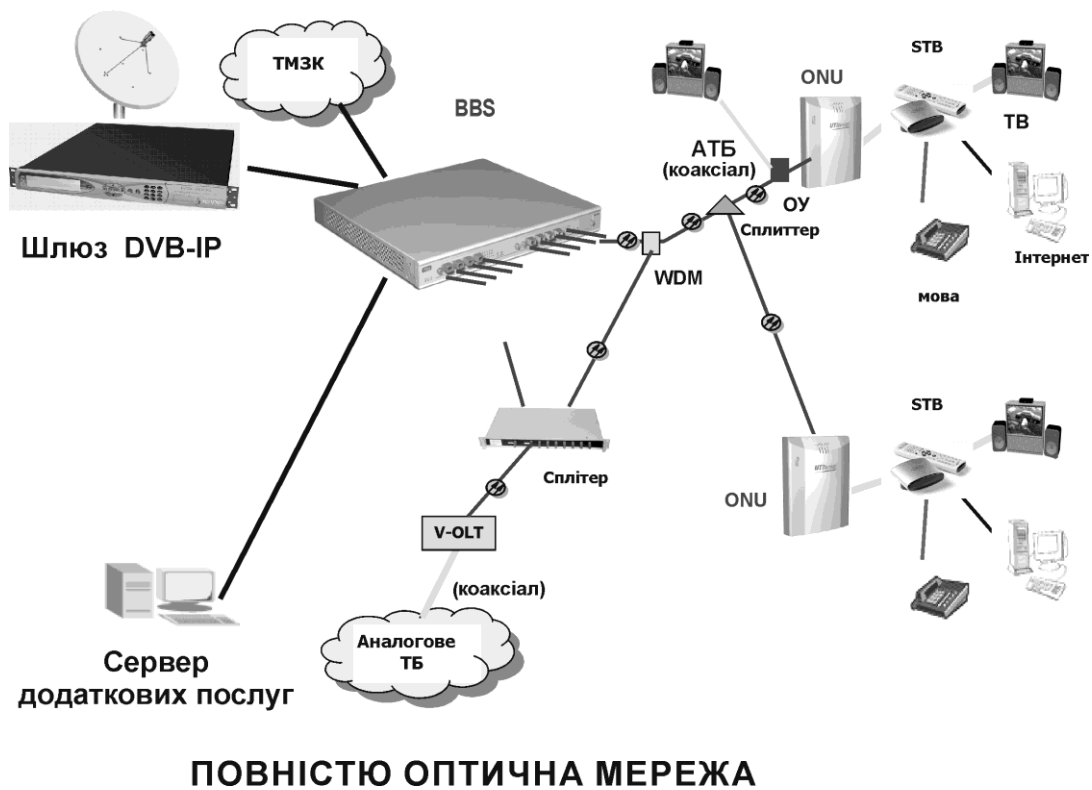
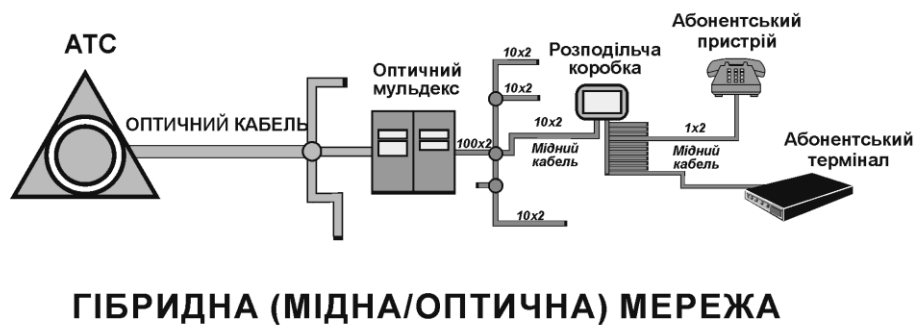


Рисунок 2 – Три етапи розвитку МД

**АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ РАЗВИТИЯ И ПОДГОТОВКИ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ К
ПРОВЕДЕНИЮ В УКРАИНЕ ФИНАЛЬНОЙ ЧАСТИ
ЧЕМПИОНАТА ЕВРОПЫ 2012 ГОДА ПО ФУТБОЛУ**

Юсупова Л. О.

*Государственный департамент по вопросам связи и информатизации
Министерства транспорта и связи
e-mail: ulo@stc.gov.ua*

**The analysis of stabe of development and readiness of a telecommunication
infrastructure for conduction in Ukraine of a final part of a championship of Europe
2012 on football**

***In 2007 Ukraine and Poland have received the right on conduction of a
final part of a championship of Europe of 2012 on football. In this
connection, Ukraine and Poland, as the accepting parties, should execute a
number of tasks on preparation for realization of this championship.***

В 2007 году Украина и Польша получили право на проведение финальной части чемпионата Европы 2012 года по футболу (далее - чемпионат). Союз европейских футбольных ассоциаций (УЕФА) определил Федерацию футбола Украины и Польскую футбольную ассоциацию принимающими ассоциациями чемпионата. В связи с этим, Украина и Польша, как принимающие стороны, должны выполнить ряд задач по подготовке к проведению этого чемпионата.

**Новые стимулы и направления развития телекоммуникационной
инфраструктуры Украины**

В 2012 году на протяжении трех недель в Украине состоятся 16 футбольных матчей, в том числе финальный матч чемпионата в г. Киеве. Предполагается, что матчи финальной части чемпионата, которые будут проходить в Украине, посетят свыше 600 тыс. болельщиков из разных стран мира и посмотрят в прямой телетрансляции почти 8 млрд. зрителей.

Учитывая то, что чемпионат является одной из наиболее общественно значащих мировых спортивных событий, Украина должна поэтапно выполнить ряд мероприятий по подготовке к его проведению.

Телекоммуникации как базовая сфера области связи (95 процентов общего объема доходов от услуг связи) играют значительную роль в социальной и экономической деятельности общества, обеспечивая оперативную или интерактивную (диалоговую) передачу информации. Перспектива участия Украины в проведении этого чемпионата создает также новые стимулы и для развития телекоммуникационной инфраструктуры государства. Успех проведения чемпионата значительной мерой зависит от наличия эффективной и надежной телекоммуникационной инфраструктуры, которая соответствует последним техническим стандартам и позволяет осуществлять оптимальное прохождение потока данных. В результате, согласно требованиям УЕФА, принимающая сторона должна иметь телекоммуникационную инфраструктуру, соответствующую самым последним достижениям, и взаимосвязанную специально предназначенными для этого опτικο-волоконными и мобильными сетями связи, которые обеспечивают беспрепятственную передачу данных.

В то же время, на сегодняшний день в сфере телекоммуникаций Украины существуют определенные проблемы в отдельных секторах, которые необходимо решать независимо от проведения в Украине данного чемпионата. Так как в некоторых населенных пунктах Украины нет свободного доступа потребителей к полному спектру современных телекоммуникационных услуг (Интернет-услуги фиксированные и Wi-Fi, городская, междугородная, международная и мобильная связь и т.д.), решение этих проблем до проведения чемпионата значительно улучшит ситуацию в части полного обеспечения потребителей всех принимающих городов (Киев, Львов, Днепропетровск, Донецк, Одесса, Харьков, Симферополь) и близлежащих к ним территорий всем спектром телекоммуникационных услуг на современном уровне.

В связи с этим, на сегодняшний день перед сферой телекоммуникаций Украины стоит задание поэтапного выполнения ряда мероприятий по приведению телекоммуникационной инфраструктуры государства в

соответствие требованиям УЕФА. Указанные вопросы неоднократно рассматривались на совещаниях в Министерстве транспорта и связи Украины.

Для выполнения поставленного задания предполагается осуществить комплекс законодательных и организационных мероприятий, к которым в первую очередь относятся:

1. Выполнение задач и мероприятий, определенных Концепцией развития телекоммуникаций в Украине до 2010 года, утвержденной распоряжением Кабинета Министров Украины от 7 июня 2006 г. № 316-р;

2. Привлечение операторов и провайдеров телекоммуникаций всех форм собственности к выполнению задания, поставленного перед сферой телекоммуникаций государства;

3. Обеспечение:

- развития сетей фиксированной и подвижной (мобильной) связи с использованием современного телекоммуникационного оборудования, а также развития транспортных телекоммуникационных сетей и сетей передачи данных;

- установления современного телекоммуникационного оборудования, соответствующего международным стандартам, в местах массового пребывания болельщиков (пункты пропуска через государственную границу, аэропорты, вокзалы, стадионы, отели, рестораны, и т.д.), что предоставит возможность получать потенциальным потребителям широкий спектр телекоммуникационных услуг;

- расширения сети комбинированных (с возможностью оплаты за услугу карточками и монетами) таксофонов;

- возможности доступа к сети Интернет;

- изготовления и организации продажи карточек с предоплатой, ваучеров пополнения счетов для получения разных видов услуг, которые предоставляются операторами телекоммуникаций (таксофонных, подвижной (мобильной) связи, фиксированного и коммутированного доступа к сети Интернет, Wi-Fi);

- развертывания цифрового телевидения высокой четкости.

Состояние выполнения планов реализации вышеприведенных задач

Реализацией вышеприведенных задач на сегодня занимается Государственный департамент по вопросам связи и информатизации Министерства транспорта и связи Украины.

Для обеспечения средствами телекоммуникаций проведения финальной части чемпионата согласились принять участие следующие операторы и провайдеры телекоммуникаций: ОАО "Укртелеком", ООО "Астелит", ОАО "Фарлеп-Инвест", ООО "Голден телеком", Ассоциация "Телас", АОЗТ "Укомлайн", ЗАО "Киевстар Дж.Эс.Эм.", ЗАО "Украинские радиосистемы", ЗАО "Украинская мобильная связь", Интернет Ассоциация Украины, Всеукраинская Ассоциация операторов кабельного телевидения и телеинформационных сетей, ООО "Интертелеком".

ОАО "Укртелеком", который на сегодняшний день является доминирующим оператором телекоммуникаций на рынке фиксированной телефонной связи Украины и предоставляет по всей территории Украины практически все виды современных телекоммуникационных услуг, принимает активное участие в реализации всех мероприятий по подготовке к обеспечению будущего чемпионата средствами телекоммуникаций и соответствующими услугами фиксированной, подвижной (мобильной) связи и передачи данных.

На данном этапе подготовки к проведению чемпионата ОАО "Укртелеком" разработано техническое решение по обеспечению средствами телекоммуникаций объектов, которые будут задействованы в мероприятиях, связанных с проведением матчей и массовым обслуживанием болельщиков и организаторов чемпионата, в том числе услугами телефонной связи, скоростной передачи данных, Wi-Fi и т.д. Проведена инвентаризация таксофонов на объектах, которые будут

задействованы в период проведения финальной части чемпионата Европы 2012 года по футболу. Начаты работы по установлению точек доступа к сети Интернет и размещению таксофонов в местах массового пребывания болельщиков. В частности, ведутся работы по развертыванию новых и расширение существующих сетей беспроводного доступа к сети Интернет по технологии Wi-Fi.

Существующее состояние развития телекоммуникационной инфраструктуры Украины

Общее состояние развития телекоммуникационной инфраструктуры Украины на сегодняшний день можно охарактеризовать таким образом. В настоящее время отечественный рынок телекоммуникационных технологий находится в состоянии активного развития. Темпы развития сферы телекоммуникаций в Украине за счет широкого внедрения новейших сетевых технологий, которые особенно пользуются спросом современного требовательного потребителя, довольно высокие. В настоящее время развитие рынка телекоммуникаций обеспечивает около 1000 операторов и провайдеров телекоммуникаций разных форм собственности, усилие которых на протяжении 2007 года были направлены на реализацию одного из главнейших приоритетов Украины - стремление построить ориентированное на интересы людей, открытое для всех и направленное на развитие, информационное общество.

Среди телекоммуникационных услуг самыми весомыми остаются услуги подвижной (мобильной) связи - 62,9%, фиксированной телефонной связи - 24,4%, компьютерной связи - 4,1%,

По состоянию на 01.01.2008 г. насчитывалось 55,6 млн. абонентов подвижной (мобильной) связи, что на 13,5% больше чем по состоянию на 01.01.2007 г. Уровень проникновения подвижной (мобильной) связи в общем количестве населения Украины на начало 2008 года составил 119,2%, а год назад - 104,4%. Это более чем в 4,3 раза превышает уровень

обеспечения фиксированной телефонной связью. Процент покрытия территории Украины подвижной (мобильной) связью по: ЗАО "Киевстар Дж.Эс.Эм." составляет 99,95%; ЗАО "Украинская мобильная связь" - 95%; ЗАО "Украинские радиосистемы" - 56%; ООО "Голден Телеком" - 54%.

ОАО "Укртелеком" продолжается строительство сети подвижной (мобильной) связи III поколения UMTS. В 2007 году введены в эксплуатацию центры коммутации мобильной связи стандарта UMTS в Киеве, Днепропетровске, Донецке, Львове, Одессе и Харькове. Построены и введены в эксплуатацию 537 базовых станций сети мобильной связи стандарта UMTS в Киеве, Донецке, Днепропетровске, Львове, Одессе, Харькове, Запорожье, Виннице, Луганске, Полтаве, Чернигове, Черкассах, Симферополе, Севастополе и Николаеве. По состоянию на 01.01.2008 г. количество абонентов подвижной (мобильной) связи составило по ОАО "Укртелеком" (торговая марка "U'tel") свыше 3,0 тыс.

Рынок фиксированной телефонной связи, развитие которого осуществлялось операторами телекоммуникаций всех форм собственности на протяжении 2007 года, характеризуется следующими показателями.

Плотность основных телефонов на 100 жителей по Украине по состоянию на 01.01.2008 составляет 27,8 ед., по сравнению с 26,4 ед. по состоянию на 01.01.2007. Операторами телекоммуникаций всех форм собственности построены и введены в эксплуатацию волоконно-оптические линии связи общей протяженностью 5,7 тыс. км, что на 40% превышает объемы 2006 года. Продолжалось развертывание сетей беспроводного доступа по технологии Wi-Fi с целью расширения возможностей широкополосной сети передачи данных и развития сегмента беспроводного доступа в публичных местах (отелях, аэропортах, выставочных центрах, кафе, учебных заведениях и т.д.) областных и некоторых районных центров Украины. На протяжении 2007 года построены и введены в эксплуатацию 272 объекта (хот-споты). По состоянию на 01.01.2008 эксплуатируется 329 таких объектов с общим количеством 528 точек доступа.

Значительное внимание уделялось развитию услуг в пунктах коллективного доступа к сети Интернет (ПКД). Сеть пунктов коллективного доступа к сети Интернет ОАО "Укртелеком" по состоянию на 01.01.2008 насчитывает 292 ПКД, в которых размещены 1268 рабочих мест для пользователей услуг Интернет.

Все вышеприведенное показывает положительный результат по подготовке сферы телекоммуникаций к проведению в Украине чемпионата.

Основные существующие проблемы развития телекоммуникационной инфраструктуры Украины на этапе подготовки к проведению чемпионата

К основным проблемам развития телекоммуникационной инфраструктуры Украины на данном этапе подготовки к проведению чемпионата можно отнести:

1. Вопреки всем усилиям операторов телекоммуникаций направленным на развитие телекоммуникационной сети общего пользования, показатель плотности основных телефонов на 100 жителей Украины все еще остается довольно низким, уступая даже странам соседям Украины: Белоруссии, России, Молдове, не говоря уже о Европейских странах.

2. Внедрение соответствующего Европейским стандартам номерного пространства телефонных сетей в части создания информационно-справочных и экстренных служб.

3. Обеспечение развития современных технологий.

Выводы

Проведение в Украине финальной части чемпионата Европы 2012 года по футболу создает новые стимулы развития как в целом украинской экономики, так и телекоммуникационной инфраструктуры Украины в отдельности.

В общем, надлежащая подготовка к проведению этого мероприятия позволит:

- создать в Украине современную транспортную, информационно-телекоммуникационную и социальную инфраструктуру на уровне европейских стандартов;
- создать условия для интенсивного развития отечественного предпринимательства во всех областях экономики и сферах общественной жизни;
- привлечь инвестиции;
- увеличить на 2-3 миллиона количество рабочих мест, которые должны стать привлекательными для граждан Украины, которые сейчас работают за её пределами.

Литература

1. Требования УЕФА к телекоммуникационной инфраструктуре Украины как принимающей стране финальной части чемпионата Европы 2012 года по футболу;
2. Распоряжение Кабинета Министров Украины от 11 июля 2007 № 502-р "Про утверждение Концепции Государственной программы подготовки и проведения в Украине финальной части чемпионата Европы 2012 года по футболу";
3. Статистическая отчетность операторов телекоммуникаций относительно удовлетворения потребностей потребителей в телекоммуникационных услугах.

SERVICE ORIENTED TOOL INTEGRATION FOR NETWORK DESIGN AND REENGINEERING

Andriy Luntovskyy, Marius Feldmann

Dresden University of Technology Department of Computer Science
e-mail: andriy.luntovskyy@tu-dresden.de, feldmann@rn.inf.tu-dresden.de

Abstract

This paper gives a motivating overview about ongoing work for applying principles and advantages of Service Oriented Architectures (SOA) to the overall process of network design, validation and reengineering. The SOA-based approach is evaluated as part of the CANDY Framework. Within this project the XML-based language NDML builds the glue for integrating heterogeneous formats, technologies and protocols.

Introduction

One of the most important principles in computer science discipline is the well-known paradigm named *divide et impera*. It is intended to be used for every problem above trivial complexity.

The processes of designing, maintaining and reengineering larger computer networks are important candidates for an extended use of this principle: There are dozens of subprocesses in the overall workflow and various different possibilities that may be considered. Though modern tools and utilities for supporting and automating these partial workflows are internally modularized, they often do not provide possibilities to make their functionality available via well defined interfaces for cooperation and integration purposes. Furthermore they often only provide rudimentary ways for importing a variety of data sources, particularly for importing information available from long-established tools or legacy software. For example it is thus not possible to integrate functionalities of SNMP-based management software in an easy manner for using their analyzing and monitoring capabilities in order to improve the quality of concurrent network reengineering workflows.

This paper gives an overview about using the Service Oriented approach for bringing together different tools, subsystems and partial methodologies forming the building block of an overall and integrated network design and reengineering workflow. After providing basic information about network design tools and about the Service Oriented principles it discusses the suitability of adapting

these principles to the network design on one hand and to network reengineering on the other hand.

General Survey

Due to an early awareness of the complexity of network design and reengineering workflows, supporting tools exist for many years. The majority of them were developed as extensive but non-service-based, and thus not dedicated for easily integrateable solutions. Important and wide-spread examples for tools intended to design, verify and manage TCP/IP- wired and wireless networks are Ekahau Site Survey [1], NS-2 [2] and OMNet++ [3]. However, all these tools focus on partial processes and are specialized on some particular tasks during planning and maintaining computer networks. For example Ekahau Site Survey concentrates on evaluating ideal positions for Wireless Access Points via different mathematical models while OMNet++ gives various support for planning IPv4-, IPv6-, MPLS- based etc. networks. OMNet++ is a very good example to point out the central lack of available tools: Although it is highly modularized and extendable, it does not offer possibility to access partial functionality in a standardized way for integrating it into an overall workflow. Thus it is not possible to combine tools flexibly, which reach an outstanding quality in different tasks to increase the result's quality.

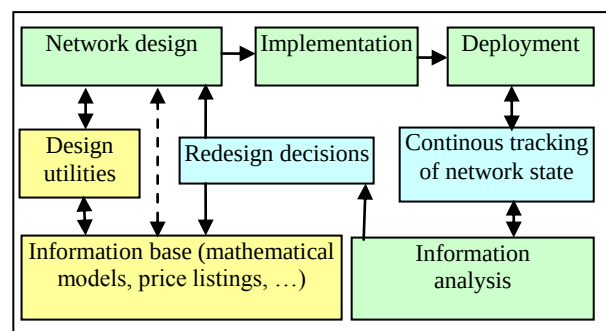


Figure 1. Network design and reengineering

It is not only the planning and designing phase where missing integration ability inhibits maximum quality. Bundling different information sources and continuous tracking of ongoing activities during a network's lifecycle is indispensable for having a valid ground for improvements and error reduction

during a concurrent reengineering workflow. The schematical overall cycle that network engineers assume responsibility for is depicted in Figure 1.

Besides offering various tool supports, the Computer Aided Network Design Utility (CANDY) Framework [4] claims to be a complete integration platform covering all aspects of managing network lifecycle, which is possible due to its flexible structure depicted in Figure 2. This figure gives an impression of the various tasks that have to be covered by a utility covering network design and reengineering. Beside multiple technological aspects such as topological or capacity calculations and analysis it has to realize economical aspects that are not neglectable. As pointed out in [5], in comparison to other approaches CANDY has evident advantages like tool simplicity, open source and freeware tools, so-called free-of-costs, the use of XML as main integrating component, openness (use as framework) and extensibility for new tools. For purposes of data representation, of communication and of configuration the XML-based Network Design Markup Language (NDML) [9] is used.

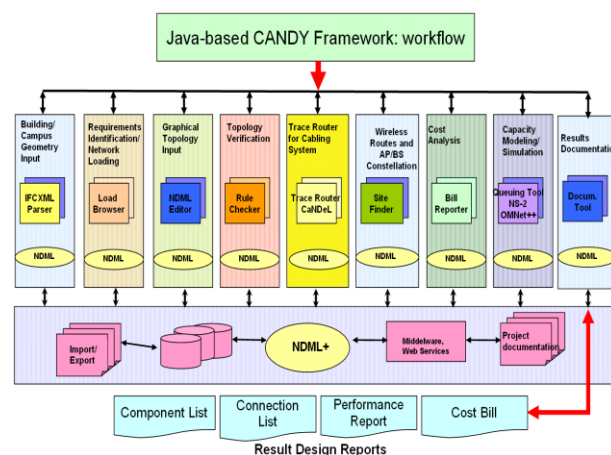


Figure 2. Candy Framework

One of the current goals of the CANDY Framework is to adapt useful Service Orientated Architecture (SOA) principles to the network design and reengineering workflow. Nowadays SOA is one of the most discussed aspects in the area of Distributed System. It represents a model in which functionality is decomposed into small, distinct units (services), which can be distributed over a network and can be combined together and reused to create complex applications in an easy manageable way. Five important general characteristics of this abstract design paradigm are:

1. Loose coupling

Loose coupling is an approach where integration interfaces are developed with minimal assumptions between the interacting parties. Loosely coupled services are able to be joined together on demand to create composite services, even if they use heterogeneous technologies. By hiding functionality behind interfaces, application logic of partial services is changeable without affecting further overall application components.

2. Dynamic binding of interacting instances

Interacting parties are not necessarily known in advance but can be determined on demand in a dynamical manner. For this purpose powerful Directory Services are used.

3. Standardization

Implementations of the Service Oriented approach are essentially based on standards that define possibilities for interface descriptions and for communication protocols.

4. Reusability

Recurring tasks and encapsulated functionality can be swapped out and made available as a service that may be used and integrated by other applications.

5. Simplicity

Service Oriented Architectures is a concept based on abstraction. This enables to view problems out of simplified perspectives. Furthermore many reusable solutions are provided by academics and practitioners that can be included into own applications.

By guaranteeing these characteristics, SOA is perfectly adequate for a complex tool integration approach for network design and reengineering. While simplicity and loose coupling is a desirable goal to increase maintainability and to increase flexibility, a standardized communication protocol and interface description is an inevitable factor. The SOA principle have been used as conceptual building block for the W3C Web Service standards and technologies, mainly defined by using a combination of SOAP [6], WSDL [7] and optionally UDDI [8].

Service Oriented Network Design

Basic Idea

As pointed out above, current network design utilities are often implemented in a modularized way which is particularly valid for the CANDY Framework. Due to this modularization it is possible to reinterpret functionality that is encapsulated in one module or subsystem of the whole utility as a service. Therefore it can be made available via well-defined interfaces to further applications in order to realize dynamic composition and integration of offered functions.

By this the core competence of different tools specialized on dedicated aspects and algorithms can be combined to achieve one design workflow with high quality. Furthermore it prevents developers from reinventing the wheel when confronted with functionality that has been made available by other developers. The factors of standardization, reusability and thus simplicity are the main reasons for using SOA in this application context.

Complex calculations such as algorithms for calculating optimal Wireless Access Point constellations can be realized on mainframe computers that fulfill this task in a fraction of the time a regular computer would need. In addition it is possible to instruct services intended to provide results for a special task in different ways in parallel. Afterwards the alternative results can be evaluated and averaged to find a potentially better solution. Furthermore discovery mechanisms for realizing different metrics of Quality of Service (QoS) aspects are implementable thus enabling flexible discovery of adequate partial workflow processes that give desired due date guarantees or produce a definable maximal error.

Beside the named technological advantages a Service Oriented approach enables new business models. Companies might offer their algorithms by a pay-per-use billing principle.

Technological considerations

For implementing Service Oriented network Design Utilities, interfaces to access these functionalities have to be defined and a format for information exchange has to be developed.

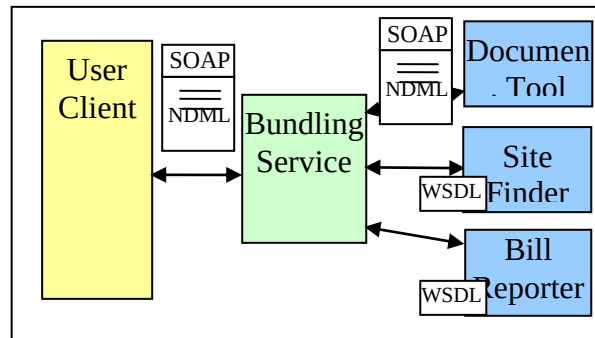


Figure 3. NDML-based interaction

A fundamental step is to identify functionality that should be made available as a service together with all necessary parameters that are needed to fulfill their task. This analysis results in an interface description that can be denoted in WSDL. These descriptions can be made available directly by the host that deploys the particular service. An alternative would be the use of a common Directory Service. In result of its complexity the Web Service standard UDDI is not fully adequate for this task. Furthermore UDDI lacks of a native possibility to describe different QoS parameters.

Due to its powerful and extendable nature, NDML is an adequate format for realizing information exchange between a Service requestor and Service provider. It is embedded into SOAP messages which are used as carriers and includes parameters required by an addressed service. Consequently the NDML does not only build the glue between the components of the CANDY Framework, but also between heterogeneous partial tools of the overall network design workflow.

Figure 3 gives an example for the named aspects of the currently developed system for Service Oriented network design utility integration. It shows a combined design workflow consisting of services for generating component documentation, for determining the component arrangement in a building and for calculating prices. The whole interaction between the different parties is based on SOAP that encapsulates a NDML description of e.g. the building structure, components list and technological requirements definition.

Service Oriented Network Reengineering Basic Idea

Many of the algorithms and techniques used during the network design phase are not able to provide exact results. On one hand this is caused by the nature of

the problem that in some cases results in very high computational costs. This is especially valid for optimal position detection for Wireless Access Points or for network load and performance calculations. In some cases only probabilistic algorithms are used to reduce the calculation costs. On the other hand the reason can be found in insufficient knowledge about the real circumstances of a network that can not always be described in all details in advance and even might vary in practice. This reason also includes modifications that might be necessary during the lifetime of a network, inducted by changed requirements.

However the need for continuously tracking of information about a networks's status and accumulating them during the network's lifetime is evident as was depicted in Figure 1. Based on this information it is possible to detect bottlenecks, weaknesses and failures that were caused by wrong assumptions and design errors. Furthermore the reaction time to occurring problems can be reduced by continuous information tracking.

A central problem with tracking and accumulating is the heterogeneity of network structures. Different manufacturers provide different network management and monitoring tools and protocols. Thus the bundling of different information sources is hindered. The aspect of standardization on one hand and the concept of abstraction on the other hand are central factors that make SOA principles a serious problem solving paradigm. It provides a possibility for technological integration and for centralizing the collection and evaluation of appeared network's data. The precondition for achieving this goal is the existence of a format to which heterogeneous monitoring formats and protocols can be mapped in order to build out a homogenous database for deducing knowledge of occurred or theoretical possible shortcomings of the network design. Service Orientation is not only a means to bundle various information sources but also to increase the potential for communication between different software involved in the reengineering workflow. As in the case of network design utilities the functionalities of monitoring and management tools can be interpreted as services which are accessible via unified interfaces and can be composed to improved and extended functionalities and workflows.

Technological considerations

NDML appears as format for information exchange and, as well, for aggregating different monitoring formats as well in the field of network reengineering. The single network management systems that are involved realize a transformation of their own format to NDML by e.g. using Extensible Stylesheet Transformation (XSLT) etc. As in the case of design tool integration, NDML data is encapsulated into SOAP-messages. An important component of the reengineering system is a bundling service to which all relevant events of partial network components are communicated and that is able to request further information needed from management and monitoring components. Both sides are implemented as services. Monitoring components can detect the bundling service via a central Directory Service or by some proprietary means of configuration. Furthermore the bundling service holds a configuration file that also uses a sublanguage of NDML for configuration information such as which management component should be request in which time interval. The information that is bundled and compacted is forwarded to an analysis component that automatically deduces shortcomings and points out general improvements for the network reengineering. Figure 4 shows an example for the accumulation of information gathered by two SNMP management components.

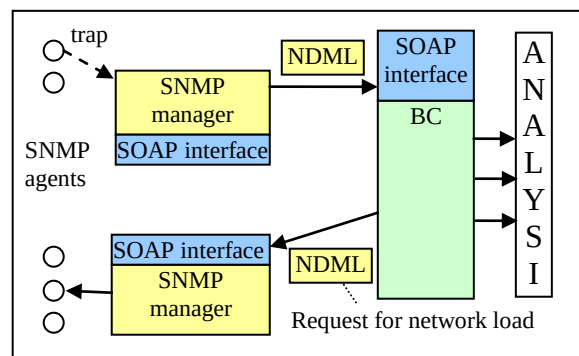


Figure 4. SOA based Information bundling

The figure depicts that, first of all, traps are sent by SNMP agents to the SNMP manager are collected and, secondly, the bundling component (BC) requests information like current network load and number of managed connections from network components in defined time intervals to get a continuous overview of the network's state. By this approach arbitrary formats can be translated to NDML and can be evaluated to get an overall view on the

network. The increase of knowledge finally increases the quality of the information backflow that feeds the redesign workflow.

Conclusion and Future Work

This paper has provided general remarks for using SOA principles in the area of network design and reengineering. The Service Oriented paradigm provides powerful possibilities for building overall integrating workflows that improve quality and reduce the general amount of work for network professionals. Besides using standards like SOAP and WSDL out of the area of classical Web Service development, the impact of NDML has been pointed out. It works as an important clue component with the purpose of enabling the communication between participating parties.

Future work will concentrate on three main aspects: Implementation details, security considerations and efficiency analysis. After providing implementations of services for integrating tools developed in the area of the CANDY Framework and of subtask like development of stylesheets (e.g. XSLT stylesheets) for transforming management protocols to NDML, major work will be invested in analyzing the impact on efficiency. Therefore alternative models like Representational State Transfer (REST) based architectures will be considered and compared to the SOAP-based approach. Parallel to this work existing solutions out of the area of Web Services for guaranteeing security will be analyzed.

References

- [1] <http://www.ekahau.com/>.
- [2] <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>.
- [3] <http://www.omnetpp.org/>.
- [4] <http://www.m.inf.tu-dresden.de/projects/candy/index.html>.
- [5] A. Luntovskyy et al., "Network Design Methodology and Workflow within the CANDY Framework", *14th International Multi-Conference ACS-AISBIS* 2007.
- [6] <http://www.w3.org/TR/soap/>.
- [7] <http://www.w3.org/TR/wsdl.html>.
- [8] <http://www.oasis-open.org/committees/uddi-spec/doc/tcspecs.htm>.
- [9] Luntovskyy, A. et al., "Computer Network Modeling and Analysis Using XML-Descriptions", *The 9th World Multi-Conference on SYSTEMICS, CYBERNETICS AND INFORMATICS (WMSCI 2005)*, pp.283-288.

Секція 1. Системи безпроводових телекомунікацій

УДК 621.394

СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫЕ СИГНАЛЫ В САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ РАДИОСЕТЯХ

Бунин С.Г., д.т.н.

НИИ Телекоммуникаций НТУУ «КПИ»

e-mail: bunin@gu.net

Ultra Wideband Signals in Self Organizing Radio Networks

Using of UWB impuls signals in Ad Hoc and MANET radio networks is suggested. These signals permit to organize multichannel transmissions and passive confirmations of correctly retransmitted packets.

В последние годы все большее внимание уделяется проблемам создания безинфраструктурных самоорганизующихся радиосетей из случайных стационарных (сети Ad Hoc) и мобильных (сети MANET) абонентов. В этих сетях каждый из абонентов, кроме передачи и приема «своей» информации, выполняет функции ретранслятора для пакетов других абонентов. Маршрутизация пакетов в сети организуется при передаче пакетов по цепи ретрансляторов.

Обычно в качестве физического и канального уровней в таких сетях предлагается использовать готовые стандартизованные сигналы и протоколы «с полки», в частности стандарт IEEE 802.11. Однако эти протоколы не позволяют реализовать эффективную работу самоорганизующихся сетей из-за необходимости разделения времени радиоканала между всеми абонентами в зоне взаимной радиовидимости.

Поэтому в этих сетях предлагается использовать сверхширокополосные импульсные сигналы - UWB. Одним из замечательных (среди прочих) свойств этих сигналов – это возможность одновременного использования в сети большого количества ортогональных или квазиортогональных сигналов. Эти сигналы, представляющие собой псевдослучайные последовательности нано- или пикосекундных импульсов с большими значениями средней скважности, можно рассматривать как множество каналов связи. Более того, незначительный временной сдвиг одной и той же последовательности делает ее ортогональной по отношению самой к себе, то есть на одной последовательности можно осуществлять многоканальную передачу, если возможна индивидуальная синхронизация с каждым из сигналов.

Применение сверхширокополосных импульсных сигналов с большим сигнальным ресурсом позволяет строить сети Ad hoc и MANET с более эффективной архитектурой. В основе ее лежит идея одновременной многоканальной передачи и ретрансляции пакетов многими узлами.

Для обмена служебной информацией используется код, принимаемый всеми узлами сети. Но для осуществления целенаправленной маршрутизации, разумно присвоить каждому из узлов свою группу принимаемых кодов из общепринятой таблицы всех применяемых в сети кодов. Узел, в зависимости от его вычислительных ресурсов, может принимать и обрабатывать одновременно несколько сигналов.

Может быть полезным и оригинальный метод квитирования пакетов в сети на канальном уровне. Он состоит в том, что узел, принимающий пакет и обнаруживающий, что пакет следует ретранслировать далее, начинает передачу синхросигнала и принятой части пакета для следующего узла, не дожидаясь окончания приема всего пакета от предыдущего. Передающий абонент, в силу дуплексности его терминала, может проследивать свой ретранслируемый сигнал. Если пакет проретранслирован без ошибок, то никакого квитирования не требуется. В случае обнаружения ошибки в ретранслируемом сигнале, абонент прекращает передачу. То же, естественно, делает и ретранслирующий узел. Предлагаемая схема ретрансляции и квитирования существенно сокращает задержки передачи и трафик квитанций. Безусловно, она не исключает квитирование сообщений на транспортном уровне, где проверяется их целостность.

В сети Ad hoc возможна передача пакетов по методу дейтаграмм, т.е. передача их различными маршрутами, и сборка таких пакетов на транспортном уровне принимающего абонента.

В работе рассматриваются механизмы взаимодействия узлов в самоорганизующихся сетях – вхождения в сеть и процесс передачи пакетов по сети.

Применение сверхширокополосных импульсных сигналов в сетях Ad hoc и MANET позволяет организовать высокоэффективные механизмы взаимодействия абонентов, не достижимые при использовании других сигналов.

Литература

1. *Mobile Ad Hoc Networking*. IEEE Press, A John Wiley & Sons, Inc., Publication. 2004.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕННОЙ ЗАДЕРЖКИ СИГНАЛА В СИСТЕМАХ СВЯЗИ I-UWB

Валиков Д.П.

Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»

e-mail: dmitryvalikov@ukrt.net

Determining the signal temporary delay in the I-UWB telecommunication systems

In this paper the different approaches to the determining the I-UWB signal temporary delay are considered. The recommendations for synchronization signal choosing are given.

Основными достоинствами импульсных сверхширокополосных систем связи (I-UWB) перед узкополосными являются низкая спектральная плотность мощности излучения, сложность обнаружения сигналов ввиду их шумоподобности, высокая пропускная способность. В системах связи I-UWB передача информации осуществляется с помощью последовательности одиночных импульсов, длительность которых, как правило, не превышает сотен пикосекунд [1]. Приемник осуществляет корреляционный некогерентный прием и суммирование энергии импульсов в соответствии с выбранным кодом передаваемой последовательности.

Условием эффективной работы приемника является строгое согласование кодо-временных параметров и законов модуляции опорных и принимаемых сигналов. Такое согласование обеспечивается системой синхронизации.

Система синхронизации функционально содержит две подсистемы – подсистему поиска для обнаружения сигнала I-UWB на фоне шума в начале сеанса связи, и подсистему слежения для поддержания согласования опорного и принимаемого сигнала при изменении его параметров. В отличие от синусоидальных сигналов, сигналы I-UWB не характеризуются такими параметрами как частота и фаза, поэтому параметром синхронизации в случае I-UWB является временная задержка,

а основной задачей подсистемы поиска является определение величины этой задержки. Эта задача может быть решена путем добавления к информационному сигналу специального сигнала синхронизации.

Известные методы поиска сигнала по времени предполагают наличие в приемнике согласованного фильтра либо коррелятора [2]. Согласованный фильтр должен быть согласован с синхросигналом. Если синхросигнал обозначить $u(t)$, тогда импульсная характеристика согласованного фильтра:

$$h(t) = a \cdot u(t - T), \quad (1)$$

где a – некоторая постоянная, T – длительность синхросигнала. Напряжение на выходе согласованного фильтра представляет собой автокорреляционную функцию (АКФ) синхросигнала. Максимум АКФ на выходе согласованного фильтра:

$$A_{сф} = a \cdot E, \quad (2)$$

где E – энергия синхросигнала.

Согласованный фильтр является устройством, инвариантным к задержке сигнала, т.е. задержка АКФ всегда равна задержке входного сигнала. Это позволяет быстро обнаружить синхросигнал.

В отличие от согласованного фильтра, коррелятор чувствителен к сдвигу входного сигнала во времени. Напряжение на выходе коррелятора:

$$u_{кор} = a \int_{t_0}^{t_0+T} u(t - \tau) \cdot u(t - t_0) dt, \quad (3)$$

где a – некоторая постоянная, τ – время задержки синхросигнала, t_0 – время задержки опорного сигнала. Лишь при $\tau = t_0$ напряжение совпадает с максимумом АКФ для согласованного фильтра. Для синхронизации по времени необходимо использовать циклический поиск, суть которого в последовательном анализе всех возможных значений временного сдвига входного сигнала относительно опорного и фиксации тех значений, при которых уровень сигнала на выходе коррелятора будет максимальным.

Реализация описанных подходов в системах I-UWB может вызвать ряд трудностей. Большие базы сигналов, характерные для I-UWB, ведут к

тому, что быстроедействие подсистемы поиска на основе коррелятора будет невысоким. Согласованный фильтр, являющийся наилучшим вариантом с точки зрения быстрогодействия, в случае сигналов с большой базой является очень сложным устройством и его реализация затруднительна. Тем не менее, сложность согласованного фильтра зависит не только от базы сигнала, но и от его структуры.

Сигнал синхронизации, представляет собой последовательность импульсов расположенных на оси времени в соответствие с заданным кодом синхронизации. Увеличение длительности сигнала синхронизации дает возможность использовать меньшую мощность импульсов. С другой стороны, увеличение длительности ведет к увеличению размеров согласованного фильтра и усложнению его конструкции. Но более простой код требует меньшей сложности фильтра, независимо от длительности сигнала (и его базы). В предельном случае сигнал синхронизации может представлять собой регулярную последовательность импульсов с заданной задержкой между импульсами (в системах связи с множественным доступом эта задержка выбирается индивидуальной для каждого абонента). Для установления синхронизации достаточно одной линии задержки, имеющей соединение по цепи обратной связи со входом приемника. Подобные устройства, например, описаны в [3]. При этом длина кода может быть любой – импульсы можно передавать до тех пор пока процесс синхронизации не будет завершен.

Литература

1. Scholtz R. A. Multiple Access with Time-Hopping Impulse Modulation, Proc. Military Communications Conference, vol. 2, pp. 447-450, October 1993.
2. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. – М.:Радио и связь, 1985. – 384 с.
3. Хармут Х. Теория секвентного анализа. Основы и применения. Издательство «Мир», Москва, 1980. – 574 с.

АНАЛИЗ ПРОТОКОЛОВ МАРШРУТИЗАЦИИ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ

Романюк В.А. д.т.н., проф., **Жук А.В., Сова О.Я.**

ВИТИ НТУУ «КПИ»,

e-mail: romanjuk @i.com.ua, beatle135@ukr.net, soy135@ukr.net

The analysis protocols of routing in wireless sensors networks

The design of routing protocols for wireless sensor networks is a challenging task, which has been in the focus of the sensor network researchers in the recent past. This effort resulted in a huge number of sensor network routing protocols. In this work, we propose analysis and comparative assessment of WSN-routing protocols, and classify the mainstream protocols proposed in the literature.

Беспроводные сенсорные сети (БСС) или Wireless Sensor Network (WSN) - распределенные сети, состоящие из маленьких сенсорных узлов, с интегрированными функциями мониторинга окружающей среды, обработки и передачи данных [1].

Все методы маршрутизации (ММ), предложенные для применения в БСМ, можно классифицировать по следующим признакам: *по способу построения и поддержания маршрутов*: таблично-ориентированные (далее табличные), зондовые и гибридные; *по числу получателей*: однопользовательские, групповые и “волновые”; *по количеству и типу параметров в метрике выбора маршрута*: однопараметрические и многопараметрические; *по количеству маршрутов*: однопутевые и многопутевые; *по типу маршрутов*: симметричные и асимметричные; *по наличию оборудования позиционирования*: координатные и некоординатные; *по организации сети*: иерархические и неиерархические (одноуровневые); *по принятию решений по маршрутизации*: пассивные и активные (интеллектуальные) [2].

Задачей ММ является создание, хранение и поддержание маршрута (ов) заданного качества между отправителем и адресатом. В качестве критерия оценки маршрута могут выступать следующие параметры: ширина полосы пропускания канала, время задержки передачи пакетов в сети, энергоемкость батарей и др. На сегодняшний день предложен ряд методов (протоколов) маршрутизации предназначенных для

использования в БСС (перечень и сравнительная характеристика приведена в таблице 1).

Проведенный анализ, показал несостоятельность существующих ММ удовлетворить требованиям, которые предъявляются к современным БСС, а именно: высокая пропускная способность, масштабируемость, самоорганизация сети, интеллектуальность, децентрализованность и оптимизация функций управления, работа с разными видами трафика, наличие систем позиционирования, работа в движении и. т.п.

Таблица 1

Сравнительная характеристика методов (протоколов) маршрутизации в БСМ

	Классификация	Мобильность узлов	Размерность сети	Объединение данных в сети	QoS	Использование GPS	Энергопотребление
SPIN	Н, З, Пр. З., Пр. У., Ц	Нормальная	Ограниченная	Да	Нет	Нет	Ограниченное
Directed Diffusion	Н, З, Пр. У, Ц	Ограниченная	Ограниченная	Да	Нет	Нет	Ограниченное
Rumor Routing	Н, Т, Пр. У, Ц	Ограниченная	Хорошая	Да	Нет	Нет	Н/Д
GBR	Н, Ц	Ограниченная	Ограниченная	Да	Нет	Нет	Н/Д
MCFA	Н, Пр. У, Ц	Нет	Хорошая	Нет	Нет	Нет	Н/Д
CADR	Н, Пр. З., Ц, Г	Нет	Ограниченная	Да	Нет	Нет	Ограниченное
COUGAR	Н, Пр. З., Ц	Нет	Ограниченная	Да	Нет	Нет	Ограниченное
AQUIRE	Н, З, Ц	Ограниченная	Ограниченная	Да	Нет	Нет	Н/Д
EAR	Н, Т, Ц	Ограниченная	Ограниченная	Нет	Нет	Нет	Н/Д
LEACH	И, Пр. У	Стационарные БС	Хорошая	Да	Нет	Нет	Максимальное
TEEN и APTEEN	И, Пр. З	Стационарные БС	Хорошая	Да	Нет	Нет	Максимальное
PEGASIS	И, З, Пр. З	Стационарные БС	Хорошая	Нет	Нет	Нет	Максимальное
MECN и SMECN	И, Пр. З	Нет	Ограниченная	Нет	Нет	Нет	Максимальное
SOP	И, Пр. З, Т	Нет	Ограниченная	Нет	Нет	Нет	Н/Д
HPAR	И, Т	Нет	Хорошая	Нет	Нет	Нет	Н/Д
TTDD	И, Т, НЦ	Да	Ограниченная	Нет	Нет	Нет	Ограниченное
GAF	К, НЦ	Ограниченная	Хорошая	Нет	Нет	Да	Ограниченное
GEAR	К, Пр. З	Ограниченная	Ограниченная	Нет	Нет	Да	Ограниченное
SPAN	К, НЦ, Т	Ограниченная	Ограниченная	Нет	Нет	Да	Н/Д
MFR и GEDIR	К, Т	Нет	Ограниченная	Нет	Нет	Да	Н/Д
GOAFR	К, НЦ	Нет	Хорошая	Нет	Нет	Да	Н/Д

Сокращения использованные в таблице: Н – неиерархическая маршрутизация, И – иерархическая маршрутизация, К – координатный метод маршрутизации, З – зондовый метод маршрутизации, Т – таблично-ориентированный метод маршрутизации, Г – гибридный метод маршрутизации, Пр. З. – протокол использует запросы, Пр. У. – протокол использует согласование, Ц – централизованный протокол, НЦ – не централизованный протокол, Н/Д – не диагностировался.

При разработке протоколов маршрутизации для современных сенсорных сетей необходимо учитывать следующие факторы: тип нагрузки и периодичность (функцию) генерации нагрузки; ограниченное количество адресатов (получателей) сенсорной информации; ограниченную энергоемкость батарей узлов и необходимость максимизации времени жизни сенсорной сети.

Процесс управления маршрутизацией должен быть ориентирован на текущее состояние сенсорной сети (наличие целей наблюдения, емкость батарей и др.). Возможным решением является использование гибридного R- зонового метода маршрутизации [3] который использует множество метрик выбора маршрутов (в т.ч. энергосберегающие).

Литература

1. *Миночкин А.И., Романюк В.А., Жук А.В.* Перспективы развития сенсорных сетей// // Зв'язок. – 2008. – № 1. – С. 16 – 22.
2. *Миночкин А.И., Романюк В.А.* Методология оперативного управления мобильными радиосетями // Зв'язок. – 2005. – № 2. – С. 53 – 58.
3. *Романюк В. А.* R- зонный метод маршрутизации в автоматизированных сетях связи // Збірник наукових праць № 3. – К.: ВІТІ НТУУ “КПІ”. – 2001. – С. 182 – 186.

МОДЕЛИ МНОГОПУТЕВОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ

Гоголева М.А.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

e-mail: justice_ua@mail.ru

Multipath routing models in wireless networks

An Ad Hoc networks based on a wireless are widely deployed along with increased mobility of the infocommunicational services. That's why many routing protocols were adopted for Ad Hoc networks. A possible way for routing protocols improvement in an Ad Hoc networks is the moving to the multipath routing. Its allow traffic load balancing, equal resource usage and quality of service increase.

С повышением уровня мобильности инфокоммуникационных услуг все большее распространение получают Ad Hoc сети, основанные на использовании стандартов беспроводной связи. Подобные сети характеризуются отсутствием фиксированной топологии; централизованной архитектуры управления сетью; мобильностью и однородностью сетевых узлов, которые одновременно выполняют функции терминального оборудования и маршрутизаторов. Все это значительно усложняет принципы построения Ad Hoc сетей, особенно с точки зрения обеспечения заданных значений тех или иных показателей качества обслуживания (Quality of Service, QoS).

Традиционно именно маршрутизация как процесс сетевого уровня эталонной модели взаимодействия открытых систем является одним из основных средств повышения качества обслуживания «из конца в конец». В этой связи в Ad Hoc сетях нашли свое применение достаточно широкий спектр протоколов маршрутизации, которые классифицируются на протоколы прямой маршрутизации (FSR, FSLS, OLSR, AODV, DSR), иерархической маршрутизации (HSR, CGSR, ZRP, LANMAR) и маршрутизации в зависимости от географического расположения (GeoCast, LAR, DREAM, GPSR). Протоколы прямой маршрутизации в свою очередь классифицируются на проактивные (Proactive) и реактивные (Reactive).

Одним из направлений совершенствования протоколов маршрутизации в Ad Hoc сетях является переход от однопутевых к многопутевым стратегиям маршрутизации, что позволит обеспечить балансировку трафика в сети, равномерно загрузить доступные сетевые ресурсы, повысив тем самым качество обслуживания по скоростным и временным показателям QoS.

Реализация многопутевой маршрутизации в Ad Hoc сетях с поддержкой качества обслуживания по нескольким показателям предполагает пересмотр математических моделей, положенных в основу того или иного маршрутизирующего протокола.

В структуре подобных моделей важное место занимают условия сохранения потока в сетевых узлах и в сети в целом; условия отсутствия перегрузки трактов передачи и сетевых узлов; условия реализации многопутевой стратегии маршрутизации; энергетические ограничения на мощность передающих устройств маршрутизаторов и др. Важное место в моделях многопутевой маршрутизации в Ad Hoc сетях должны занимать условия обеспечения гарантий качества обслуживания одновременно по нескольким показателям QoS, т.к. современный трафик мультимедийный. Подобные условия выступают в качестве ограничений при формулировке и решении возникающей на выходе той или иной математической модели многопутевой маршрутизации оптимизационной задачи.

С этой целью потоковые модели многопутевой маршрутизации, адаптированные под условия функционирования Ad Hoc сетей, дополнены ограничениями на поддерживаемые показатели качества обслуживания. Получить искомые ограничения в аналитическом виде удалось путем приведения математической модели Ad Hoc сети к тензорному виду. Тензорная интерпретация математического описания сети основывалась на геометризации ее предполагаемой структуры с введением пространства Римана и систем координат ветвей сети, контуров и узловых пар, что позволило определить вариантность основных функциональных параметров сети, характеристик трафика и поддерживаемых показателей QoS.

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ КОНВЕРГЕНТНЫХ БЕСПРОВОДНЫХ MESH СЕТЕЙ

Чайковский Ю. А., Кравчук С.А., к.т.н., доц.
Национальный технический университет Украины “КПИ”
e-mail: sakravchuk@ukr.net

The basic questions of construction converging wireless MESH networks

The report takes up the basic questions of construction of the wireless mesh networks.

Беспроводные сети типа WMN (Wireless Mesh Networks) являются логическим продолжением построения сетей на основе Wi Fi, WiMax и 3G. Соответствуя основной стратегии развития телекоммуникаций – конвергенции, сеть WMN призвана объединить беспроводные сети построенные на разных технологиях в единую инфраструктуру [1].

Доклад освещает основные вопросы построения сети WMN. Для классификации используется модель OSI (Open System Interconnection).

Физический уровень – доступные на сегодняшний день технологии (разновидности CDMA, OFDM, UWB) не могут обеспечить необходимую пропускную способность [2]. Для роуминга (хендовера) между сетями необходимы новые технические решения на базе программируемых радио платформ.

Канальный уровень. Необходимо выполнение требований: соединения типа многоточка-многоточка с использованием различных технологий, обеспечение хендовера в сети WMN. Основными направлениями по решению задачи являются: использование нескольких радиоинтерфейсов, усовершенствование MAC (Medium Access Control) существующих технологий, создание управляющего (концентрирующего) MAC для реализации функции конвергенции сетей.

Сетевой уровень. Проблема выбора оптимального пути передачи в сети mesh. В докладе показаны этапы и результаты наработок в этой области, а так же выявлены наиболее перспективное направление дальнейших исследований – использование измерения качества канала на основе заданных метрик. Модификации ETX (Expected Transmission Count) показывают наилучшие результаты для беспроводной мобильной mesh среды [3].

Транспортный уровень. Существующий протокол TCP не является эффективным в беспроводной сети WMN [4]. Рассматриваются следующие варианты решения проблемы: создание нового протокола, корректировка существующего, создание виртуального шлюза.

Уровень приложений. Тенденция развития открытых протоколов ведет к тому, что в будущем уровень приложений будет управлять множеством параметров соединения. А это сбор и обработка большого массива данных. Безопасность и управление сетью WMN так же загрузит уровень приложений.

Таким образом, проведен обзор проблематики построения сетей WMN. Выявлены основные направления для дальнейших исследований.

Литература

1. Кравчук С.А. Создание многопролетных полnodоступных узловых беспроводных сетей в системах широкополосного радиодоступа // Труды 7-й международной научно-практической конференции СИЭТ «Современные информационные и электронные технологии», 22-26 мая 2006 г., Одесса, Украина. Том 1.- Одесса: Изда-во «ВМВ», 2006.- С. 189.
2. Vincent Chavoutier, Daniela Maniezzo, Claudio E. Palazzi, Mario Gerla. Multimedia over Wireless Mesh Networks: Results from a Real Testbed Evaluation // The Sixth Annual Mediterranean Ad Hoc Networking WorkShop, Corfu, Greece, June 12-15, 2007. - P. 56-62.
3. Can Emre Koksall, Member, IEEE, and Hari Balakrishnan, Member, IEEE. Quality-Aware Routing Metrics for Time-Varying Wireless Mesh Networks // IEEE journal on selected areas in communications, vol. 24, NO. 11, November 2006 – P. 1984-1994.
4. SCPS transparent transport layer gateway. Appendix B // National Aeronautics and Space Administration, 2005. Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology.

СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ В MESH СЕТЯХ ШИРОКОПОЛОСНОГО РАДИОДОСТУПА

Кравчук С.А., к.т.н., доц.

НТУУ «Киевский политехнический институт»

e-mail: sakravchuk@ukr.net

Reduction of Interference in the Broadband Radio Access Mesh Networks

The algorithm is represented, whose purpose is definition of the best retransmitter or of some retransmitters. These retransmitters at data transfer solve two problems: use of the best (with the minimal losses) ways of radiowaves propagation from a retransmitter to planned mobile terminal (MT) and minimization of an interference on target MT from the terminals which are not participating in direct relaying of the data.

Применение *mesh* архитектуры в сетях широкополосного радиодоступа является одним из ключевых методов увеличения пропускной способности и максимизации площади покрытия беспроводной сети [1]. При помощи ретрансляции, заложенной в *mesh*, абонентский мобильный терминал (MT) будет взаимодействовать с близко расположенным ретрансляционным терминалом (РТ), а не с удаленной базовой станцией (БС), что существенно улучшит энергетику радиолинии, по которой поступает информация на MT. Выбор наилучшего ретрансляционного маршрута и РТ является важным условием в достижении максимальной пропускной способности такой сети.

В настоящей работе представляется новый алгоритм, позволяющий определять один или множество ретрансляторов, которые при передаче данных оптимально решают две основные задачи: использование наилучшего (с минимальными потерями) пути распространения радиоволн от ретранслятора к намеченному MT и минимизация интерференции на терминалах, не участвующих в непосредственной ретрансляции данных на целевой MT. Множество известных алгоритмов по борьбе с интерференцией основаны на методах снижения передаваемой мощности

до минимального уровня, требуемого для достижения минимального отношения сигнал/шум на целевом МТ [2].

Согласно предлагаемому алгоритму вести передачу одновременно могут ряд фиксированных РТ с распределением передаваемой мощности согласно выражению

$$P_{PTj} = k_P \left((g_{t,j} / g_{v,j})^a / \sum_{i=1}^{N_{PT}} (g_{t,i} / g_{v,i})^{a+1} \right)^b,$$

где k_P – постоянная масштабирования по мощности; P_{PTj} – мощность передачи j -го РТ; $g_{t,j}$ – приведенный коэффициент передачи (КП) от РТ к целевому МТ, равный $\xi_{t,j} d_{t,j}^{-\gamma}$, где $k = 1, 2, \dots, N_{PT}$; γ – коэффициент потерь на распространение; $\xi_{t,j}$ – случайная величина, моделирующая многопутевые замирания; $d_{t,j}$ – расстояние от целевого МТ до РС $_j$; N_{PT} – количество фиксированных РТ, которые могут быть потенциальными кандидатами для установления через них пути передачи данных; a и b – адаптационные параметры, изучению, которых и посвящена данная работа. Исследования показали, что наименьшая вероятность перерыва связи будет при $a = 1/b$ и $b \in [0,1; 0,9]$; $g_{v,j} = \sum_{l \in S_j} g_{v,lj}$, где $g_{v,lj} = \zeta_{v,lj} d_{v,lj}^{-\gamma}$ – КП между подвергаемым интерференции l -м МТ и его источником помех РС $_j$; $d_{v,lj}$ – расстояние от РС $_j$ до подвергаемого интерференции l -го МТ; $\zeta_{v,lj}$ – случайная величина, которая моделирует замирания, вызванные затенением; S_j – множество приемников МТ, в которых каждая ФРС $_j$ будет вызывать интерференцию I_j .

В данной работе показано, что правильный учет расположения целевого МТ и терминалов, служащих источником помех, приводит к значительному снижению вероятности перерыва связи для всех МТ в сети (рис. 1).

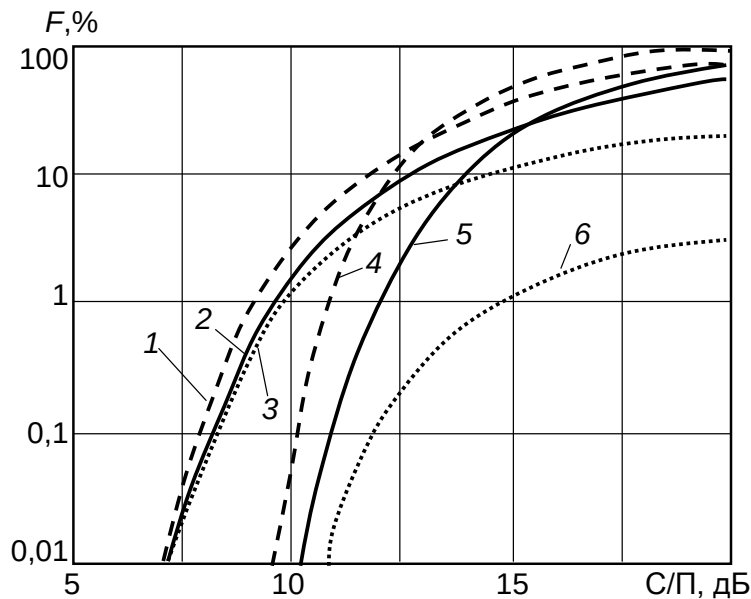


Рис. 1. Функция распределения вероятности F , описывающая вероятность прерывания связи для данного отношения сигнал/помеха C/P (защитного отношения) на МТ-х (подвергаемых помехам), для двух алгоритмов распределения передаваемой мощности между РТ (4, 5, 6 - предлагаемый и 1, 2, 3 - с выбором одной антенны передачи) при вероятности того, что МТ, подвергаемый интерференции, использует радиоканал для поддержания связи, %: 1, 4 – 100; 2, 5 – 65; 3, 6 – 10 ($a = 2$, $b = 0,5$ и $\gamma = 3,5$)

Литература

1. Чайковский Ю.А., Кравчук С.А. Беспроводные широкополосные MESH сети // Збірник тез науково-технічної конференції ПТ-07 «Проблеми телекомунікацій», 25-27 квітня, 2007 р., м. Київ.- К.: НТУУ «КПІ», 2007.- С. 58-59.
2. Zurbes S. Power control in simulcast digital cellular radio networks // Proc. of IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC), Helsinki, Finland, Sept. 1997, vol. 3.- 1997. - P. 887–891.

КАНАЛЬНАЯ ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ С УЧЕТОМ ВЕРОЯТНОСТИ ПРЕРЫВАНИЯ СВЯЗИ В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СОТОВОЙ СИСТЕМЕ С MIMO

Кравчук С.А., к.т.н., доц.
НТУУ «Киевский политехнический институт»
e-mail: sakravchuk@ukr.net

Outage Channel Capacity of the MIMO Distributed Cellular Systems

The purpose of paper is research of outage channel capacity of combined structure DAS and MIMO in conditions Rayleigh fading and log-normal distribution shading.

Распределенная антенная система DAS (Distributed Antenna System) обеспечивает микроразнесение для компенсации замираний и снижение расстояния доступа посредством распределения положения антенн на местности. Использование DAS дало возможность решить проблему равномерного радиопокрытия в микросотах внутри зданий и существенно улучшить энергетику радиолиний.

Другой важной технологией беспроводных систем является MIMO (Multiple Input Multiple Output), обладающая значительной ПС в условиях различных замираний на радиотрассе. Ее ПС пропорциональна минимальному числу передающих и приемных антенн.

Посредством комбинирования достоинств этих двух представленных технологий может быть получена новая структура построения беспроводной системы. Поэтому исследования ПС с учетом вероятности перерыва связи C_{out} такой новой структуры в условиях релеевских замираний и логарифмически нормального распределения затенений и является целью настоящей работы.

Для того чтобы использовать достоинства малых расстояний доступа в DAS, вводится схема управления мощностью, которая полную передаваемую мощность регулирует пропорционально к потерям на распространение к ближайшим передающим антеннам.

Рассмотрение C_{out} сосредоточено на прямом канале (от БС) однопользовательской сотовой системы с M передающими и N принимающими антеннами при использовании двух стратегий распределения мощности: равномерной и водонаполнения.

Канальная ПС определяется как наибольшая скорость, при которой информация может быть передана с произвольно низкой вероятностью ошибки. Это может быть представлено как случайная переменная, определяемая посредством специфической реализации канальной матрицы, которая будет изменяться в соответствии с положением приемника, значением SNR , M , N и т.д. Из существующих видов ПС в настоящей работе рассмотрена ПС с учетом вероятности $p_{out} = 10\%$ перерыва связи, т.е.

$$C_{out}(p_{out}) = \log_2[1 - SNR \lg(1 - p_{out})].$$

При моделировании принято, что приемник имеет информацию о состоянии канала CSI (Channel State Information). В зависимости от того знает ли CSI передатчик, будет выбираться и стратегия распределения мощности между антеннами. Так, если передатчик имеет CSI, то используется стратегия водонаполнения, а в противном случае – равномерного распределения.

Для стратегии равномерного распределения мощности между антеннами ПС согласно равна:

$$C_{out}^e = \log_2 \det \left[\mathbf{I}_N + \frac{\mathbf{P}}{MN_0} \mathbf{H} \mathbf{H}^H \right] = \sum_{i=1}^k \log_2 \left[1 + \lambda_i \frac{SNR}{M} \right],$$

где k – ранг матрицы канала (обычно равен минимальному числу антенн); λ_i – собственное значение матрицы $\mathbf{H} \mathbf{H}^H$, то есть величины, которые удовлетворяют уравнению $\mathbf{H} \mathbf{H}^H \mathbf{U} = \lambda \mathbf{U}$, где $\mathbf{U}$ – собственный вектор матрицы $\mathbf{H} \mathbf{H}^H$; $\mathbf{H}^H$ – обозначена эрмитово сопряженная матрица (комплексно сопряженная и транспонированная); $SNR = P / N_0$; $\mathbf{I}$ -

единичная матрица размерностью N .

При оптимальном распределении мощности согласно стратегии водонаполнения ПС может быть записана через

$$C_{out}^W = \sum_{i=1}^k \log_2 [1 + \lambda_i P_i],$$

где P_i - мощность сигнала, передаваемого по i -му каналу.

Здесь общая мощность P распределяется по отдельным каналам в соответствии с правилом $P_i = \max(\mu - 1/\lambda_i, 0)$, где константа μ подбирается таким образом, чтобы удовлетворить ограничение на общую мощность передатчика $\sum_{i=1}^N P_i = P$.

Результаты вычислений, представленные на рис. 1, показывают, что система с DAS+MIMO (кривые 1 и 3) имеет значение ПС больше чем традиционная система MIMO (кривые 2 и 4) при использовании стратегий распределения мощности между передающими антеннами: водонаполнения (кривые 1 и 2) и равного распределения (кривые 3 и 4). При этом $M = 4$, $N = 2$.

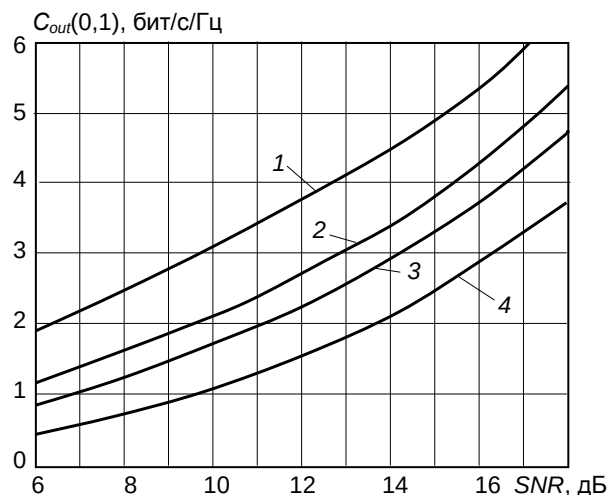


Рис. 1. Сравнение зависимостей приведенной ПС от отношения сигнал/шум для системы с DAS+MIMO и традиционной системы MIMO

ВЛИЯНИЕ ВЫБОРА ТОПОЛОГИИ РЕТРАНСЛЯЦИИ НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ БЕСПРОВОДНОЙ MESH СЕТИ НА ОСНОВЕ КООПЕРАТИВНОГО MIMO

Кравчук С.А., к.т.н., доц.
НТУУ «Киевский политехнический институт»
e-mail: sakravchuk@ukr.net

Influence of a Choice of Relaying Topology on Capacity of Wireless Mesh Networks with Cooperative MIMO

The purpose of the present paper is research of an relaying topology in mesh networks with one base station and set of fixed relaying stations (RS). Here three different topology of relaying are considered: serial, parallel and mixed. The capacity is defined for each case in the precondition of a network job in Rayleigh fading environment. Betweenness relation number RS and increase in system cost, and also use of cooperative MIMO technology for increase the capacity are considered.

Ретрансляция является одной из важнейших беспроводных технологий, которая может значительно увеличить скорость передачи информации в условиях постоянно изменяющейся обстановки беспроводного канала. Посредством выбора положения ретранслятора между источником и получателем, возможно улучшение передачи в отношении повышения скорости передачи и расширения площади покрытия.

Целью настоящей работы является исследование инфраструктуры ретрансляции в mesh сети с одной базовой станцией (БС) и множеством фиксированных ретрансляционных станций (РС). Здесь рассматриваются три разных топологии ретрансляции: последовательная, параллельная и смешанная. Скорость передачи определяется для каждого случая в предпосылке работы сети в условиях релеевских замираний. Рассматриваются соотношения между числом РС и увеличением

системной стоимости, а также использование технологии кооперативной ММО для увеличения пропускной способности (ПС).

В последовательной ретрансляции число РС, непосредственно участвующих в ретрансляции, растет в соответствии с увеличением количества пролетов. То есть, количество РС, участвующих в k -м состоянии, становится $k - 1$. При росте числа РС общая передаваемая мощность $(k-1)P_r + P_s$ увеличивается также (P_r и P_s – мощности ретранслятора и БС, соответственно). Увеличение передаваемой мощности является благоприятным для роста скорости передачи. Однако, недостаток увеличения общего количества пролетов N_{hop} ведет к снижению фактора масштабирования $1/N_{hop}$. Для случая k -го пролета ПС будет иметь вид

$$C_k^{ser} = \sum_{i=1}^{M_{sr}} \log_2 \left[1 + \lambda_i \left(\mathbf{S}^{(k)} \mathbf{G}^{(k)^2} \mathbf{S}^{(k)^H} \right) / N_0 \right], \quad (1)$$

где $\lambda_i(\mathbf{A})$ – i -е собственное значение матрицы $\mathbf{A}$;

$M_{sr} = \min(N_k, M_s + (k-1)M_r)$; M_r – количество передающих антенн на k -й РС; N_k – количество приемных антенн на станции k ; $\mathbf{S}^{(k)} \in \mathbf{G}^{(k)}$ – составные короткая и длительная каналные матрицы между k -ми передатчиками, для которых k -я РС принимает передачу, соответственно. Матрица $\mathbf{S}^{(k)}$ имеет размерность $N_r \times (M_s + (k-1)M_r)$ и может быть представлена в виде каскадного включения k канальных матриц $\mathbf{H}$, которое представляет замирания на коротком расстоянии для k передатчиков так, что $\mathbf{S}^{(k)} = \|\mathbf{H}_{0,k}^{(k)} \mathbf{H}_{1,k}^{(k)} \dots \mathbf{H}_{k-1,k}^{(k)}\|$. Матрица $\mathbf{G}^{(k)}$ имеет размерность $(M_s + (k-1)M_r) \times (M_s + (k-1)M_r)$ и является диагональной матрицей, описывающей влияние дальних замираний на мощность передачи.

Главным различием между параллельной и последовательной ретрансляцией является то, что для параллельной инфраструктуры число

пролетов фиксировано и равно 2 (индекс 0 – для БС и 1 – для РС) для любого количества РС. Так как число пролетов не является функцией количества РС, то параллельная ретрансляция не имеет такого же, как в случае последовательной ретрансляции компромисса между высокой мощностью передачи и малым масштабирующим фактором. Кроме того, в последовательной ретрансляции число приемных станций может быть одна и более, в зависимости от политики передачи. В параллельной ретрансляции, возможно, использовать все L РС или подмножество этих РС. В последующем анализе будет принято, что из L РС только определенное число РС с наилучшим каналом БС→РС будут участвовать в передаче к целевой приемной станции. Подмножество РС, которое участвует в передаче, будет обозначено через $\mathfrak{I}$.

В случае параллельной ретрансляции ПС может быть определена для фиксированного временного распределения:

$$2C_1^{par} = \log_2 \left[\min \left(\min_{l \in \mathfrak{I}} \Delta_{N_r}, \Delta_{N_d} \right) \right],$$

а для адаптивного временного распределения:

$$C_2^{par} = \min_{l \in \mathfrak{I}} \log_2(\Delta_{N_r}) \cdot \log_2(\Delta_{N_d}) / \left[\min_{l \in \mathfrak{I}} \log_2(\Delta_{N_r}) + \log_2(\Delta_{N_d}) \right],$$

где $\Delta_{N_r} = \det(\mathbf{I}_{N_r} + P_{sr} \mathbf{H}_{0,l}^{(1)} \mathbf{H}_{0,l}^{(1)H})$; $\Delta_{N_d} = \det(\mathbf{I}_{N_d} + \mathbf{N}^{(2)} \mathbf{G}^{(2)^2} \mathbf{N}^{(2)H} / N_0)$; $\mathbf{N}^{(2)}$ и $\mathbf{G}^{(2)}$ - те же матрицы, что и в (1), за исключением того факта, что отдельные компоненты включают в себя только те РС, которые относятся к множеству $\mathfrak{I}$; $P_{sr} = P_s g_{0,k}^2 / N_0 M_s$; $g_{s,d}$ - представляет объединенное влияние

потерь на распространение и затенение передаваемой мощности между передатчиком s и приемником d ; $\mathbf{I}_{N_r}$ - единичная матрица.

Результаты численного моделирования представлены на рис. 1, где в случаях кривых 2, 4 и 6 использовались терминалы с одной антенной, а в случаях кривых 1, 3 и 5 – на целевом приемнике использовано 2 антенны. Для параллельной ретрансляции расстояние между БС и РС составило 1 км для одноантенных терминалов и 1,8 км – для двухантенного целевого приемника.

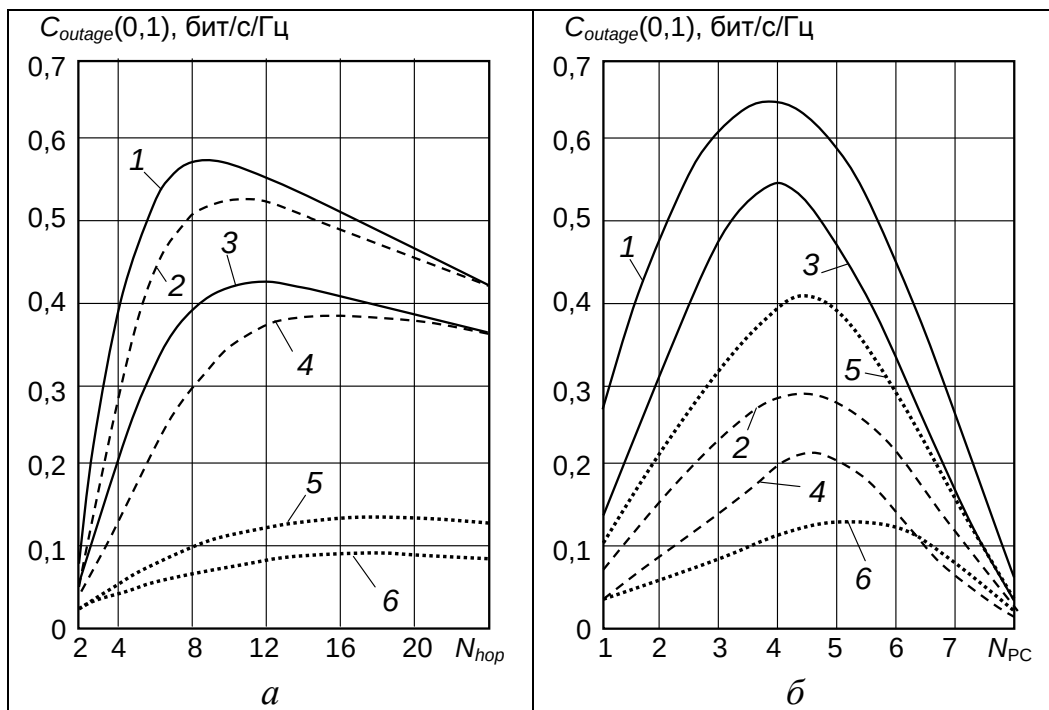


Рис. 1. ПС с учетом 10% прерывания связи для последовательной (а) и параллельной (б) ретрансляции от различного количества пролетов N_{hop} и РС N_{PC} : 1, 2 – кооперативное ММО и адаптивное временное распределение; 3, 4 - кооперативное ММО и фиксированное временное распределение; 5, 6 - традиционное ММО и фиксированное временное распределение

ОРГАНИЗАЦИЯ СЕТИ ДОСТУПА НА БАЗЕ ОБОРУДОВАНИЯ WiMAX

Кайденко Н.Н., Ивлев Ю.В.

НИИ Телекоммуникаций НТУУ «КПИ»

e-mail: kkk610@ukr.net, cr@ukr.net

ACCESS NETWORK ORGANIZATION BASED OF WiMAX EQUIPMENT

It's a scheme of access network organization for network provider with WiMAX equipment use. The fig. 1 presents scheme of access network what included with client part of provider network.

В последнее время всё большее количество компаний используют в качестве сети доступа (сеть предоставляющая клиенту доступ к сегменту сети провайдера) на основе систем беспроводного широкополосного радиодоступа (СШР). Для построения сети доступа требуется канал, обеспечивающий высокую пропускную способность, устойчивость и безопасность связи, а также поддержку виртуальных сетей по структуре точка-многоточка.

Наиболее оптимальным с точки зрения качества оборудованием СШР для предоставления канала связи является оборудование WiMAX, в данном случае оборудование стандарта IEEE 802.16-2004 [1]. Аргументами в пользу оборудования данного стандарта является высокая скорость разворачивания канала, возможность ограниченной мобильности клиентского терминала, обеспечение высокого уровня информационной безопасности канала благодаря использованию алгоритма 3DES и поддержке технологии виртуальных сетей (VLAN) на основе стандарта IEEE 802.1q [2].

Схема организации сети доступа, предложенная в докладе, обеспечивает защищённый «персональный» канал передачи данных между клиентом и сервером в модели клиент-сервер Интернет-провайдера. Ключевым аспектам в описанной модели является использование технологии VLAN, как средства «персонализации» (разграничения) каналов пользователей. Абонентская станция добавляет и снимает метки VLAN с передаваемой информации на клиентской стороне, а коммутатор 2/3 уровня установленный со стороны базовой станции выполняет ту же функцию и роутинг, но со стороны провайдера. Дополнительно в сети доступа устанавливается сервер управления системой, выполняющий функции мониторинга каналов и управления беспроводными станциями сегмента сети доступа. Он имеет выделенный доступ к глобальной сети передачи данных и резервный канал через коммутатор 2/3 уровня и сеть

обслуживаемого провайдера. Интерфейсы устройств сети доступа выделены в отдельную виртуальную сеть и используют адресное пространство, которое не применяется в локальных и глобальных сетях. Результатом организации сети по данной схеме является прозрачность сети доступа относительно клиентов и её устойчивость благодаря простоте решения и отсутствию избыточности в схеме построения. На рисунке 1 изображена схема организация описанной сети доступа в составе клиентского сегмента сети провайдера.

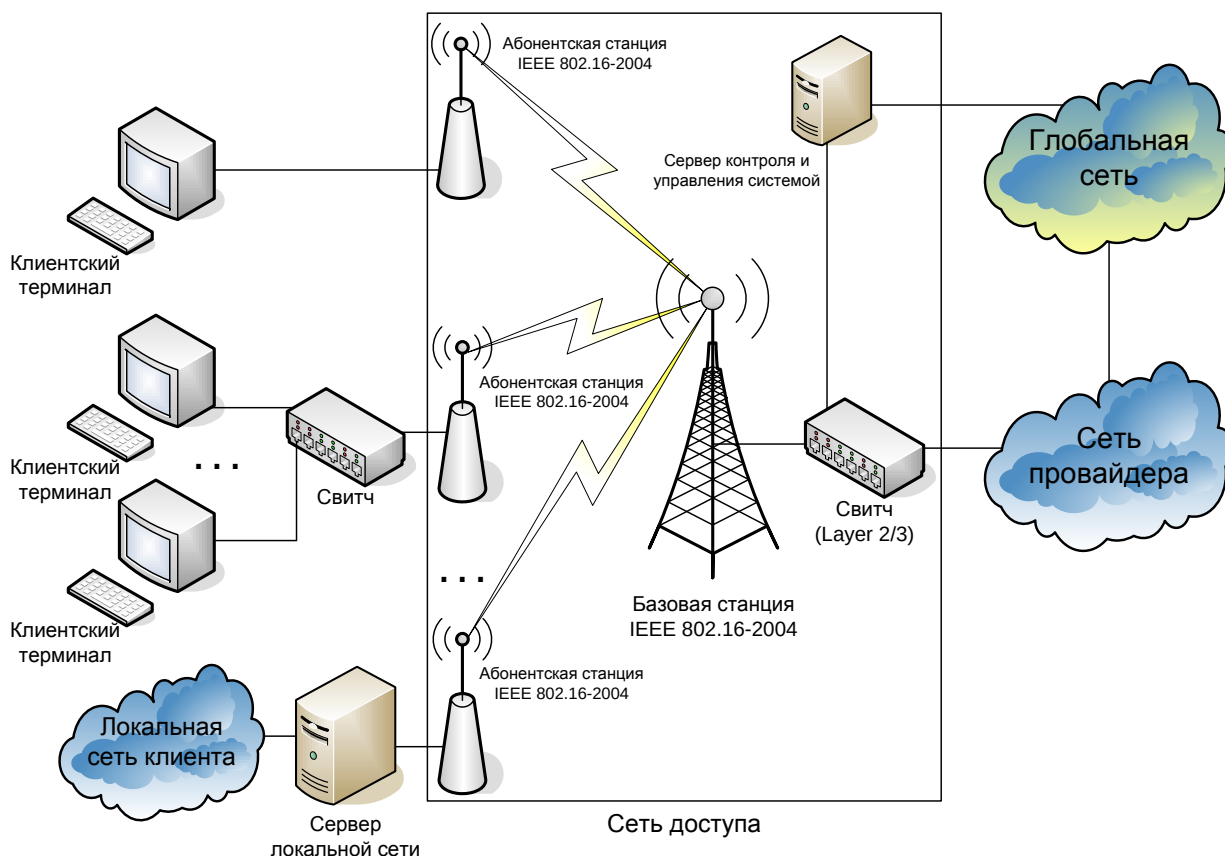


Рисунок 1 – Схема организации сети доступа с использованием оборудования стандарта IEEE 802.16-2004

Литература

1. IEEE Std IEEE 802.16™-2004 (Revision of IEEE Std IEEE 802.16-2001). IEEE Standard for Local and metropolitan area networks. Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems. – IEEE, 1 October 2004.
2. Бородинский А.А., А.Б. Гольдштейн, IMS и WIMAX: Перспективы сотрудничества// Журнал «Вестник связи», вып. 9, Москва 2007 г.

БАЗОВЫЙ РАСЧЁТ ЧАСТОТНОГО РЕСУРСА ДЛЯ СЕГМЕНТА СЕТИ WiMAX

Ивлев Ю.В., Кравчук С.А., к.т.н., доцент
НИИ Телекоммуникаций НТУУ «КПИ»
e-mail: cr@ukr.net

BASE CALCULATION OF FREQUENCY RESOURCE FOR WiMAX-NETWORK SEGMENT

It's a base calculation of frequency resource for WiMAX network. Calculation process divided on 2 parts. First part it is only theoretic calculation, in second part result of first part is corrected with technical descriptions and practical nuances. The fig. 1 presents illustration of calculation parts. The tab. 1 presents radiuses of area, that recommended for the networks of WiMAX IEEE 802.16-2004.

При построении беспроводной сети широкополосного доступа WiMAX одним из важных вопросов является радиочастотное планирование сети. Учитывая, что построение сетей WiMAX в Украине находится только на зачаточном этапе, то основной целью данной работы является получение оценки базового частотного ресурса, необходимого для более точного полномасштабного частотно-территориального планирования широкополосной сети на основе WiMAX.

Описываемая в работе методика определения частотного ресурса подразумевает 2 этапа своей реализации (рис. 1).

На первом этапе проводится первичный теоретический расчёт, при условии, что всю требуемую зону покрытия обслуживает одна базовая станция с неограниченным радиусом зоны покрытия. Расчёт пропускной способности для полноценного обеспечения доступа к требуемым клиентским сервисам проводится из расчёта приблизительной нагрузки исходя из среднестатистических потребностей пользователя.

На втором этапе полученный результат корректируются с учётом повторного использования частот исходя из количества базовых станций с учётом размера зоны оптимального покрытия. Размер зоны покрытия определяется исходя из характеристик оборудования и практических исследований при разворачивании тестового фрагмента сети (табл. 1).

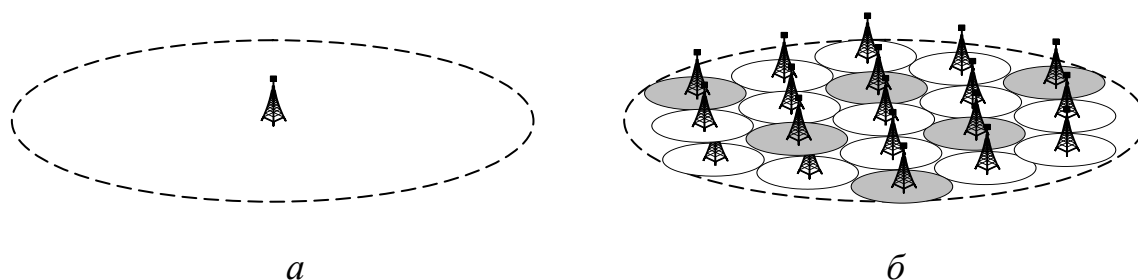


Рис. 1. Этапы расчета: *a* – первый оценочный; *б* – второй разделения на зоны

Таблица 1 - Радиусы зоны, что рекомендуются для сетей WiMAX IEEE 802.16-2004

Тип оборудования	Канальная скорость передачи данных, Мбит/с	Суммарное усиление радиолинии, дБ	Максимальный радиус зоны обслуживания, км		
			$K_f=0.9999$	$K_f=0.99999$	$K_f=0.999999$
Тип РЕЗ IEEE 802.16-2004	6	159	20,2	12,7	8,1
	11	157	18,4	11,7	7,4
	24	151	13,9	8,8	5,6
	54	142	9,2	5,8	3,7

Литература

1. IEEE Std IEEE 802.16™-2004 (Revision of IEEE Std IEEE 802.16-2001). IEEE Standard for Local and metropolitan area networks. Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems. – IEEE, 1 October 2004.
2. IEEE Std IEEE 802.16a-2003. IEEE Standard for Local and metropolitan area networks. Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems – Amendment 2: "Medium Access Control Modifications and Additional Physical Layer Specifications for 2–11 GHz". – IEEE, 1 April 2003.

ОСОБЕННОСТИ СИНХРОНИЗАЦИИ В СИСТЕМАХ ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА СТАНДАРТА IEEE 802.16-2004 (WiMAX) НА ФИЗИЧЕСКОМ УРОВНЕ (PHY)

Белаш А.В., Кайдено Н.Н.
НИИ Телекоммуникаций НТУУ «КПИ»
E-mail: kkk610@ukr.net

OFDM system, timing and frequency synchronization are crucial for the retrieval of information

In this paper, a timing metric is proposed for OFDM frame synchronization using an OFDM symbol with two identical parts in time domain as a preamble. This preamble is the same as the second symbol of the downlink preamble suggested for the OFDM mode in WMAN [4]. Later we show that this method can be extended to a preamble having four identical parts. Considering an ideal scenario, we show that the metric yields a sharp peak at the correct symbol boundary.

На физическом уровне стандарт IEEE 802.16 предусматривает три принципиально различных метода передачи данных: метод модуляции одной несущей SC (Single Carrier), метод модуляции посредством ортогональных несущих OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) и метод мультиплексирования (множественного доступа) посредством ортогональных несущих OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access).

Режим OFDM – это метод модуляции потока данных в одном частотном канале (шириной 1,25 МГц и более) с центральной частотой f_c . Деление же на каналы, как и в случае SC – частотное. При модуляции данных посредством ортогональных несущих в частотном канале выделяются N поднесущих так, что $f_k = f_c + kD_f$, где k – целое число из диапазона $[-N/2, N/2]$. Расстояние между ортогональными несущими $D_f = 1/T_b$, где T_b – длительность передачи данных в символе.

Помимо данных OFDM-символ включает защитный интервал длительностью T_g (Cyclic prefix) (рис. 1), так что общая длительность OFDM-символа $T_s = T_b + T_g$. Защитный интервал представляет собой копию окончного фрагмента символа. Его длительность T_g может составлять $1/4$, $1/8$, $1/16$ и $1/32$ от T_b . Каждая поднесущая модулируется

независимо посредством квадратурной амплитудной модуляции. Общий сигнал вычисляется методом обратного быстрого преобразования Фурье (ОБПФ).

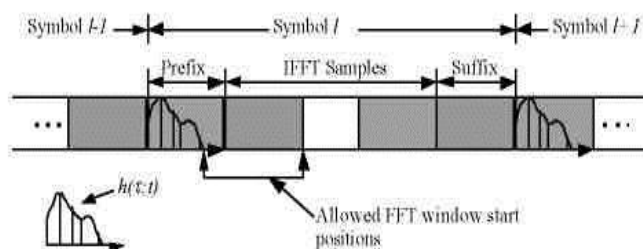


Рисунок 1 – Структура OFDM символа

Особенностью стандарта 802.16 является возможность работы в условиях не прямой видимости. Эффект многолучевой интерференции сигналов заключается в том, что в результате многократных отражений сигнала от естественных преград один и тот же сигнал может попадать в приемник различными путями. Но подобные пути распространения имеют и разные длины, а потому для различных путей распространения ослабление сигнала будет неодинаковым. Следовательно, в точке приема результирующий сигнал представляет собой суперпозицию (интерференцию) многих сигналов, имеющих различные амплитуды и смещенных относительно друг друга по времени, что эквивалентно сложению сигналов с разными фазами. Говоря о многолучевой интерференции, возникающей при передаче сигналов, различают два крайних случая:

- максимальная задержка между различными сигналами не превышает времени длительности одного символа и интерференция возникает в пределах одного передаваемого символа;

- максимальная задержка между различными сигналами больше длительности одного символа, а в результате интерференции складываются сигналы, представляющие разные символы, и возникает так называемая межсимвольная интерференция (Inter Symbol Interference, ISI).

Для решения выше изложенных проблем стандартом предусматриваются наличие в сигнале следующих элементов:

- Cyclic prefix/suffix (CP) – копия части передаваемого сигнала;
- пилот сигналы – расставленные в определенном порядке по OFDM символу.

CP является решающим элементом для борьбы с межсимвольной (ISI) и межканальной (ICI) интерференцией. Использование пилот сигналов возможно только после ОБПФ для точной подстройки фазы и частоты принимаемого сигнала, а также для коррекции амплитудно-частотной характеристики канала передачи.

Синхронизация может быть осуществлена как внутри OFDM символа, так и за его пределами. В общем случае синхронизацию можно разбить на три этапа:

1. Символьная синхронизация (во временной области).
2. Частотная синхронизация (во временной и частотной области).
3. Коррекция измеренных ошибок.

В настоящем сообщении приведены результаты анализа выбора оптимального метода синхронизации. Получены следующие выводы:

Синхронизацию необходимо выполнять в два прохода:

1. Грубая подстройка по времени и частоте до взятия ОБПФ.

Van de Beek предложил [1,2] использовать CP для временной синхронизации символа. Так как CP есть копия части самого сигнала, то он претерпит такие же изменения как и сам сигнал. Метод основан на нахождении максимума правдоподобия (ML), который будет определять временное смещение символа в следствии ISI и ICI.

$$\gamma(m) = \sum_{k=1}^{m+P-1} y(k)y^*(k+M) \quad (1)$$

$$\theta(m) = \frac{1}{2} \sum_{k=M}^{m+P-1} |y(k)|^2 + |y(k+N)|^2 \quad (2)$$

Из вычисленных функций получаем выражение для измерения временного и частотно смещения:

$$\{\delta_t(\theta_t, \varepsilon_t)\}, \hat{\theta}_{ML} = \arg \max_{\delta} \{\delta_t(\theta_t, \varepsilon_t)\}, \hat{\varepsilon}_{ML} = \angle \left\{ \hat{\chi}_{\theta_{ML}} \right\} \quad (3)$$

Полученный алгоритм является простым в использовании и позволяет легко перейти из временной области в частотную.

$$\hat{\lambda}_p(\theta) = \left| \operatorname{re}\{ \lambda \} + im\{ \lambda \} \right|, \quad \tilde{y}(k) = y(k)e^{j2\pi k/N} \quad (4)$$

Для частотной коррекции необходим цифровой генератор комплексного гармонического сигнала.

2. Точная подстройка по частоте и фазе с коррекцией временных отсчетов после взятия ОБПФ.

Точная подстройка основана на использовании пилот сигналов, расположение и параметры которых заранее известны. После селекции пилот сигналов находится фазовая ошибка которая складывается в блок.

$$\varphi_n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} \left[\frac{\operatorname{Im}\{ \tilde{y}_n(k) \tilde{y}_n^*(k) \}}{\operatorname{Re}\{ \tilde{y}_n(k) \tilde{y}_n^*(k) \}} \right], \quad (5)$$

Впоследствии фазовая ошибка приводится до частотной

$$\varepsilon_m = \frac{\varphi_m}{2\pi(1+G/N)} \quad (6)$$

Полученные результаты моделирования показывают, что выбранные методы несмотря на свою простоту в комплексе показывают хорошие результаты (рис.2,3).

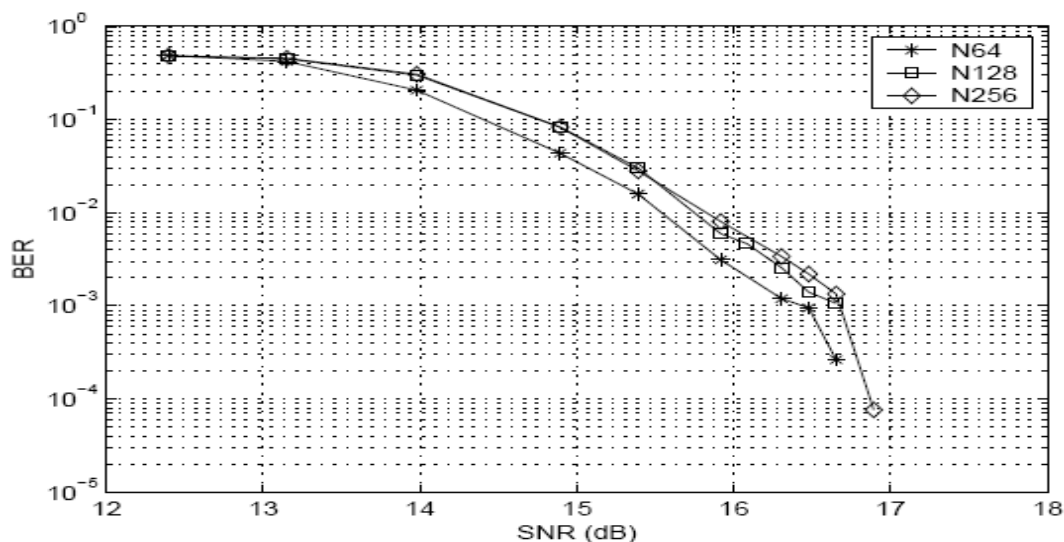


Рисунок 2 – Вероятность ошибки для канала с равномерным замиранием при размерности ОБПФ N=64,128,256

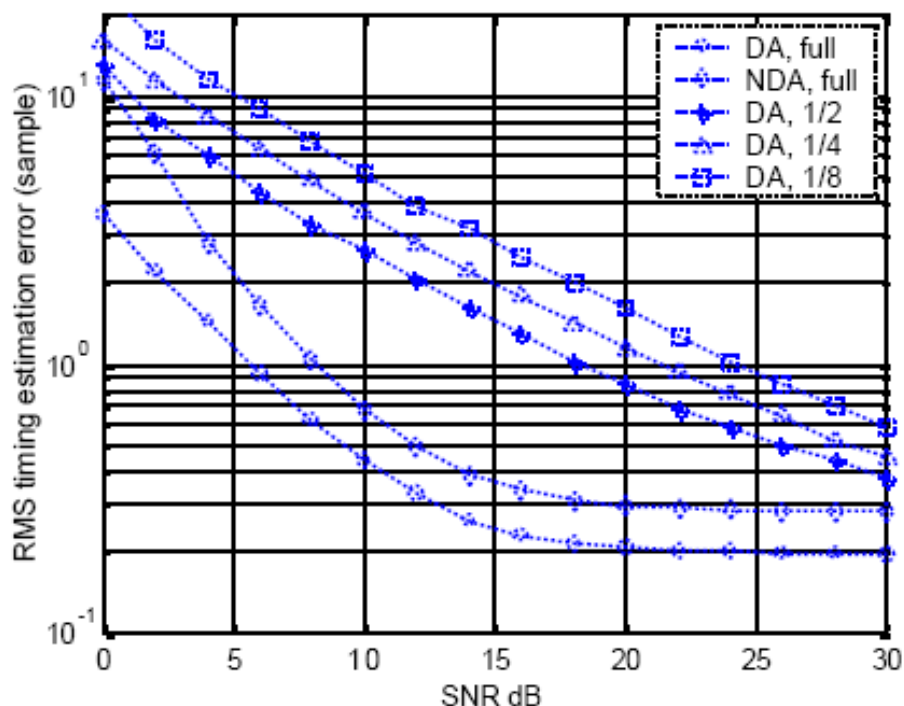


Рисунок 3 – RMS ошибки коррекции временной дискретизации для TU канала

Литература

1. J.-J. van de Beek, M. Sandell, and P. O. Borjesson, "ML estimation of timing and frequency offset in multicarrier systems," Tech. Rep. TULEA 1996:09, Lulea University of Technology, Division of Signal Processing, Lulea, Sweden, April 1996.
2. J.-J. van de Beek, M. Sandell, M. Isaksson, and P. O. Borjesson, "Low-complex frame synchronization in OFDM systems," in Proceedings of IEEE International Conference on Universal Personal Communication (ICUPC '95), pp. 982–986, Tokyo, Japan, November 1995.
3. T. Haiyun, K. Lau, and R. Brodersen, "Synchronization schemes for packet OFDM system," in Proceedings of IEEE International Conference on Communications (ICC '03), vol. 5, pp. 3346–3350, Anchorage, Alaska, USA, May 2003.
4. Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems, IEEE Std. 802.16, 2004.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ IP-ПРОТОКОЛА В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ WiMAX

Томара М.Я.

*Донецкий национальный технический университет, факультет
компьютерных и информационных технологий и автоматики
e-mail: m_tomara@mail.ru*

Technical Features of IP Services in WiMAX Wireless Broadband Network

Over the last years wireless network using broadband access with packet switching have shown significant increase in rates of access and deep convergence between mobile user terminals and fixed access points also able to communicate with wired Internet technology. One of the most promising projects in this domain is IP-based WiMAX (IEEE 802.16) network standard, the first non-cellular 3G standard, which, according to experts, will be allow the transition to 4G technology in the future. Certain specific features of communication in the context of network convergence including mixed-technology connection schemes are realized in the IMS (IP Multimedia Subsystem) project developed by 3GPP. This article deals with the issue of IMS frameworks use in WiMAX networks.

Последнее десятилетие отмечено взрывным развитием беспроводных телекоммуникационных технологий, использующих пакетную коммутацию, широкополосные каналы связи, цифровые методы обработки и передачи информации. Разработка японской компанией «NTT DoCoMo» в 2001 году беспроводных сетей на основе технологии WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) стала началом существования третьего поколения беспроводных телекоммуникаций 3G.

Комитет 3GPP (3rd Generation Partnership Project) является одним из участников разработки проекта NGN, призванного объединить проводные, фиксированные беспроводные и мобильные сетевые технологии общий стандарт. Ведущие специалисты сходятся в том, что NGN будет представлять собой гибкую интегрированную сеть, построенную на использовании пакетной коммутации и IP-протокола. Одной из экспериментальных моделей будущей сети NGN является технология 21CN (BT's 21st Century Network).

Таким образом, проблема организации поддержки IP-протокола в современных беспроводных телекоммуникационных сетях весьма актуальна и находится в процессе решения.

Целью данного доклада является рассмотрение проблемы использования технологических решений IMS в сетях широкополосного

беспроводного доступа стандарта WiMAX, взаимодействия этих сетей с существующими беспроводными телекоммуникационными технологиями поколения 3G и проводными сетями в рамках организации доступа в Интернет, а также построения NGN и перехода к поколению 4G.

В последние годы вопрос организации беспроводного доступа в Интернет является одной из ключевых задач в сфере телекоммуникационных технологий. Проблема «последней мили» в радиосетях стоит не менее остро, чем в проводных сетях, по причине высокого уровня помех в городских условиях и значительной освоенностью частотного ресурса.

Пользовательские радиосети на основе кодового разделения обладают высокой помехоустойчивостью и значительным ресурсом радиоканалов. Дальнейшее развитие этого стандарта включает интеграцию мобильных и фиксированных беспроводных сетей, в связи с чем разрабатывается новая технология WiMax (стандарт IEEE 802.16), призванная заменить Wi-Fi, которая использует нелицензированные полосы частот. Ожидается, что в 2008 году WiMax будет окончательно интегрирован в 3G. При этом, по мнению многих специалистов, WiMax будет доминирующей сетевой технологией в третьем поколении и основой для построения 4G.

В процессе перехода к NGN и 4G происходит интенсивное внедрение протокола IP в беспроводные сети. Одним из стандартов такого рода является IMS (IP Multimedia Sub-system), интеграцию которого с существующими сетевыми стандартами еще предстоит завершить. Использование IMS в сетях WiMAX является перспективным направлением в разработке и построении конвергированных сетей NGN.

Литература

1. М. Е. Ильченко, С. Г. Бунин, А. П. Войтер. Сотовые радиосети с коммутацией пакетов. Киев «Наукова думка» 2003.
2. Roger Darlington. A brief guide to new technologies and new networks in telecommunications. November 16, 2005.
<http://www.rogerdarlington.co.uk/telenetworks.html>.
3. Linda K. Moore. Wireless Technology and Spectrum Demand: Advanced Wireless Services. April 2, 2007. <http://digital.library.unt.edu/govdocs/crs/permalink/meta-crs-8279:1>.
4. ИКС Навигатор: каталог услуг и продуктов отрасли ИКТ.
<http://www.iksnavigator.ru/index.html>.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЦПОС В ДЕТЕКТОРАХ ПРИЕМНИКОВ СТАНДАРТА 802.16E ДЛЯ КАНАЛОВ MIMO

Черников В.А.

НИИ Телекоммуникаций НТУУ «КПИ»

e-mail: vchernikov@ukr.net

Efficiency of DSP use in MIMO detectors of 802.16e receivers

It's an investigation into ability of DSP to address MIMO detectors computational tasks. Current schemes of detectors are considered and requirements to a DSP architecture are formed.

Одной из целей развития технологии WiMAX, описываемой стандартом IEEE 802.16e, является создание носимых абонентских терминалов, которые смогли бы поддерживать технологию разнесенного приема и передачи сигналов (MIMO) с целью повышения пропускной способности радиоканалов.

Как известно, применение цифровых процессоров обработки сигналов (ЦПОС) в узлах и блоках мобильных терминалов, по-сравнению с жесткими аппаратными решениями, обеспечивает более низкое энергопотребление, меньшую площадь кристаллов микросхем, гораздо большую гибкость и адаптируемость к возможным изменениям стандарта, алгоритмов и программного обеспечения.

Однако, для ряда алгоритмов и вычислительных задач обработки сигналов существенным ограничением ЦПОС остается их более низкая производительность связанная с ограниченной тактовой частотой в соответствующих вычислительных блоках процессора. В данной работе исследуется возможность применения типовых ЦПОС-платформ в детекторах приемников абонентских станций.

В настоящее время находят применение следующие основные схемы детекторов:

- STC декодер для конфигурации MIMO 2x1 и MIMO 2x2;
- ZF (zero-forcing) или MMSE детектор для конфигурации MIMO 2x2;

- сферический детектор для конфигурации MIMO 2x2 и выше.

Основными действиями алгоритма STC декодера являются регулярные последовательности комплексных умножений и сложений. Чтобы адресовать огромное количество подобных вычислений, архитектура применяемых ЦПОС предусматривает от 4 до 8 16-разрядных умножителей и полосу пропускания шины данных до 512-бит.

ZF и MMSE детекторы требуют выполнить факторизацию комплексной канальной матрицы, соответственно ЦПОС, кроме способности выполнять интенсивные комплексные вычисления, должен обладать гибким механизмом доступа к памяти, чтобы быстро и эффективно снабжать вычислитель разнородными данными, требуемыми для работы алгоритмов. Сферический детектор является поисковым алгоритмом, результатами которого является субоптимальное решение по критерию максимума правдоподобия. Имплементация сферического детектора является наибольшим вызовом для ЦПОС. Последний должен обладать высокой пропускной способностью при вычислении условных (if-else) выражений, что является противоречием для современных высокоскоростных процессоров с длинными конвейерами.

В данной работе выработаны требования к архитектуре ЦПОС для эффективного применения в детекторах MIMO и указаны современные платформы, способные решать подобные задачи.

Показано, что для типового профиля с параметрами - MIMO 2x2, полоса канала 10 MHz (БПФ-1024), тип модуляции – КАМ-64, режим DL-PUSC, 3 подканала/символ, 34 символа/кадр, 200 кадров/сек – типовой ЦПОС с 4-мя умножителями и полосой пропускания 256-бит потребует до 300 МГц тактовой частоты.

Литература

1. SEQUANS Communications White Paper: MIMO Techniques for Mobile WiMAX Systems.
2. Efficient Detection Algorithms for MIMO Channels: A Geometrical Approach to Approximate ML Detection. H. Artés, D. Seethaler, F. Hlawatsch. IEEE TRANSACTIONS ON SIGNAL PROCESSING, VOL. 51, NO. 11, NOVEMBER 2003.

УПРАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ПОТОКАМИ В СЕТЯХ СТАНДАРТА 802.11

Долгопольский А.С.
ДонНТУ, факультет КИТА
e-mail: lexpolskij@mail.ru

Information management in nets of 802.11 standard

In this work one of the approaches of network resource allocation's improvement of cordless communication systems is represented, in particular, approach of bandwidth control of communication channels. There is also the forecasting approach of latencies, which appear at packet forwarding on channel from transmitter to receiver.

Модернизация систем связи идет вперед, порой это происходит настолько быстро, что граница между техническими достижениями становится несколько размытой. Объемы информации, особенно мультимедиа, растут большими темпами, и требования к качеству обмена ею возрастают не с меньшей интенсивностью. Новая версия беспроводного стандарта 802.11n предоставляет пользователям скорость передачи 300Мб/с. Эта пропускная способность является максимальной, которую может предоставить точка доступа (AP – Access Point), и она делится между всеми пользователями, подключенными к этой AP. Причем делится отнюдь не равномерно. В таких условиях большим плюсом является пакетная технология передачи. Управление пропускной способностью каналов требует точного математического обоснования. Благодаря использованию адекватных методов, мы можем говорить о более точном прогнозировании сетевого трафика.

Целью работы является рассмотрение возможности прогнозирования пропускной способности каналов стандарта 802.11 для увеличения качества передачи данных.

Последние исследования свидетельствуют о неадекватности оценки агрегированного сетевого трафика как простейшего потока (Пуассоновского), который не обладает памятью [1]. Вместо этого предлагается использовать самоподобные процессы для описания и прогноза сетевого трафика.

Как показали эксперименты, в сетях беспроводного доступа 802.11 самоподобные свойства проявляются в трафике, как на канальном, так и на

транспортном уровнях [2]. В соответствии с алгоритмом работы стека ТСР/IP пропускная способность со стороны источника в фазе медленного старта определяется текущим окном перегрузки, равным числу разрешенных к передаче пакетов до прихода пакетов подтверждения. Важным фактором, влияющим на пропускную способность, являются временные задержки вдоль маршрута прохождения пакетов. Чтобы избежать простоев из-за ожидания потерянных или задержавшихся пакетов вводится пороговое значение RTT-задержки. При превышении RTT-задержкой порога пакеты считаются потерянными. Величина порога определяется с помощью адаптивного алгоритма ТСР/IP протокола, порядок работы которого включает следующие операции. Измеряется ряд значений RTT-задержки, полученные значения усредняются с весовыми коэффициентами, возрастающими от предыдущего измерения к последующему, а затем полученный результат умножается на некоторый коэффициент.

В результате получена формула для оценки прогноза RTT-задержки [1]

$$\hat{T}_{n+1} = r_H (1; \Delta) [T_n - (T_0 + \Delta T_{cp})] + T_0 + \Delta T_{cp},$$

где r_H - коэффициент корреляции;

T_i - интервал времени между моментами отправки пакета в направлении приемника и получения пакета подтверждения;

$$\Delta = T_0 + \Delta T_{cp};$$

ΔT_{cp} - среднее приращение задержки.

Следует отметить, что данные прогноза не обеспечивают полной гарантии предотвращения перегрузки. Задача заключается в минимизации ошибок прогноза.

В работе рассмотрен один из подходов по управлению пропускной способностью методом прогнозирования RTT-задержки, которая возникает между фазой пересылки пакетов от источника к приемнику и фазой отправки пакета подтверждения приемника. Получая такие данные по прогнозу можно заметно улучшить использование всех сетевых ресурсов.

Литература

1. Городецкий А.Я., Заборовский В.С. Информатика. Фрактальные процессы в компьютерных сетях. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000.
2. Структура телетрафика и алгоритм обеспечения качества обслуживания при влиянии эффекта самоподобия. Диссертация, Петров В.В., Москва, 2004.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ У БЕЗПРОВІДНИХ МЕРЕЖАХ IEEE 802.11b

Климаш М.М. д.т.н., доц., **Добуш Ю.Д., Мохаммад Самур**
Національний університет «Львівська політехніка»
e-mail: mklimash@polynet.lviv.ua

The Experimental Investigations for IEEE 802.11b Wireless Networks Bandwidth Capacity

Results in IEEE 802.11b wireless networks bandwidth capacity experimental investigations are given. A conclusion made, that calculations by existent idealized models are inadequate to real experiments results, obtained with radio networks measurements.

За останні роки безпроводні мережі Radio Ethernet на основі стандарту IEEE 802.11b отримали широке розповсюдження для організації локальних мереж і підключення до Internet. В порівнянні з традиційними кабельними рішеннями, технологія безпроводних мереж ще достатньо молода (стандарт був прийнятий в 1999 році), проте побоюватися того, що такі безпроводні рішення надалі витіснять кабельні мережі, не варто. Безпроводні рішення навряд чи можуть розглядатися як альтернатива традиційним кабельним мережам Ethernet. Швидше, безпроводні мережі займуть власну нішу в мережній інфраструктурі, не конкуруючи, а доповнюючи кабельні системи, існуючи паралельно і спільно з ними [1]. При цьому важливу роль починають відігравати кількісні показники функціонування мережних адаптерів.

Дослідженню якості роботи бездротових технологій присвячено чимало наукової літератури, варто виділити [2]. Автори поставили за мету перевірити справедливність аналітичних оцінок, які наведені у праці [2] з використанням сучасного апаратного обладнання – бездротових мережних адаптерів та точок доступу у різних режимах роботи.

Точки доступу відбиралися за принципом їх орієнтації на невелику локальну безпроводну мережу класу SOHO з радіусом дії до 80 м в закритому приміщенні і 300 м на відкритому просторі. Крім того, всі точки доступу, так само як і мережні адаптери, повинні були бути сумісні з протоколом IEEE 802.11b. У якості генератора мережного трафіку використовували утиліту Iometer 99.10.20 компанії Intel.

Тестування проходило в два етапи.

На першому етапі розглядався режим функціонування 802.11 Ad Hoc, при якому всі станції взаємодіяли один з одним безпосередньо, тобто без участі точки доступу. У цьому режимі досліджувалася максимальна пропускна спроможність безпроводного мережного адаптера як на прийом, так і на передачу.

На другому етапі дослідження розглядався режим взаємодії Infrastructure, коли всі вузли безпроводної мережі взаємодіяли з базовою точкою доступу. Сама ж точка доступу служила мостом між безпроводною мережею і зовнішньою мережею Ethernet і підключалася до сегменту зовнішньої кабельної мережі. Зовнішня мережа складалася всього з одного комп'ютера, що виконував роль сервера.

У обох режимах створювалися умови для досягнення максимально можливого мережного трафіку. Для цього розмір запиту встановлювався рівним 64 Кбайт, всі запити носили 100% послідовний характер, а час затримки між запитами встановлювався рівним нулю. Вимірюваним параметром був мережний трафік, що проходить через мережний адаптер.

Кінцевий результат визначався у вигляді залежності показників мережного трафіку від кількості вузлів в мережі в режимі прийому і передачі, що дуже зручно для порівняння пропускних характеристик адаптерів і точок доступу, але є неприйнятним для розрахунку показника якості.

Було виявлено, що експериментальні залежності суттєво відрізняються від аналогічних згідно [2]. Автори [2] застосували створені ними моделі для ідеалізованих умов передавання і вони є придатними лише для якісного опису реальних процесів у бездротових мережах. Зокрема, залишаючи поза увагою розмірність отриманих та представлених значень, можна сказати, що для випадку передавання «вгору» швидкість передавання до точки доступу доволі сильно варіюється, а виміряні залежності для мережі Ad Hoc та мережі з базовою точкою доступу відповідають результатам моделювання [2] з точністю до навпаки, тобто відповідні моделі вимагають доопрацювання.

Література

1. Сергей Пахомов, Сергей Самохин // КомпьютерПресс 7'2002
<http://www.aspect.vyatka.ru/test/radioethernet/sx/gouid/255698.html>.
2. Вишневский В.М., Ляхов А.И., Портной С.Л., Шахнович И.В. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. – М.: Техносфера, 2005. – 592 с.

ТЕХНОЛОГИЯ CAMEL – ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ НОВЫХ УСЛУГ В СЕТИ СТАНДАРТА GSM

Михайленко А.С.

Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»

e-mail: anna.mihailenko@gmail.com

One of the biggest enhancements in GSM phase 2+ is the mobile network integration with intelligent network (IN). Customised Application for Mobile network Enhanced Logic (CAMEL) is a GSM 2+ feature that makes world wide support of Operator Specific Services (OSS) possible. CAMEL is not a service, but a feature to create services.

Стандарт GSM является первым цифровым стандартом мобильной связи, который получил широкое распространение во всем мире. Одной из ключевых характеристик GSM сетей – это возможность роуминга для абонентов – свободно перемещаться и быть в зоне досягаемости, используя один и тот же номер. Большинство телекоммуникационных компаний мира рассматривают вопросы глобализации доступа к дополнительным услугам связи и интеграции сетей.

Постоянный рост абонентской базы и быстрое развитие технологий привели к насыщению рынка услуг мобильной связи. В такой ситуации операторам связи стало просто необходимо вводить новые услуги для своевременного удовлетворения растущих потребностей пользователей. В ответ на требования рынка ETSI включил в спецификации GSM Phase II+ технологию поддержки интеллектуальной сети IN (Intelligent Network).

На начальном этапе многими производителями телекоммуникационного оборудования были созданы свои решения для мобильной интеллектуальной сети на основе протокола INAP (Intelligent Network Application Protocol) - прикладной протокол интеллектуальной сети.

Особенность интеллектуальной сети IN - **Intelligent Network (интеллектуальная сеть, интеллектуальная платформа)** была в том, что логика предоставления сервисов была вынесена за пределы коммутатора. Так появилась возможность внедрять новые сервисы и улучшать старые, не трогая коммутационное оборудование.

Если Вам довелось быть пользователем сервиса предоплаченной связи (prepaid) и ездить за границу покрытия GSM-сети вашего оператора, то вы могли столкнуться с тем, что совершать исходящие звонки было невозможно. И лишь сравнительно недавно GSM-операторы стали предоставлять prepaid абонентам в роуминге все те же услуги, что и контрактным.

У prepaid абонентов не работают исходящие звонки в роуминге потому, что коммутатор визитной сети не знает о том, что нужно связываться с IN (для биллинга).

Причина в том, что до определенного момента стэк протоколов сети GSM не предоставлял визитному MSC (коммутатор) возможности извлечь эту информацию из HLR (домашний регистр – база данных о мобильных абонентах) и сохранить в своем VLR (визитный регистр – хранит данные из HLR), и кроме того - у IN платформ не было глобальных адресов, по которым визитный MSC мог связаться с домашним IN.

Получается, что prepaid-пользователи не могли осуществить исходящий звонок так же, как в домашней сети - с тарификацией в режиме реального времени и контролем остатка денег на счету.

Ряд операторов реализовывал у себя функцию под названием USSD callback (перезвон IN платформы). USSD (Unstructured Supplementary Service Data) - данные неструктурированных дополнительных услуг.

Она позволяла prepaid абоненту А, находящемуся в роуминге, обратиться в домашнюю сеть к IN (отсылая короткое сообщение с номером

В), которая в свою очередь могла инициировать звонок указанному абоненту В, потом инициировать звонок абоненту А, а потом объединить звонки (IN->А) и (IN->В) в конференцию.

Но это решение всегда рассматривалось, как временное.

Название решения данной проблемы и следующего этап развития технологии мобильной интеллектуальной сети есть CAMEL.

CAMEL (Customized Application for Mobile network Enhanced Logic) - приложение для расширенной логики сетей мобильной связи, позволяющий реализовывать услуги интеллектуальной сети. Данные разработки позволяют быстро внедрять дополнительные услуги в сетях GSM, обеспечивать безопасность их выполнения. Но самая главная особенность концепции CAMEL – это возможность для абонентов пользоваться уникальными сервисами оператора в других сетях. Кроме того, услуги интеллектуальной сети позволяют на базе GSM-услуг осуществить переход к системам персональной связи, как того требуют стандарты мобильной связи 3-го поколения — UMTS и IMT-2000.

Литература

1. ETSI: “European digital cellular telecommunications system, Global System for Mobile communications (GSM)” ETR 099 October 1993.
2. ETSI TC-SMG. Digital cellular telecommunication system (Phase 2+); CAMEL. GSM Recommendation 03.78; Version 0.9.0, July 1996.
3. А.В.Росляков “Общеканальная система сигнализации №7” М: Экотрендз, 1999. – 176 с.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПЛАНОВОГО ЛОКАЛЬНОГО КРАТКОВРЕМЕННОГО РОСТА НАГРУЗКИ В СИСТЕМЕ GSM ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОНАПРАВЛЕННЫХ СОТ

Пилипчук А.Г., Кравчук С.А., к.т.н., доц.
НТУУ “Киевский политехнический институт”
e-mail: sakravchuk@ukr.net

The decision of problems of scheduled local short-term growth of loading in GSM by use codirectional cells

For today even superfluous capacity GSM sometimes does not suffice in days of short-term local overloads. As an example - football matches, large fairs, exhibitions. And during a rigid competition in the market of mobile communication, good job of a network on similar actions is very important for image of operators. From here in the given report the method of the decision of preparation of a network to local local overloads is offered.

На сегодняшний день сети операторов мобильной связи практически построены и имеют необходимую емкость, даже для сильных сезонных перегрузок, таких как новый год по всей стране, летние перегрузки на южном берегу Крыма, зимние – в Карпатах. Но все же, даже избыточной емкости иногда не хватает – во времена кратковременных местных перегрузок. Как пример – футбольные матчи, крупные ярмарки, выставки. И в период жесткой конкуренции на рынке мобильной связи, хорошая работа сети на подобных мероприятиях очень важна для имиджа операторов. Отсюда возникает актуальная проблема – как подготовить сеть к местным локальным перегрузкам?

Как пример – Сорочинская ярмарка, которая проводится раз в год, в одном и том же месте. В обычное время для обслуживания Сорочинцев (без ярмарки) хватает 3-х передатчиков базовой станции (БС) сети GSM. Нагрузка составляет 60 Эрл в сутки и 5 Эрл в час наибольшей нагрузки (ЧНН). Этого хватает даже для новогодних праздников. В период же ярмарки нагрузка вырастает до 2000 Эрл в сутки и 200 Эрл в ЧНН. Как обслужить такую нагрузку? А обслужить нужно, так как событие статусное и важно для имиджа оператора.

Вариант 1: установить несколько БС. Но, во-первых, это дорого, а во-вторых – не всегда возможно (получить разрешение на строительство в небольших городках и селах чрезвычайно сложно). Да и оборудование будет простаивать практически целый год.

Второй вариант, на первый взгляд, очень простой – почему бы не разместить на одной БС 34 передатчика (именно столько нужно для

обслуживания нагрузки в ЧНН 200 Эрл). Проблема в том, что для одного сектора современное оборудование поддерживает максимум 12 передатчиков. Соответственно, для достижения необходимого количества в 34 передатчика, можно установить несколько сонаправленных секторов. В результате получится, что сектора с различными Cell ID (идентификаторами соты), но примерно одинаковой мощностью обслуживают одну зону. Это выливается в эффект пинг-понг – мобильная станция будет поочередно «скакать» между сонаправленными сотами, ибо уровень будет примерно одинаков. Пинг-понг в свою очередь приведет к перегрузке контроллера, ибо постоянно будет происходить процедура хендовера, а во-вторых вероятность потери соединения при пинг-понге очень высока.

Установить сонаправленные соты все же можно. В системе GSM есть параметр, позволяющий запретить установления соединения в соте, но при этом возможность осуществления хендовера на нее остается. Условно параметр назовем CELL_BAR. Его и будем использовать. Делаем две сонаправленных соты. Назовем их C1 и C2. Сота C1 будет иметь стандартные параметры, а C2 – сделаем «забареной», то есть на ней не будет выполняться соединение. Также используем параметр HO_MARGIN, определяющий разницу уровней сигналов от двух БС, при котором происходит хендовер. На C1 ставим HO_MARGIN для C2 (можно установить HO_MARGIN для конкретной соты, для всех остальных соседних HO_MARGIN остается обычным) минимально возможным, при котором абоненты C1 будут осуществлять хендовер по критерию Better Cell («лучшая сота»). Опытным путем было установлено, что такой HO_MARGIN = 71 (разница в уровнях сигнала 8 дБ). Как только абонент начинает звонить в зоне действия C1/C2, он входит в сеть через C1. Но при этом сразу же «переходит» на C2. Так как именно она всегда будет лучше по критерию Better Cell (соты сонаправлены). В свою очередь хендовер с C2 на C1 происходить не будет (HO_MARGIN для C1 ставим завышенный – 74). Таким образом сначала абонентами наполняется C2, а после того, как она будет загружена – уже трафик идет на C1. Пинг-понга при этом соответственно не наблюдается.

Дана схема была опробована на реальной сети и доказала свою работоспособность.

ОПТИМИЗАЦИЯ СЕТИ GSM В ГУСТОНАСЕЛЕННЫХ ГОРОДАХ

Конотопский А.В., Кравчук С.А., к.т.н., доц.

НТУУ «Киевский политехнический институт»

e-mail: sakravchuk@ukr.net

Optimization of GSM network in density populated cities

For today of city bring to operators of mobile communication the lion's share of the traffic, and accordingly and the profit. On this of achievement high quality of communication in the largest cities is a priority task for operators. From here the primary goal of the report also is carrying out of network optimization of mobile communication in the density populated urbanized centers.

На сегодняшний день города-миллионники приносят операторам мобильной связи львиную долю трафика, а соответственно и прибыли. По этому достижения высокого качество связи в крупнейших городах является приоритетной задачей для операторов. Отсюда основной задачей доклада и является проведение оптимизации сети мобильной связи в густонаселенных урбанизированных центрах.

В последние несколько лет в Украине наблюдался резкий рост спроса на услуги мобильной связи. Параллельно к постоянно растущему трафику, растет и количество базовых станций (БС). Но, к сожалению, в погоне за высокой емкостью сети инженеры зачастую отходили от регулярной топологии сети, при которой удобно задействовать повторное использование частот. Здесь при строительстве руководствовались, в основном, быстрым решением проблем нехватки емкости. Другими словами, БС не устанавливалась там, где нужно с точки зрения и емкости и поддержания качества канала связи, а строилась там, где группа строительства могла ее запустить в кратчайшие сроки. В итоге, сегодня, многие густонаселенные города имеют зоны, без четкого «сервера» одной БС. Такие зоны окружены несколькими БС, но сервером не выступает ни одна. Получается, что в этих зонах примерно с одинаковым уровнем излучения работает до 5...6 «сот», с емкостью 6...12 передатчиков каждая. Даже с частотным ресурсом в 120 каналов, оптимально частотно-территориально спланировать сеть невозможно. Основным бичом становятся не блокировки связи, а обрывы соединений, низкое качество передачи голосового трафика.

Для того, чтобы в подобной ситуации улучшить качество, безусловно, нужно устанавливать несколько БС посередине проблемных зон. Но сделать оперативно это можно не всегда и не везде. Жители зачастую относятся к строительству сети неблагоприятно. Встает вопрос: как же обеспечить хорошее качество на время стройки нового хоста?

С нашей точки зрения, наиболее дешевый и простой способ для улучшения качества в проблемных зонах – оптимизация частотного плана совместно с использованием технологии hopping. Оптимизация частотного плана должна проходить по всему городу. Для уменьшения интерференции необходимо создать две частотных группы. В первую внести частоты, на которых будут работать сигнальные логические каналы (BroadcastControlChannel), а во вторую частотную группу выделить разговорные каналы (TrafficChannel). Дело в том, что BCCH-частоты работают без ограничения мощности, а соответственно именно они вносят наиболее сильную интерференцию. И ограничить их влияние можно лишь сильным наклоном антенн. Тогда как мощность разговорных каналов регулируется, и вносят интерференцию намного меньшую. Таким образом, разделив слои, мы можем планировать BCCH отдельно, TCH отдельно, учитывая особенности работы разговорных и сигнальных каналов. Что касается рассматриваемых нами проблемных зон, то разделив слои по всему городу, мы уменьшим количество сторонних серверов, работающих в проблемной зоне. Так как интерферируют в проблемных зонах не только окружающие БС, но и высокие БС расположенные на окраинах города. Как показали исследования на реальной сети, средний обрыв соединения за сутки уменьшился на 0,2% после разделения на слои. Следующим шагом для оптимизации должно быть включение технологии hopping. Суть технологии: абонентский терминал получает новый тайм-слот на новой частоте. Таким образом, абонент как будто “прыгает” по частотам на соте. Так что если абонент получает «битый» тайм-слот, то с плохим качеством пройдет лишь один тайм слот, так как следующий будет уже на новой частоте, с большей вероятностью «чистой». Как результат – обрывы соединения можно будет избежать. Но есть у данной технологии и недостаток. Если ранее абонент работал или на «чистом» канале, и говорил с отличным качеством, или на «битом» - тогда соединение сразу же обрывалось, и абонент не чувствовал низкого качества передачи речи. При hopping абонент одинаковое время работает на каждой частоте – и на «чистой» и на «битой». Соответственно и качество передачи речи как будто усредняется. Резюмируя: hopping необходимо включать не на контроллерах, а лишь на некоторых сотах – несущих наибольшее количество трафика и сильнее всех подверженных интерференции. Также обязательно нужно провести измерения качества речи до, и после включения технологии. После чего сделать вывод: что лучше, усредненное качество речи, или на 0,2...0,5% меньше обрывов соединений. Примерно такой выигрыш дает hopping.

ПРОГНОЗ ТРАФИКА GSM СЕТЕЙ С УЧЁТОМ СВОЙСТВ ФРАКТАЛЬНОСТИ

Соловьёв М.С., Воропаева В.Я., к.т.н., доц.

Донецкий Национальный Технический Университет, кафедра АТ

e-mail: max_solovyov@mail.ru

Traffic prediction in GSM networks considering fractal characteristics

Mathematical formulation for fractal processes in telecommunications was formed. Appreciate the findings, reliable prediction could be generated without complete information to allocate efficient resources.

Операторы телекоммуникационных услуг, в том числе и мобильных, стремятся повысить эффективность использования установленного оборудования при сохранении высоких показателей качества предоставляемых услуг. Экспериментальные исследования указывают на специфическую природу процессов в телекоммуникационных сетях, которые не укладываются в традиционные рамки теории телетрафика. Характерным для описания процессов передачи данных пакетным трафиком являются обнаруженные на практике свойства самоподобия или фрактальности (масштабной инвариантности) статистических характеристик.

Для прогноза трафика GSM сети необходимо сделать математическое описание, которое будет учитывать свойства фрактальности трафика.

Постановка задачи прогнозирования и её решения заключается в том, что данные прогноза о пропускной способности позволяют получить дополнительные сведения для решения различных задач управления сетью, а именно формирование алгоритма предотвращения перегрузок.

Как показали исследования, трафик сети обладает свойствами самоподобия. Разделим отрезок на три равные части ($\xi=1/3$). Отбрасываем открытую среднюю часть, оставляя слева и справа от неё два отрезка длины $1/3$. Применим эту процедуру к оставшимся отрезкам, получаем четыре отрезка длины $(1/3)^2$. Далее мы продолжаем подобную процедуру деления на отрезки, и доходим до n -ого этапа разбиения к отрезкам длины $\delta_i=(1/3)^n$, $i=1, N$ общим числом $N=2^n$. Мера определяется из формулы (1) при $L_0=1$

$$L_\beta = \lim_{\delta \rightarrow 0} N(\delta) \delta^\beta = \lim_{n \rightarrow \infty} 2^n (1/3)^{n\beta} = \delta^{\beta-B}$$

Эта мера не расходится или не стремится к нулю, если $B=\beta$. Указанному условию соответствует $2^n(1/3)^{n\beta}=1$ или $\beta=\ln 2/\ln(1/\xi)=\ln 2/\ln 3$. Мы получили канторовское множество, которое является фракталом, его размерность имеет дробную величину. В процессе разбиения исходного отрезка часть состояний (отрезков) невосвратно теряется.

Выберем импульсную переходную характеристику вида $h(\tau) = \begin{cases} 1/t; \tau \in (0, t) \\ 0; \tau < 0, \tau > t \end{cases}$ которая пронормирована на единицу: $\int_0^t h(\tau) d\tau = 1$. Процессу

$u(t)$ на выходе системы с полной памятью соответствует процедура усреднения на интервале $(0, t)$ временной оси $u(t) = \int_0^t f(\tau) d\tau$. Исходный интервал делится на

три части. Отбрасываем среднюю часть, оставляя слева и справа от неё два подинтервала длины ξt . Координаты оставшихся подинтервалов $(0, \xi t)$ и $(2\xi t, t)$. В результате перенормировки на единицу плотности состояний после первого этапа разбиения $1/2\xi t$. На n -м этапе разбиения имеем 2^n подинтервалов, каждый длины $\xi^n t$. Плотность состояний в таком случае будет определяться выражением $1/(2\xi)^n t$. Интеграл будет иметь вид

$$u(t) = \frac{1}{(2\xi)^n t} \cdot \int_0^t f(\tau) [1(t_m^{(n)} \leq \tau < t_m^{(n)} + \xi^n t)] d\tau, m = \overline{1, 2^n}, \quad \text{где единичная функция}$$

принимает значение 1 при $\tau \in (t_m^{(n)}, t_m^{(n)} + \xi^n t)$, и 0 при $\tau < t_m^{(n)}, \tau \geq t_m^{(n)} + \xi^n t$. Для построения канторовского множества является прямоугольник с площадью, равной размеру файла $X = \lambda t$ – количество посланных за время t данных. Ему соответствует результат интегрирования $\varphi(t) = \int_0^t f(\tau) d\tau$, при $f(\tau) = \lambda$. На первом

этапе разбиения при $\xi = 1/3$ количество переданных данных $2\xi\lambda t$, потерянных – $\xi\lambda t$. На n -м этапе разбиения $(2\xi)^n \lambda t$ и $\lambda t [1 - (2\xi)^n]$. После предельного перехода $n \rightarrow \infty$ количество переданных данных вычисляется из выражения

$$\varphi(t) = \int_0^t B_\xi ((\beta - 1)!)^{-1} (t - \tau)^{\beta-1} f(\tau) d\tau, \quad \text{которое после замены переменных } t - \tau = y \text{ и}$$

$f(\tau) = \lambda$ будет иметь вид $\lambda t^\beta \int_0^t K_0 y^{\beta-1} dy$. Данный интеграл нормирован на единицу,

поэтому число переданных пакетов λt^β оказывается меньше числа посланных – λt . На передачу недосланных пакетов потребуется затратить время $t^{1/\beta} - t$. Таким образом мы имеем возможность получить достоверный прогноз об общем количестве информации, выделить необходимый для этого ресурс, что позволит более рационально использовать канал связи.

Таким образом, сформировано математическое описание свойств фрактальных процессов применительно к телекоммуникациям; полученные результаты свидетельствуют о том, что для получения достоверного прогноза можно передавать часть информации, а затем выделять требуемый ресурс для выполнения задачи.

Литература

1. А.Я. Городецкий, В.С. Заборовский Фрактальные процессы в компьютерных сетях. СПб: 2000.
2. Peitgen H.O., Richter P.H. The beauty of Fractals. Springer – Verlag. Berlin, 1986.
3. Федер Энс. Фракталы / пер.с англ. – М.: Мир, 1991.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МНОГОПОЗИЦИОННЫХ ФМ СИГНАЛОВ СЕТИ CDMA

Выговский Р.В.

Украинський НІІІ зв'язи (УНІІІС)

e-mail: renumer3@mail.ru

Basis Principles of Construction plenty of position PSK signals of the CDMA

Principle of construction of m-position phase shift keying signals very simple: m alarm points does take place on a circumference with a radius depending on power of signal on identical distance with the angular interval $2\pi/m$. Application of these types of signals substantially influences on speed and reliability of digital transmission.

Принцип построения m-позиционных фазомодулированных сигналов очень простой: m сигнальных точек размещаются на окружности с радиусом, зависящим от мощности сигнала на одинаковом расстоянии с угловым интервалом $2\pi/m$ радиан. Такие совокупности сигнальных точек-векторов для случаев $m = 4, 8$ иллюстрирует рис.1. Радиусы окружностей, на которых размещены сигнальные точки, совпадают с концами направленных отрезков и равняются корню квадратному из мощности посылок сигнала: $R = \sqrt{E}$.

Если на посылке передается гармоничное колебание с параметрами α , ω и φ , то

$$R = \sqrt{E} = \sqrt{\int_0^T a^2 \sin^2(\omega t + \varphi) dt} = \frac{a\sqrt{T}}{\sqrt{2}}. \quad (1)$$

Значение (1) совпадает с евклидовым расстоянием между центром окружности и любой точкой на ней.

Наиболее широкое применение получили четырехпозиционные (двукратные) сигналы, изображенные на рис.1, а и б. Двукратная система представлена в двух популярнейший вариантах: с фазами (или разностью фаз) $0, \pi/2, \pi$ и $3\pi/2$ (см. рис.1, а) или $\pi/4, 3\pi/4, 5\pi/4$ и $7\pi/4$ (см. рис.1, б). В обоих случаях минимальное расстояние между вариантами сигнала $d_4 = \sqrt{2E}$, что соответствует расстоянию между ортогональными сигналами. Изображенные четырехпозиционные сигналы являются наилучшими по помехозащищенности из всех двумерных сигналов.

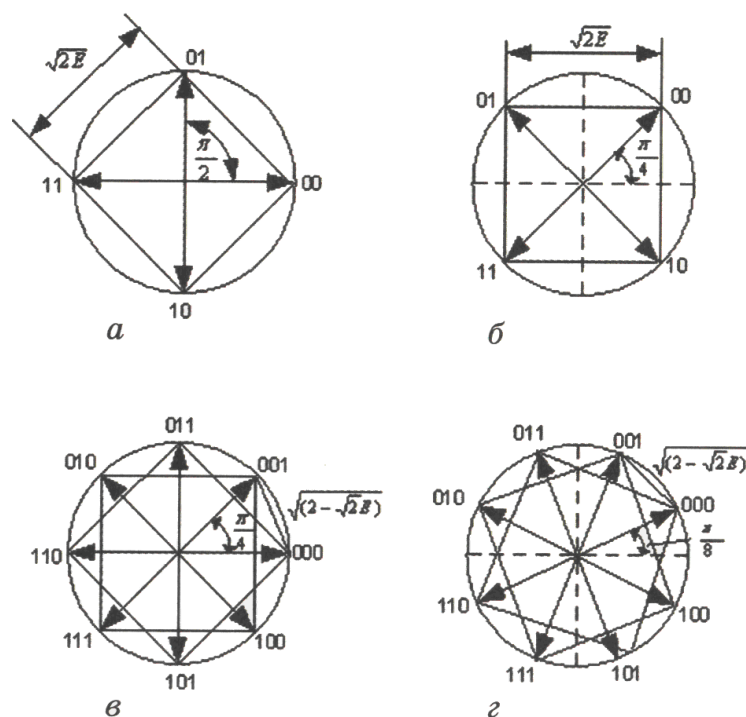


Рисунок 1 – Многопозиционные фазомодулированные сигналы:
а, б - четверичные (двукратные); в, г - восьмеричные (трехкратные).

Два варианта восьмипозиционных (трехкратных) фазомодулированных сигналов иллюстрирует рис. 1, в и г. В первом варианте фазы или разность фаз приобретают значение $(i - 1)\pi/4$, где $i = 1, 2, \dots, 8$, а во втором - значение $(2i-1)\pi/8$. Первый вариант объединяет сигналы двух четырехпозиционных систем (см. рис. 1, а и б), сдвинутых одна от другой на $\pi/4$. Второй вариант не содержит нулевой фазы и имеет постоянный сдвиг относительно первого на $\pi/8$. Каждая посылка восьмипозиционного сигнала несет три двоичные единицы информации. Расстояние между ближайшими векторами в трехкратных системах сигналов, изображенных на рис. 1, $d_3 = \sqrt{(2 - \sqrt{2})E}$, то есть на 8,3 дБ меньше, чем в однократной системе.

Литература

1. Окунев Ю. Б., Плотников В. Г. Принципы системного перехода к проектированию в технике связи.— М.: Связь, 1976.
2. Беркман Л.Н., Щербина И. С., Чумак О.И., Рудик Л.В. Багатоканальні модеми. – К.: Зв'язок, 2006.

ОПТИМАЛЬНЫЙ КОГЕРЕНТНЫЙ ПРИЕМ МНОГОПОЗИЦИОННЫХ СИГНАЛОВ В МНОГОКАНАЛЬНЫХ МОДЕМАХ

Беркман Л.Н., д.т.н., проф., Булгач С.В., Сундучков А.К.

*Государственный университет информационно-коммуникационных
технологий, GlobalLogic*

e-mail: dotter@i.ua, Artem Sunduchkov@globallogic.com

Optimal coherent demodulation techniques for multi-position signals in multi-channel modems

Universal coherent receiver algorithm for multi-position signals in multi-channel modems like in CDMA-2000 system presented. The maximum likelihood rule used to eliminate non-linearity which results an optimal receiver algorithm for coherent signal.

В статье рассматривается универсальный алгоритм когерентного приема многопозиционных сигналов в многоканальных модемах, таких как в системах CDMA-2000. Для устранения влияния нелинейности используется правило максимального правдоподобия, что позволяет получить оптимальный алгоритм приема когерентного сигнала.

В современных системах мобильной связи на базе стандарта CDMA-2000 применяются многопозиционные сигналы с ортогональным разделением каналов [0]. Разделение канальных сигналов в приемнике когерентного модема осуществляется с помощью активных фильтров (корреляторов), в которых вычисляются проекции сигналов на координатную ось. Алгоритм вычисления синфазной квадратурной проекции (x_n, y_n) k -го канального сигнала на n -ой посылке (символе) имеет вид:

$$x_n = \int_{(n-1)T}^{nT} S(t) \cos(\omega_k t) dt,$$
$$y_n = \int_{(n-1)T}^{nT} S(t) \sin(\omega_k t) dt,$$

где $S(t)$ – принятый групповой сигнал; n – номер переданного символа.

Как известно, алгоритм оптимального приема состоит в вычислении расстояния между принятым и вариантами переданного сигнала с последующим выбором варианта с наименьшей метрикой.

$$d_n = \sqrt{(x_n - x_j^*)^2 + (y_n - y_j^*)^2},$$

где x_j^*, y_j^* – проекции j -го варианта.

Для реализации алгоритма необходимо вычислить все варианты проекций сигнала предварительно преобразовав их в форму инвариантную к номеру переданного символа. Таким инвариантным преобразованием

может служить угол между принятым и ближним к нему переданным вариантом сигнала [2].

Рассмотрим метод оценки вариантов переданного сигнала способом усреднения угла между принятым и ближним к нему переданным вектором сигнала. Вычисляем среднюю амплитуду сигнала:

$$A_{cp} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \sqrt{x_n^2 + y_n^2}$$

Определяем средние значения амплитуд всех вариантов сигнала:

$$A_j = \alpha_j A_{cp}; \quad j = 1, 2, \dots, m$$

где α_j – коэффициент, соответствующий j – му варианту сигнала.

Находим $\cos \Delta \varphi$ и $\sin \Delta \varphi$, где $\Delta \varphi$ – угол между принятым x_n, y_n и ближним к нему переданным вектором сигнала x_{jn}^*, y_{jn}^* .

$$\cos \Delta \varphi_n = \frac{x_n \cdot x_{jn}^* + y_n \cdot y_{jn}^*}{\sqrt{x_n^2 + y_n^2} \cdot \sqrt{x_{jn}^{*2} + y_{jn}^{*2}}}$$

Вычисляем усредненные значения $\cos \Delta \varphi_n$ и $\sin \Delta \varphi_n$:

$$\cos \Delta \tilde{\varphi}_n = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \cos \Delta \varphi_n$$

$$\sin \Delta \tilde{\varphi}_n = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \sin \Delta \varphi_n$$

Изменим оценку, так чтобы фаза изменилась на $\Delta \varphi_n$, а амплитуда сигнала стала равна A_j .

$$\begin{aligned} x_j^{**} &= A_j \cos(\varphi_j^* + \Delta \tilde{\varphi}_n), \\ y_j^{**} &= A_j \sin(\varphi_j^* + \Delta \tilde{\varphi}_n), \end{aligned}$$

где x_j^{**} и y_j^{**} – инварианты проекции j – го варианта

После тригонометрических преобразований и подстановок получаем следующие выражения:

$$\begin{aligned} y_j^{**} &= \alpha_j (y_j^* \cos \Delta \tilde{\varphi}_n + x_j^* \sin \Delta \tilde{\varphi}_n), \\ x_j^{**} &= \alpha_j (x_j^* \cos \Delta \tilde{\varphi}_n - y_j^* \sin \Delta \tilde{\varphi}_n), \end{aligned}$$

Для устранения влияния нелинейности используется правило максимального правдоподобия, что позволяет получить оптимальный алгоритм приема.

Литература

1. Physical Layer Standard for cdma2000 Spread Spectrum System, 3rd Generation Partnership Project 2 “3GPP2”, Sep 2005.
2. Стеклов В. К., Беркман Л. Н. Проектирование телекоммуникационных сетей. – К.: Техніка, 2002.- 792 с.

СИНХРОНИЗАЦИЯ ЗОНЫ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ СТАНДАРТА UMTS

Гриник Е.В.

НИИ Телекоммуникаций НТУУ «КПИ»

e-mail: Eugene.Grinik@ukrt.net

The Synchronization of the Mobile Network Area of UMTS

Because synchronization flows from the Node B to the Mobile Station, the standards specify synchronization performance at the Node B's radio interface Uu. For UMTS-FDD there is a frequency accuracy specification $|y| \leq 5 \cdot 10^{-8}$, but new services need more strong requirements for Node B.

Специфика вопросов синхронизации в системах мобильной связи стандарта UMTS связана с используемыми методами модуляции, скоростью передачи данных, видами предоставляемых услуг [1].

Основной мотив, которым необходимо руководствоваться при разработке технических требований к стабильности частоты, – обеспечение надлежащего качества обслуживания мобильных абонентов. В спецификациях 3GPP описаны минимальные требования для точности частот интерфейсов [2]. В настоящей работе предлагается оценка стабильности опорного генератора базовой станции, учитывающая влияние эффекта Доплера.

Допустимый сдвиг частоты в мобильном телефоне стандарта UMTS, работающем в режиме FDD (WCDMA) ограничен величиной $\Delta f_{MS} = \pm \delta_{MS} \cdot f_{max}$, где δ_{MS} – относительная нестабильность частоты генератора мобильной станции MS, f_{max} – максимальное значение частоты из диапазона рабочих частот. Значительную часть этого допуска отвели доплеровскому сдвигу: $\Delta f_{Допл} = \pm \delta_{Допл} \cdot f_{max} = (v/c) \cdot f_{max}$ при обслуживании абонента, движущегося со скоростью $v = 250$ км/час [1]. Остаток составляет $\Delta f_{MS} - \Delta f_{Допл}$, что соответствует относительной частоте $(\Delta f_{MS} - \Delta f_{Допл}) / f_{max}$. Отсюда и появилось техническое требование к точности частоты несущего колебания сигнала базовой станции (BS), которая должна быть не хуже $5 \cdot 10^{-8}$ на интервале наблюдения, равном длительности временного окна (576,923 мкс) [1], предоставляемого абоненту в цикле временного уплотнения. Выбор этого интервала объясняют тем, что с абонентом работают одновременно обе станции для того, чтобы обеспечить его «мягкую эстафетную передачу» (Handover) от одной станции к другой. С другой стороны влияние доплеровского сдвига частоты приводит к расширению полосы захвата следающего фильтра.

Перед разработчиками стоит задача определения и реализации самого строгого требования к стабильности ОС базовой станции для возможности подключения новых услуг, например, при определении местоположения абонента.

Литература

1. Кааранен Х., Ахтиайнен А, Лаитинен Л. и др. Сети UMTS. Архитектура, мобильность, сервисы // Техносфера, Москва. 2007г.
2. ETSI TS 125402 v5.1.0. (2002-06) Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Synchronization in UTRAN, Stage 2.

СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ W-CDMA И TD-CDMA ПРИ ПОСТРОЕНИИ СИСТЕМ ШИРОКОПОЛОСНОГО РАДИОДОСТУПА

Щедов Д. С., Кравчук С. А., к.т.н., доц.
НТУУ “Киевский политехнический институт”
e-mail: damage@omega.ntu-kpi.kiev.ua

Comparison of W-CDMA and TD-CDMA technologies at construction of the broadband radio access systems

In the present report the opportunity of application of technology TD-CDMA for construction modern Broadband Radio Access Systems with dynamic redistribution of the traffic in real time is considered.

Одним из самых перспективных направлений беспроводной передачи данных являются системы широкополосного радиодоступа (СШР). Они являются гибридным сочетанием ранее разработанных систем CDMA с TDMA или FDMA. Так гибрид CDMA с FDMA был назван WCDMA-FDD (Wideband Code Division Multiple Access with Frequency Division Duplex), а CDMA с TDMA - TD-CDMA (Time Duplex - Code Division Multiple Access). Главными обобщенными преимуществами этих систем является эффективность и равномерность использования спектра. В настоящем докладе остановимся на рассмотрении возможности применения технологии TD-CDMA для построения современных СШР с динамическим перераспределением трафика в реальном времени.

W-CDMA. W-CDMA (другое название - UMTS, Universal Mobile Telecommunication System - универсальная система мобильной связи) - это стандарт широкополосного радиодоступа. UMTS, по сути дела, - это апгрейд стандарта GSM через GPRS и EDGE. Наземная часть UMTS известна как UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access). FDD-компонент UTRA основан на стандарте W-CDMA (UTRA FDD) и технически реализован в системах широкополосного радиодоступа с частотным разделением каналов. Теоретически он обеспечивает передачу данных со скоростью до 2 Мбит/с, однако на практике скорости гораздо ниже: системы W-CDMA обладают определенными техническими ограничениями (для приема и передачи данных используются два различных канала, т.е. ширина частотного спектра, занимаемого абонентом равна ширине спектра двух каналов).

TD-CDMA. Технология UMTS также содержит другой стандарт радиопередачи, который упоминается гораздо реже, чем W-CDMA - TD-CDMA (другое название - TDD UTRA). Стандарт TD-CDMA использует технологию

TDD, и, в отличие от W-CDMA, использующей технологию FDD, которая требует парного спектра, может использовать непарный спектр, т.е. занимает меньшую полосу частот. Технология TDD хорошо приспособлена для передачи данных, т.к. их передача осуществляется по одному взаимному каналу. Взаимный канал позволяет также реализовать асимметричность принимаемых и передаваемых посылок. Технология TDD аппаратно тяжело реализуема, из-за жесткости требований, предъявляемых к синхронизму приемника и передатчика, а также всей сети в целом. Это объясняется необходимостью синхронизации передвигающегося абонента как в соте, так и между сотами. Вторая сложность состоит в необходимости контроля мощности излучения в сети для адаптивного регулирования и поддержания оптимального уровня излучения. Критерием оптимальности являются достаточность мощности и её целесообразность.

Технологии W-CDMA и TD-CDMA позволяют повысить спектральную эффективность и помехозащищенность радиосистем. Так, при сочетании технологий FDMA и CDMA передача сигналов становится более устойчивой к частотно-селективным замираниям, чем при использовании обычной широкополосной CDMA-связи.

Комбинация TDMA и CDMA обеспечивает снижение межсимвольных искажений (МСИ), возникающих в многолучевом канале вследствие временного расширения спектра сигналов; избавиться от них только за счет подбора оптимальных методов модуляции и кодирования, как правило, не удастся. На первый взгляд использование гибридной технологии неизбежно должно привести к увеличению сложности аппаратной реализации передатчиков и приемников. В действительности же это не совсем так. Хотя число функциональных элементов в приемопередающей аппаратуре и увеличивается, создать каждый из них существенно проще, чем в том случае, когда заданные требования к пропускной способности и помехозащищенности обеспечиваются с помощью "чистой" технологии.

Таким образом, системы на основе технологии TD-CDMA являются разновидностью систем W-CDMA, но обладают качественными преимуществами. Существующие недостатки устранимы, что позволяет строить совершенные системы широкополосного радиодоступа.

Литература

1. Навроцки М., Долер М., Ахвами А. Понятие радиосетей UMTS. Моделирование, планирование и автоматизированная оптимизация. – Чичестер: Джон Вайлей и Санс лтд., 2003. – С. 29-58.
2. Эсмаилзаде Р., Накагава М. TDD-CDMA в беспроводных коммуникациях. – Норвуд: Артек Хаус, 2003. – С. 2-167.

АНАЛИЗ КОНФЛИКТНОЙ СИТУАЦИИ В СЕТИ WCDMA

Чепурной В.М.

научный руководитель д.т.н., проф. К.С.Сундучков.

Институт телекоммуникационных систем НТТУ “КПИ”

e-mail: vitalikus86@meta.ua

Analysis of a conflict situations in a WCDMA network.

Lookup of conflict situations, problems in WCDMA network and also methods of decision those problems in this thesis.

WCDMA – стандарт связи(технология радиодоступа) с широкополосным многостанционным доступом с кодовым разделением. Сеть предназначена для использования в системах, работающих в частотном диапазоне 2 ГГц с использованием QPSK модуляции, что обеспечивает большую компактность спектра и более эффективное его использование.

WCDMA поддерживает следующие мультимедийные услуги 3G:

1. Высокую скорость передачи данных как внутри помещений, так и на открытой местности;
2. Симметричную и асимметричную передачу данных;
3. Поддержку канальной и пакетной коммутации для обеспечения таких сервисов, как Internet Protocol (IP) и Real Time Video;
4. Возможность глобального роуминга.

Проблемы сети WCDMA:

- 1) Потребность большей части энергетического бюджета станции.

В сети WCDMA может возникнуть проблема балансировки мощностей в Uplink(от МС к БС) и Downlink(от БС к МС), которая проявляется из-за несбалансированности между несущими частотами, что приводит к увеличению излучаемой мощности базовой станции. В связи с этим возможен эффект, когда несколько абонентов потребляют большую часть энергетического бюджета станции.

Решением данной проблемы может стать уменьшение радиуса соты в сети, что и уменьшит потребность в энергетическом бюджете.

2) Стоимость развертывания сетей WCDMA.

Поскольку диапазон рабочих частот 3G(WCDMA) стандарта лежит в области 2 ГГц, то расчетный радиус соты составляет от 100 до 500 метров.

Стоимость внедрения 3G оказалась такой высокой, что теперь сервисы предлагаются за практически нереальным для потребителя ценами. При этом на мировом рынке доля мобильных телефонов 3G в общем объеме продаж составляет всего несколько процентов, поскольку спрос на предоставляемые мультимедийные услуги значительно небольшой.

3) Высокая энергопотребление 3G-телефонов. Создание многорежимных телефонов.

Весомым вопросом, стоявшим строго перед 3G(WCDMA) был вопрос об автономной работе абонентского оборудования. В самых тяжелых, и одновременно, самых востребованных режимах – веб-серфинге, мобильном телевидении и обмене почтой, аккумуляторы разряжались очень быстро.

В настоящее время энергопотребление телефонов увеличивается, в частности благодаря режиму постоянной подключенности при использовании GPRS, увеличению размеров памяти и наличию FM-приемников. Поэтому становится трудно увеличивать время работы батарей и при этом уменьшать или хотя бы сохранять размеры устройства.

Создание абонентских терминалов с динамической структурой (реконфигурацией) на базе мощных микропроцессоров. Новое терминальное оборудование будет представлять собой совокупность гибких программируемых платформ, что увеличивать время работы MC.

Литература

1. Стеклов Н.И., Беркман Л.Н. – “Проектирование телекоммуникационных сетей”.
2. “Физиология” и “анатомия” цифровой связи стандарта WCDMA. – Internet: IXBT, 2000.
3. <http://habrahabr.ru/tag/wcdma/>.
4. <http://3gnews.ru/news/200302/12/204/?print=true>.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ RAKE - ПРИЕМНИКА, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В СИСТЕМАХ С ШИРОКОПОЛОСНЫМ СИГНАЛОМ

Мацияка Н.В.
ИТС НТУУ «КПИ»
e-mail: Nazar@kievnet.com.ua

Foundations receiver construction, which is used in systems with spread spectrum signals.

Одним из основных достоинств телекоммуникационных систем с широкополосным сигналом – систем мобильной связи стандарта CDMA, систем беспроводного доступа WiFi, WiMAX и др. является улучшенный прием многолучевого сигнала благодаря использованию RAKE-приемника, являющегося многоканальным согласованным фильтром на основе корреляторов. В таких системах принимается весь многолучевой сигнал и определяется мощность каждого луча, чтобы оптимальным образом суммировать их, повысив достоверность приема полезной информации. Число лучей, принимаемых RAKE -приемником, обычно невелико, чаще всего 3.

Основная идея борьбы с деструктивными эффектами многолучевости заключается в использовании разнесения, состоящего в организации нескольких независимых каналов или ветвей передачи. Сигналы, распространяющиеся различными путями, приходят на вход приемника с различными запаздываниями по времени. Подобная задача, не выполняемая в узкополосных системах, весьма изящно решается при использовании широкополосных сигналов в таких систем как IS-95 и CDMA2000.

Мобильный терминал системы IS-95 выполнен на основе трехканального RAKE-приемника с одним дополнительным сканирующим каналом, который обеспечивает периодическое измерение характеристик многолучевой среды. На этапе поиска терминал использует только вспомогательный сканирующий канал, с помощью которого отслеживаются приходящие сигналы и оцениваются с заданной точностью

их амплитуды, начальные фазы и задержки. В наземных радиоканалах характеристики многолучевых компонентов могут незначительно (на величину, сопоставимую с длительностью одного символа шумоподобного сигнала – чипа) различаться. Компоненты, отстоящие друг от друга более чем на один чип, обрабатываются и суммируются.

Принимаемое колебание поступает на 3 параллельных коррелятора, на входы которых подаются местные опорные сигналы $S(t-\tau_1)$, $S(t-\tau_2)$, $S(t-\tau_3)$ представляющие собой копии переданного сигнала с временными сдвигами τ_1, τ_2, τ_3 , равными предсказанным задержкам многолучевых компонент (рис. 1). На выходе каждого коррелятора формируется отсчет отклика на соответствующую компоненту входного сигнала (при безошибочном предсказании задержки, точно совпадающий с реакцией согласованного фильтра в нужный момент). Далее полученные отсчеты поступают на устройство комбинирования, где они сводятся к одному и тому же моменту времени и суммируются.

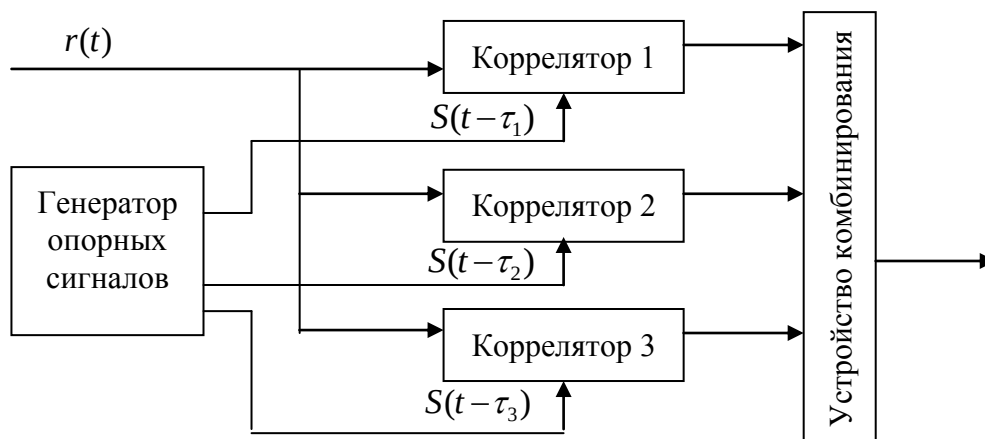


Рис. 1. Структурная схема RAKE- приемника

Литература

1. Системы мобильной связи / В.П. Ипатов, В.К. Орлов, И.М.Самойлов, В.Н. Смирнов.- М.: Горячая линия-Телеком, 2003. – 272 с.
2. Ипатов В. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения.- М.: Техносфера, 2007. – 488 с.
3. Берлин. А.Н. Цифровые сотовые системы связи. – М.: Эко-Трендз, 2007. – 296 с.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ДИНАМИЧЕСКИХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ МНОГОПОЗИЦИОННОГО МНОГОЧАСТОТНОГО СИГНАЛА

Радченко Н.Н.

*Военный институт телекоммуникаций и информатизации НТУУ «КПИ»
e-mail: viti@viti.edu.ua*

Choice of optimum structure of dynamic sequences of the multitem multifrequency signal

In the article describes problem of the optimum choice of time-frequency sequences in systems SDMA, named dynamic sequences. Proposed analytical expression for new choice algorithm of elements in the frequencies numbers matrixes.

Закон формирования динамической последовательности, который определяет последовательность следования несущих частот должен быть псевдослучайным, о чем было отмечено в [1], с другой стороны алгоритм формирования этих многопозиционных последовательностей должен быть достаточно простым, что дает обеспечение нормального функционирования цифровых формирователей многопозиционного многочастотного сигнала (ММЧС) произвольной кодовой структуры в системах CDMA.

Из [2] известно, что если взять $N = M + 1$ – простое число, то возможно построить $N - 1$ оптимальных частотно-временных последовательностей (ЧВП). При этом, под оптимальными понимаются ортогональные ЧВП, в которых при произвольных временных сдвигах совпадает не более одного частотно-временного элемента.

Приведем обоснование структуры оптимального ансамбля сигналов. Пусть дано N разных элементов для организации ансамбля. Тогда максимальное количество последовательностей, которые могут быть образованы из N элементов, равняется количеству перестановок из N по N [2]: $P_N^N = N!$. Количество последовательностей, которые не являются результатом циклических перестановок в N раз более малое чем общее число перестановок $P_N^N = (N-1)!$. Если же ввести ограничение на данные последовательности по количеству взаимных совпадений, а именно, чтоб было не более как одно совпадение, количество таких последовательностей не может быть больше количества соединений из $N - 1$ по одному: $N M_1 \leq C_{N-1}^1 = N-1$. По аналогии, если допустить не более двух совпадений, то другие элементы можно разместить не более как C_{N-2}^2 способами, которые в то же время обеспечивают отсутствие тройных совпадений: $N M_1 \leq (N-1)(N-2)$. Таким образом, объем алфавита последовательностей из N

элементов, которые обеспечивают не более чем L совпадений, не может быть большим за:

$${}_N M_L \leq \prod_{i=1}^L C_{N-i}^1 = \prod_{i=1}^L (N-i). \quad (1)$$

Если $L = i - 1$, то получим:

$${}_N M_{N-1} \leq \prod_{i=1}^{N-1} (N-i) = (N-1)! \quad (2)$$

Таким образом, из (2) видно, что в алфавите ${}_N M_L$ (1) отсутствуют последовательности, которые были бы результатом циклических перестановок других последовательностей.

Отметим, что при следовании количества элементов до бесконечности за (1) можно определить предельные значения алфавита оптимальных последовательностей и $L \leq 1$ [2]:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} {}_N M_1 = \lim_{N \rightarrow \infty} (N-1) = N = \sqrt{W}. \quad (3)$$

Из (3), видно, что объем алфавита равен корню квадратному из базы сигнала, где база такого сигнала равна $W = M^2$ [3].

Таким образом при N простом числе, можно построить $(N-1) = M$ последовательностей, которые имеют при любых взаимных сдвигах не более одного совпадения элементов но при условии, что кодовые расстояния между элементами одной последовательности постоянны ($d_j = \text{const}, j \in 1, M$), а совокупность кодовых расстояний составляет полную систему кодовых расстояний по модулю N [2]:

$$N_{i+l}^{(j)} \equiv (N_L^{(j)} + i \cdot d_j) \bmod(N), \quad (4)$$

где $i \in 1, M$, а $d_j = j \cdot \bmod(N)$. Зададимся произвольным элементом последовательности за которым, согласно формуле (4), восстановим все остальные. Для примера возьмем $N=3, L \leq 1, L = 1$ и допустим, что $N_1^{(1)} = N_1^{(2)} = N_1^{(3)} = 1$ при $d_j = j$. Тогда получаем:

$$\text{Для } j=1 \quad N_2^{(1)} \equiv (N_1^{(1)} + 1 \cdot d_1) \bmod(N) \equiv (1+1) \bmod(3) \equiv 2,$$

$$N_1^{(1)} \equiv (N_3^{(1)} + 2 \cdot d_1) \bmod(N) \equiv (1+2) \bmod(3) \equiv 0,$$

$$\text{Для } j=1 \quad N_1^{(1)} \equiv (N_2^{(2)} + 1 \cdot d_2) \bmod(N) \equiv (1+2) \bmod(3) \equiv 0,$$

$$N_3^{(2)} \equiv (N_1^{(2)} + 2 \cdot d_2) \bmod(N) \equiv (1+2 \cdot 2) \bmod(5) \equiv 2.$$

Таким образом, последовательность ансамбля сигналов при $k \in 1, N$ будет иметь вид:

$$\{N_k\}^{(1)} \equiv 1 \ 2 \ 0; \quad \{N_k\}^{(2)} \equiv 1 \ 0 \ 2. \quad (5)$$

Представим последовательности (5) в виде матрицы $N(i,k)$ в которой i - номер строки, а k - номер столбика. Т.е.,

$N(i,k)=$	1	2	0	.
	1	0	2	

(6)

Аналогичным путем, используя (4) построим оптимальный ансамбль для $N = 7$ ($i \in 1,6$ $k = \overline{1,7}$) и подадим результат в виде матрицы:

$$N(i,k) = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 1 & 3 & 5 & 7 & 2 & 4 & 6 \\ 1 & 4 & 7 & 3 & 6 & 2 & 5 \\ 1 & 5 & 2 & 6 & 3 & 7 & 4 \\ 1 & 6 & 4 & 2 & 7 & 5 & 3 \\ 1 & 7 & 6 & 5 & 4 & 3 & 2 \end{vmatrix}. \quad (7)$$

Из (7) видно, что $N(1,1)=N(2,1)=N(3,1)=N(4,1)=N(5,1)=N(6,1)=1$, т.е. этот ансамбль не является ортогональным. Если определять структуру последовательностей ансамблей сигналов соответственно (4), то один их элемент обязательно будет совпадать, что не желательно поскольку это приведет к взаимным влияниям между работающими каналами. Как видно из (7), для устранения этого недостатка достаточно отбросить первый столбик с одинаковыми значениями и провести замену других элементов алфавита на значения более малые на единицу. Сделав это, получаем матрицу вида:

$K(i,k)=$	1	2	3	4	5	6	,
	2	4	6	1	3	5	
	3	6	2	5	1	4	
	4	1	5	2	6	3	
	5	3	1	6	4	2	
	6	5	4	3	2	1	

(8)

где $i \in 1, M$, и $k = \overline{1, M}$.

Исследования показали, что если аналогичным способом построить ансамбль ММЧС для произвольного N простого числа, то такие сигналы будут также оптимальными.

Таким образом запишем аналитическое выражение для общего случая нового алгоритма нахождения элементов матриц номеров частот:

$$K(i, k) = (i \times k) \bmod (M + 1), \quad (9)$$

где $i \in 1, M$, $k = \overline{1, M}$. При определении (9) было учтено, что $A \cdot \bmod(B) = A - (A \div B) \cdot B$, где « $\div$ » – операция деления без остатка (нацело). Нетрудно убедиться, что благодаря формуле (9) значительно упрощается нахождение оптимальных алфавитов для формирования ММЧС.

В заключение целесообразно было бы сказать о проведении исследований, конечной целью которых было бы определение возможности использования динамических последовательностей для специальных систем радиосвязи с различными типами сетевых технологий.

Литература

1. Гончаров Ю.И., Лисенков В.К., Макаров Г.Ф. Теоретические основы радио и радиотехнической разведки. – Л.: ВАС, 1989. – 374 с.
2. Тузов Г.И. Статистическая теория приёма сложных сигналов. – М.: Советское радио, 1977. – 400 с.
3. Скляр, Бернارد. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. - 2-е изд. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1104 с.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СЕТЕЙ СОТОВОЙ СВЯЗИ ЧЕТВЕРТОГО ПОКОЛЕНИЯ

Ломака Л.В., Шелковников Б.Н., к.т.н.

ИТС НТУУ «КПИ»

e-mail: luyde@mail.ru

Some aspects of cellular communication networks of the fourth generation

This paper presents some aspects of cellular communication networks of the fourth generation (4G).

За время прошедшее от первого звонка по мобильному телефону 3 декабря 1950 года из шведской компании "Televerket" до звонка британского оператора "Vodafone" 18 апреля 2001 года, который передал первое сообщение по сети третьего поколения (3G), прошло более 50 лет. За это время скорости передачи данных резко возросли и в таких условиях технологии UMTS, CDMA2000 и WCDMA не удовлетворяют быстро-растущим потребностям.

Стандарт нового поколения 4G структурно основывается на двух составляющих: протокол IP (Internet Protocol) и разновидность одноранговых вычислительных сетей peer-to-peer. В коммуникациях на базе таких решений каждое устройство одновременно выступает за три и, соответственно, сочетает в себе функциональность каждого – приемника, передатчика и маршрутизатора сообщений. Суть архитектуры peer-to-peer предусматривает построение сети по мере надобности.

Большим преимуществом 4G является унифицированность т. е. заранее предусмотрено существование всего одной технологии и гибкое управление качеством связи QoS.

Для увеличения скорости обмена данными будет задействована технология многоканального приема и передачи трафика при помощи

многоканальной антенны MIMO (Multiple Input Multiple Output), используется только пакетная передача данных, тогда как голосовой трафик полностью отсутствует. Сегодня достичь скорости в 5 гигабит в секунду в частотном диапазоне 100 МГц удалось благодаря увеличению количества приемно-передающих антенн с 6 до 12 штук, а также за счет использования нового алгоритма обработки цифровых сигналов [1].

В системах 4G значительно возрастет роль программных средств в повышении эффективности и универсализации мобильной связи. Новые алгоритмы модуляции/демодуляции будут разработаны для высокоскоростной передачи сигналов (технология OFDM), селективной компенсации эффектов замираний сигнала (rake-приемники, методы скачкообразного переключения частоты), помехоустойчивого кодирования (турбо-кодирование) и т. п. Большие надежды разработчики связывают с методами программируемых радиотехнологий (software radio), дальнейшим развитием цифровых процессоров (DSP), параметрически управляемых радиосистем.

Помимо этого, в число главных достоинств 4G войдут глобальный роуминг, а также связь корпоративных сетей. Кроме видеозвонков станет доступным также и мобильное телевидение высокой чёткости.

За последнее время сотовая связь превратилась из обычного примитивного средства связи в высокоскоростную технологию, способную значительно упростить и улучшить жизнь людей. Приход сетей четвертого поколения можно считать новой вехой в эволюции не только в сотовой связи, но и в жизни многих людей. Жизнь без проводов – таков девиз нового тысячелетия.

Литература

1. <http://www.x-drivers.ru>.

СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ В СЕТЯХ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ 3-ГО И 4-ГО ПОКОЛЕНИЙ

Валяев В.В.

Государственный университет информационно-коммуникационных технологий

E-mail: Viacheslav.Valyaev@datagroup.com.ua

Satellite systems in networks of mobile communication third and forth generations

In the report is made the estimation of a technical and economic condition and the tendency of development of services of communication and broadcasting, by means of satellite systems of the third and fourth generation.

Особенностью современного состояния и развития телекоммуникаций является разносторонняя интеграция служб, систем, средств, технологий связи, происходящая на фоне непрерывного сближения и взаимопроникновения сфер получения, обработки, доставки различных видов информации при расширении спектра и повышении качества предоставляемых пользователям услуг. Данный процесс стал возможным на рубеже тысячелетий благодаря качественно новым достижениям в таких областях как компьютеризация, электроника, обработка информации, спутниковая и наземная радиосвязь.

Несмотря на неудачи последних лет, связанные с прекращением эксплуатации системы персональной спутниковой связи IRIDIUM и замедлением темпов развертывания систем Globalstar и ICO, идея глобальной мобильной связи не утратила своего значения.

Полное покрытие мирового пространства и обеспечение глобального доступа к услугам 21-го века может быть реализовано только с помощью спутниковых систем.

Сегодняшний рынок информационных услуг ставит жесткие требования к системам связи 3-го и 4-го поколения:

- это прежде всего обеспечение передачи в любое время (вплоть до реального масштаба времени), в любое место (глобально), любому

пользователю (персонально), любого вида информации (речь, данные, изображения, видео, мультимедиа, позиционирование), любого требуемого трафика данных и качества обслуживания (Quality of Service);

- высокие требования к тактико-техническим характеристикам будущих систем 4G должны одновременно сочетаться с их экономичностью, массовостью, доступностью и персонализацией услуг глобальной беспроводной связи.

В работе проведена оценка технико-экономического состояния и тенденция развития услуг связи и радиовещания, предоставляемых с помощью спутниковых систем. Проанализировано существующее положение на рынке с классификацией по соответствующим службам, рассмотрены основные концепции развития на основе рекомендаций и отчетов Международного союза электросвязи, систематизированы прогнозы и планы развития спутниковых систем различного назначения.

На основе проведенного анализа сделаны выводы по направлениям развития спутниковой связи при создании сетей мобильной связи 3-го и 4-го поколений и сформулированы общие предложения по их реализации.

Литература

1. *Кантор Л.Я.* Расцвет и кризис спутниковой связи // *Электросвязь*. - 2007. - №7. - С. 19-23.
2. *Москитин В.Д.* Оценка потребности в спутниковом ресурсе для инфокоммуникационных наземных сетей Российской Федерации // *Электросвязь*. - 2007. - №1. - С. 18-24.
3. *Ноздрин В.В.* Техничко-экономическое состояние и тенденции развития рынка услуг спутниковой связи и вещания // *Электросвязь*. - 2006. - №9. - С. 10-15.
4. *Махарасин А.Б.* Перспективные широкополосные беспроводные технологии для будущих глобальных мобильных и спутниковых систем персональной связи 4G // *Электросвязь*. - 2003. - №8. - С. 20-26.
5. *Кантор Л.Я.* Спутниковая связь сегодня // *Электросвязь*. - 2003. - №11. - С. 36-39.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ НАЦИОНАЛЬНОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ УКРАИНЫ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА ЦИФРОВОЕ ЭФИРНОЕ ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЕ

Горбач И. В., Дума М. Г., Горбач Р. И.

ГП «Укркосмос»

e-mail: marduma@gmail.com, admin@ukrkosmos.kiev.ua

Possibilities use of resources of National satellite communication system of Ukrainian moving to air digital TV and radiobroadcasting

Analyzed the relationship of two directions of development of telecommunications Nations, as the creation of the National satellite communications system and a nationwide telecommunications network digital TV and radiobroadcasting. Shown usefulness and the need to use resources of the National satellite communications system, creating of the nationwide telecommunications network digital TV and radiobroadcasting.

Правительство Украины своим постановлением от 3 мая 2007 года [1] о создании Национальной спутниковой системы связи (НССС) открыло новый этап в создании условий для внедрения новейших информационных технологий, реального обеспечения информационной безопасности страны и снижения уровня зависимости от зарубежных спутниковых операторов.

Проект Государственной программы внедрения цифрового телерадиовещания в Украине [2] предусматривает внедрение цифровых технологий в систему телерадиовещания страны и, в том числе, с использованием и спутниковых технологий.

Эти два взаимосвязанных направления усилий государства отвечают одной из основных целей национальной информационной политики, а именно,— созданию условий для построения развитого информационного общества как органичного сегмента мирового информационного сообщества.

Общенациональная телекоммуникационная сеть цифрового телерадиовещания включает в себя как цифровую гибридную распределительную сеть информационного обеспечения (ГРСИО), так и сеть вторичного распределения в стандарте DVB-T, в стандарте T-DAVB (либо HD-Radio) [3, 4].

ГРСИО включает в себя две компоненты сети: цифровую спутниковую распределительную сеть информационного обеспечения (СРСИО) на магистральном уровне и наземную цифровую распределительную сеть на зональном уровне с использованием цифровых радиорелейных линий (РРЛ), волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), оборудования, реализующего технологию «МИТРИС».

Сеть вторичного распределения включает в себя 81 зону синхронного цифрового вещания с цифровым передающим оборудованием, которое размещается в соответствии с типовой схемой, приведенной в проекте Государственной программы внедрения цифрового телерадиовещания в Украине [2].

Из приведенного состава государственной общенациональной телекоммуникационной сети цифрового телерадиовещания видно, что доставка телерадиопрограмм из центра этой сети до каждой центральной распределительной станции 81 синхронной зоны цифрового телерадиовещания осуществляется с помощью СРСИО (Центральная передающая спутниковая станция в г. Киеве и 81 спутниковая приемная станция в зонах синхронного цифрового телерадиовещания).

Национальная спутниковая система связи состоит из двух сегментов: космический сегмент – национальный спутник связи и вещания на геостационарной орбите с наземной инфраструктурой управления им; земной сегмент, который составляют земные спутниковые станции государственной цифровой СРСИО и корпоративных сетей связи.

Совершенно очевидно, что в качестве спутниковой компоненты ГРСИО общенациональной телекоммуникационной сети цифрового телерадиовещания для доставки контента программ общенациональных государственных телерадиоорганизаций и общественного телевидения в 81 зону синхронного цифрового вещания, необходимо использовать ресурсы НССС как в части космического сегмента (национальный спутник связи и вещания), так и в части земного сегмента (государственная СРСИО).

В настоящее время Государственным предприятием «Укркосмос» спроектирована и развернута первая очередь земных спутниковых станций

СРСИО [5], которые относятся к государственной части земного сегмента НССС и могут являться в то же время спутниковой компонентой ГРСИО государственной общенациональной телекоммуникационной сети цифрового телерадиовещания.

Первая очередь земных спутниковых станций СРСИО включает в себя Центральную передающую спутниковую станцию с контрольной приемной станцией и 40 спутниковых приемных станций возле башен Концерна РРТ по территории Украины с диаметром рефлектора антенн 3,7 м и отношением сигнал/шум спутниковых приемных станций 19...23 дВ/К.

Таким образом, использование ресурсов НССС в общенациональной телекоммуникационной сети цифрового телерадиовещания, в части как космического сегмента (национальный спутник связи и вещания), так и земного сегмента (земные спутниковые станции СРСИО), является необходимым фактором в обеспечении информационной безопасности страны, оптимизации расходов госбюджета на переход Украины от аналогового к цифровому телевидению и защиты ее экономических интересов.

Литература

1. Постановление КМУ «Про заходи щодо створення національної супутникової системи зв'язку» № 696 від 03.05.2008 року.
2. Проект Державної програми впровадження цифрового телерадіомовлення в Україні.– Праці УНДІРТ.– 2007.– № 2 (50) – 3 (51).– С. 3-21.
3. Горбач И. В. Государственная гибридная распределительная сеть информационного обеспечения.– Праці УНДІРТ.– 2003.– №3.– С. 75-78.
4. Горбач И. В., Дума М. Г. Гибридная цифровая распределительная сеть информационного обеспечения при переходе Украины на цифровое телерадиовещание.– Первая научно-техническая конференция «Проблеми телекомунікацій» (ПТ-07).– Сб. тезисов.– Киев.– 2007.– С. 43-44.
5. Горбач И. В., Макаров А. А. Спутниковая распределительная сеть информационного обеспечения.– Изв. вузов. Радиоэлектроника.– 1999.– т. 42.– № 11.– С. 32-40.

**ПОВЫШЕНИЕ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ СИСТЕМ
ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА НА ОСНОВЕ
ПРИМЕНЕНИЯ СПУТНИКОВЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ
СИСТЕМ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧИЙ В КРИВИЗНЕ
ФРОНТОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН**

Якорнов Е.А., к.т.н., проф.

ИТС НТУУ «КПИ»

e-mail: its@ntu-kpi.kiev.ua

**Noninterference increasing of ground transport dispatching systems, based on
application of satellite radio navigational systems by using distinctions in front
curvature of electromagnetic waves**

Proposes the approaches to noninterference increasing of transportation facilities in dispatching systems of radio navigation, which is based on application of distinctions in front curvature of electromagnetic waves.

Быстрое развитие систем диспетчеризации (СД) наземного транспорта с помощью спутниковых радионавигационных систем (СРНС) предполагает наряду с разработкой требований к ним [1] повышение их помехозащищенности, поскольку на рынке Украины появились [2] сравнительно недорогие устройства, ставящие радиопомехи как приемникам СРНС, так и каналам связи с центральным пунктом СД. Одним из направлений решения этой проблемы является, на наш взгляд, использование различий в кривизне фронтов электромагнитных волн (ЭМВ) помехи (сферический фронт из-за нахождения источника излучения в непосредственной близости от транспортного средства) и навигационных сигналов (плоские фронты из-за большой дальности до спутников).

В докладе показана одна из возможных реализаций базовой схемы дискриминации мешающего источника радиоизлучения, состоящая (рис. 1) из разреженной антенной решетки (АР) в составе как минимум трех приемных антенн, находящихся на одной прямой и в общем случае на неодинаковых расстояниях L друг от друга, усилителей высокой частоты (УВЧ), двух фазометров, частотомера, измерителя пеленга, трех настроечных аттенюаторов, фазовращателя, сумматора, мостовой схемы, регулирующего аттенюатора и спецвычислителя с устройством

управления (УУ). Дискриминация мешающего источника радиоизлучения производится вручную или автоматически с помощью УУ, которое осуществляет настройку схемы на ту или иную кривизну фронта ЭМВ путем регулировки фазы центрального приемного канала и амплитуды суммы сигналов с крайних антенн по максимуму сигнала на одном из выходов мостовой схемы. На другом выходе моста, являющимся выходом схемы, образуется нуль и помеховый сигнал на дальнейшую обработку не проходит. Полезный же сигнал, имеющий другую кривизну, а значит и другие амплитудно-фазовые соотношения на входах мостовой схемы проходит на выход дискриминатора с некоторым ослаблением.

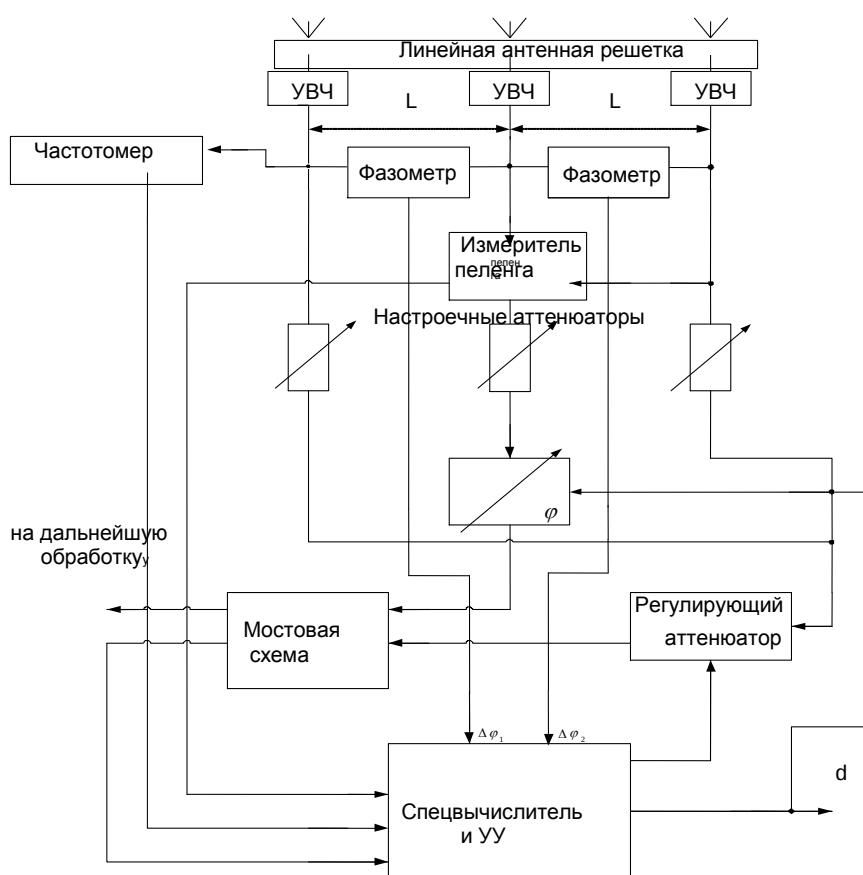


Рис. 1

При автоматической дискриминации спец-вычислитель на основе данных фазометров, частотомера и измерителя пеленга (β) вычисляет

дальность до источника помехи с помощью соотношения $d = \frac{2\pi(L\cos\beta)^2}{\lambda \cdot \Delta\Delta\varphi}$,

где $\Delta\Delta\varphi = \Delta\varphi_{12} - \Delta\varphi_{32}$ - разность разностей фаз между первым и вторым ($\Delta\varphi_{12}$), третьим и вторым ($\Delta\varphi_{32}$) элементами АР соответственно; λ – длина волны, измеряемая с помощью частотомера. УУ при этом осуществляет грубую настройку электрически управляемого фазовращателя на определенную дальность (кривизну фронта) до помехи, а затем с помощью фазовращателя и регулирующего аттенюатора проводится более точная подстройка по минимуму сигнала помехи.

Показаны примеры применения рассмотренной схемы дискриминации в различных системах диспетчеризации и, в частности, наземных сегментах СРНС [3].

Литература

1. Скорик Е.Т. Системные требования к спутниковому навигационному и связному обеспечению автотранспортного движения. Наука та інновації. 2007. т 3, № 1.
2. www.jammer.ru.
3. Деклараційний патент на винахід № 63867 А (Україна) Система для супроводження рухомих об'єктів з використанням сигналів глобальної супутникової системи радіонавігації, кл. G01S5/14 // Ільченко М.Ю., Рогов П.Д., Копитко І.Й., Левшенко О.С., Якорнов Є.А.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СЕТЕЙ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ

Липский А. А.

Военный институт телекоммуникаций и информатизации НТУУ "КПИ"

e-mail: alex@infoaura.com.ua

Optimization of carrying capacity of networks of mobile radio contact

Danaya of robot examines multiplying the carrying capacity of network of mobile radio contact due to the choice of optimum parameters on every sublevel of standard model of OSI.

Использование беспроводных протоколов для передачи данных, голоса и видео в сетях специального назначения в условиях воздействия разнородных видов помех, требует комплексного анализа сети на всех подуровнях эталонной модели OSI.

Данная работа рассматривает локальные сети радиуса действия до 100 метров. Для сетей данного радиуса действия присущи как преимущества, так и недостатки.

На физическом уровне это проблема электромагнитной совместимости радиотехнических устройств.

Установка беспроводных точек доступа в общую интегрированную сеть на базе проводной компоненты, вызывает проблемы перегрузки беспроводных сетей широковещательным трафиком.

Метод доступа к беспроводной среде CSMA/CA (множественный доступ к среде с контролем несущей и предотвращением коллизий), достаточно эффективен, но при наличии более чем 10-15 узлов эффективность сети резко снижается [1]. При этом точка доступа с

большим объемом мультимедийного трафика может полностью занять среду передачи.

Для стандарта 802.11 [1] для передачи потоковых данных разработан метод доступа к среде Point Coordination Function (PCF) – функция централизованного управления. В методе PCF доступ к среде реализован на основе множественного доступа с временным разделением.

Поэтому оптимизацию сети подвижной радиосвязи необходимо проводить на каждом подуровне эталонной модели:

На физическом уровне это выбор скорости передачи, вид модуляции и способ кодирования.

На канальном уровне это выбор длины пакетов и служебных заголовков исходя из отношения сигнал шум.

На транспортном – выбор метода доступа к среде передачи исходя из количества пользователей в сети, множественный доступ к среде с контролем несущей и предотвращением коллизий или множественного доступа с временным разделением.

На представительском уровне выбор – приоритета обслуживания QoS в соответствии с передаваемым трафиком.

Таким образом, проблема повышения пропускной способности беспроводной сети может быть решена при комплексной адаптации каждого подуровня эталонной модели OSI к среде передачи.

Литература

1. Вишневский В.М. Гузаков Н.Н. Лаконцев Д.Б. Система “Рапира” – базис для всех отечественных широкополосных беспроводных сетей // Электротехника: Наука, Технология, Бизнес. – №1 – 2005 – с.30-34.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Роскошный Д.В.

НИИ Телекоммуникаций НТУУ «КПИ»

e-mail: ddd610@ukr.net

Base Station Design Feature for Wireless Telecommunication Systems

Correct partitioning of computational capability between FPGAs and DSPs. gives wireless systems the best combination of features and cost-effectiveness. Mixed FPGA and DSP system partitioning for wireless basestations is examined in this article.

Стремительное развитие современных телекоммуникационных систем привело к необходимости обрабатывать достаточно большие объемы информации с высокой скоростью. Так, например, в системах, использующих технологии OFDMA и MC-CDMA, скорость потока данных достигает 100 Мбит/с. Сложные алгоритмы обработки сигналов требуют применения высокопроизводительных вычислительных систем. Подобные системы могут быть реализованы на различной элементной базе, но наибольшее распространение получили устройства с применением цифровых сигнальных процессоров и ПЛИС.

Перед разработчиками аппаратуры беспроводных систем обычно стоит комплексная задача – создание в сжатые сроки высокоэффективного с точки зрения функциональных и вычислительных возможностей устройства. Особенно остро эта задача стоит при создании базовых станций, в которых основная часть вычислительных затрат приходится на алгоритмы управления и обработки сигналов. [1]

Сигнальные процессоры, обладая мощной вычислительной структурой, позволяют реализовать различные алгоритмы обработки информационных потоков. Сравнительно невысокая цена, а также

развитые средства разработки программного обеспечения позволяют легко применять их при построении вычислительных систем.

Программируемая логика способна работать на более высоких частотах, но изменение алгоритмов работы требует перепрограммирования.

Процесс обработки сигналов может быть разделен на бит-ориентированные и символ-ориентированные процедуры. [2]

К первым возможно отнести помехоустойчивое кодирование, перемежение и маппирование при использовании QPSK и QAM на передаче и соответствующие им процедуры на приеме. В большинстве случаев эти процедуры не требуют, за исключением декодирования, значительных вычислительных затрат. Благодаря этому они могут быть реализованы в сигнальных процессорах, хотя использование FPGA для битовых операций более эффективно.

Реализация декодеров Витерби, турбо- и LDPC- декодеров отнимает значительную часть ресурсов процессора, и с успехом может быть выполнена на FPGA.

Символ-ориентированные процедуры, такие как оценка канала, добавление циклического префикса и т.д. более эффективно выполняются на DSP, хотя для выполнения преобразования Фурье предпочтительнее использовать FPGA.

Таким образом, совместное применение FPGA и DSP при проектировании аппаратуры беспроводной связи позволяет достичь высокой эффективности реализации необходимых алгоритмов при условии оптимального распределения вычислительных задач между этими типами устройств.

Литература

1. www.eetimes.com Combining FPGAs and DSPs to get the best performance.
2. www.altera.com Accelerating WiMAX System Design with FPGAs.

ПРОБЛЕМЫ ВЫБОРА ЧАСТОТНОЙ ПОЛОСЫ И ВИДА МОДУЛЯЦИИ ДЛЯ СИСТЕМ ШИРОКОПОЛОСНОГО РАДИОДОСТУПА МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ВОЛН

Кравчук С. А., к.т.н., доц., Лоза В. Я.

НТУУ «Киевский политехнический институт»

e-mail: sakravchuk@ukr.net

Problems of a choice of a frequency bandwidth and modulation kind for a Millimeter Wave Broadband Radio Access Systems

The purpose of the present report is revealing and the decision of problems of a choice of a frequency bandwidth and a modulation kind arising for external of a millimeter wave band systems of fixed and mobile services.

Почти во всех освоенных низкочастотных диапазонах (вплоть до сантиметрового) наблюдается острый дефицит частотных полос для развертывания новых и развития действующих радиосистем. Отсюда большое внимание разработчиков привлекает миллиметровый диапазон длин волн (ММДВ), где доступны широкие частотные полосы для реализации высокоскоростной радиосвязи [1]. Несмотря на множество достоинств ММДВ, а именно, большая информационная емкость, малый уровень промышленных помех, малые массогабариты антенн, ярко выраженные квазиоптические свойства волн, существует целый ряд проблем реализации в ММДВ беспроводных систем доступа. Они связаны с наличием в ММДВ высокого затухания распространения радиоволн и его сильной зависимости от внешних погодных условий, а также имеющихся затруднений в обеспечении высокой стабильности генерирующих устройств и их синхронизации.

Все это привело к тому, что площадь обслуживания систем ММДВ невелика и для создания сотовой сети ММДВ требуется множество базовых станций, что значительно увеличивает стоимость построения такой сети. Поэтому наиболее успешными на данное время проектами реализации систем ММДВ оказались классические радиорелейные системы, фиксированные микросотовые радиосистемы, предназначенные для работы внутри помещений, и наружные системы широкополосного радиодоступа (СШР) с распределенной сотовой архитектурой [2].

В этой связи целью настоящего доклада является выявление и решение проблем выбора частотной полосы и вида модуляции, возникающих для наружных систем ММДВ фиксированной и подвижной служб. Здесь особо следует отметить, что выбор полосы частот и модуляции сильно зависит от принадлежности радиосистемы к фиксированной или подвижной службам. Именно это определяет тип замираний на радиотрассе, а следовательно, и расчетную модель канала. В

наземных системах ММДВ замирания в канале близки к релеевским, причем, с дополнительно наложенными значительными атмосферными затуханиями, что не позволяет задействовать для расчета параметров радиоканала ММДВ модели канала аддитивного белого гауссовского шума (АБГШ).

Самая большая проблема состоит в проведении оценки возможности реализации мобильной системы ММДВ. Еще в 90-х гг. в теоретических работах по мобильной связи [3] значилось, что «существуют практические ограничения для использования столь высоких частот в подвижной связи – явления многолучевых замираний значительно усиливаются при увеличении рабочей частоты. На частотах выше 10 ГГц в дополнение к другим потерям распространения становятся весьма существенными потери в дожде. Поэтому использование частот выше 10 ГГц в подвижной связи нежелательно».

Исходя из анализа национальной таблицы «Распределения полос частот между радиослужбами Украины» для рассматриваемой СШР ММДВ как системы, которая должна быть отнесена к фиксированной и подвижной службам, могут быть выделены следующие полосы частот в длинноволновой части ММДВ (как наиболее освоенной части диапазона аппаратными средствами и элементной базой): 31,5...33,4 ГГц; 39,5...40,5 ГГц; 42,5...43,5 ГГц; 50,2...51,4 ГГц; 54,25...58,2 ГГц и 59...64 ГГц.

Исходя из формулы Шеннона для пропускной способности канала связи очевидно, что чем шире будет выбрана рабочая полоса частот, тем большая скорость передачи может быть достигнута. Однако, проведенные экспериментальные исследования изменения фазочастотной характеристики (ФЧХ) линии связи ММДВ показали, что для радиолиний ММДВ на открытой (вне помещения) трассе для любых погодных условий ФЧХ канала будет неизменной только в сквозной полосе не более 1 ГГц. Кроме этого при расширении полосы частот необходимо поддерживать неизменным отношение сигнал/шум (так как мощность шума растет с расширением полосы приема), что может привести к значительному повышению уровня излучаемой мощности. Другими ограничивающими факторами являются требование к помехоустойчивости радиолинии, возможности реализации требуемого вида модуляции, кодирования, техники доступа, учет эффекта Доплера, а также поддержание по всей длине радиотрассы отношения сигнал/шум не ниже порогового значения для выбранного вида модуляции. В этой связи, полосы частот для прямого канала СШР фиксированной службы не следует выбирать большими сотен МГц, а СШР подвижной службы - десятков МГц. При работе в фиксированной службе с учетом медленных релеевских замираний возможна реализация канальной скорости передачи примерно в 1...2 Гбит/с.

Проблема выбора модуляции для систем ММДВ также неоднозначна. С одной стороны, чем проще вид модуляции (ФМ2, ФМ4, ASK, MSK и др.), тем легче он реализуется на столь высоких частотах. С другой стороны применение видов модуляции с множеством несущих позволяет получать более защищенные радиоканалы от разных видов замираний, что благоприятствует реализации подвижной связи в ММДВ. Однако использование такой модуляции со многими несущими сопряжено с расширением необходимого спектра из-за увеличения расстояния между несущими в рассматриваемой высокочастотной области.

При выборе метода модуляции с одной несущей наблюдается другое противоречие, которое выражается в следующем. Одним из требований к цифровой модуляции для систем подвижной связи является наличие постоянной огибающей. Это связано с необходимостью получения максимально высокого уровня сигнала на выходе нелинейного усилителя. Постоянная огибающая это атрибут фазовой или частотной модуляций. Однако для увеличения полосы частот нужен такой вид модуляции, который не был бы критичен к частотным и фазовым искажениям на краях широкой полосы пропускания – а это может быть наипростейший амплитудный вид манипуляции (АМ). Но если мы хотим иметь мобильную систему, то согласно [4] «При использовании амплитудной модуляции информация содержится в огибающей сигнала. Вследствие явления многолучевых замираний большая часть информации, содержащаяся в амплитуде сигнала, может быть утеряна». Следовательно, АМ может быть успешно применена в фиксированной системе ММДВ, но не в мобильной системе, где предпочтительно использование MSK, OFDM/QPSK или их комбинация с MIMO.

В докладе также приводятся результаты расчетов полос частот с учетом различных дестабилизирующих факторов, медленных и быстрых релеевских замираний, разных видов модуляции и кодирования.

Литература

1. Концепция применения миллиметровых и субмиллиметровых электромагнитных волн в телекоммуникационных информационных системах / Б.М. Булгаков, С.А. Кравчук, Т.Н. Нарытник, В.В. Поповский, С.И. Татарчук // Радиотехника.- 2003.- Вып. 133.- С. 9-19.
2. Кравчук С.А. Система широкополосного радиодоступа миллиметрового диапазона длин волн с распределенной сотовой архитектурой // Электроника и связь. Темат. Выпуск «Проблемы электроники». – 2008.
3. Сухопутная подвижная радиосвязь: в 2 кн. Кн.1. Основы теории / Под ред. В.С. Семенихина и И.М. Пышкина – М.: Радио и связь, 1990. – 432 с.
4. Ли У. Техника подвижных систем связи: Пер. с англ.- М.: Радио и связь, 1985.- 392 с.

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ РАДИОЛИНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДУЛЯЦИИ OFDM В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДНАМЕРЕННЫХ ПОМЕХ

Кувшинов А.В. к.т.н., доцент,
Гурский Т.Г.

*Военный институт телекоммуникаций и информатизации НТУУ «КПИ»
e-mail: taras_gur@ukr.net*

The functioning of radio link based on OFDM-modulation under the influence of jamming

The report is devoted to analysis of main types of jamming and quantitative evaluation of their negative influence on the quality of radio link based on the technology of orthogonal frequency division multiplex.

В настоящее время технология ортогонального частотного мультиплексирования – *OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex)* широко применяется в сетях беспроводного доступа стандартов *IEEE 802.11*, *IEEE 802.16*, системах цифрового радиовещания *T-DAB* и *DRM*, цифрового телевидения *DVB-T*, *xDSL*-модемах. Перспективным является направление использования технологии *OFDM* и в телекоммуникационных системах специального назначения, одним из важнейших требований к которым является обеспечение высокой помехозащищенности, т.е. способности функционировать с требуемым качеством в условиях сложной радиоэлектронной обстановки, в том числе и при создании преднамеренных помех средствами радиоэлектронного подавления [1].

Поэтому, целью доклада является анализ основных видов помех и количественная оценка их негативного влияния на качество работы перспективных радиолиний с использованием модуляции *OFDM*.

Помехами, которые сравнительно просто реализуются в системах РЭП, являются: шумовая заградительная и шумовая помеха в части полосы [1, 2].

Очевидно, что при постановке широкополосной заградительной помехи, которая перекрывает весь спектр радиосигнала, если станция

помех имеет достаточный энергетический ресурс, единственным выходом для системы связи является перестройка на другую рабочую частоту.

Рассмотрим влияние шумовой помехи в части полосы. Если n – общее количество несущих в системе, то несущие, спектры которых перекрывает помеха, обозначим m . Тогда отношение $\rho = m/n$ показывает, в какой части спектра присутствует помеха ($0 \leq \rho \leq 1$). Очевидно, при ограниченном энергетическом ресурсе, перекрывая меньшую полосу спектра сигнала станция помех имеет возможность увеличивать мощность помех в этой полосе.

Исследования показали, что постановщик помех должен выбрать такое значение ρ , при котором вероятность ошибочного приема P_b будет максимальной. Такую помеху будем называть оптимальной шумовой помехой в части полосы.

В случае появления шумовой помехи в части полосы, которая увеличивает вероятность ошибки до недопустимого уровня, целесообразно прекращение передачи полезной информации на m поднесущих, в спектры которых попадает помеха. Наращивание скорости, потерянной из-за отключения части поднесущих, возможно за счет применения многопозиционной модуляции высшего порядка на других поднесущих.

Таким образом, в докладе предлагается математическая модель радиолинии с модуляцией *OFDM*, которая позволяет рассчитать помехоустойчивость с учетом воздействия шумовой заградительной помехи и шумовой помехи в части полосы.

Литература

1. Борисов В.И. и др. Помехозащищенность систем радиосвязи с расширением спектра сигналов методом псевдослучайной перестройки рабочей частоты. – Москва: Радио и связь, 2000. – 384 с.
2. Скляр Бернارد. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1104 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ БЕСПРОВОДНОГО ДОСТУПА ПУТЕМ ЗАДЕЙСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ КОГНИТИВНОГО РАДИО

Кравчук С.А., к.т. н., доц., **Круть В.А.**

Национальный технический университет Украины “КПИ”

e-mail: sakravchuk@ukr.net

Increase of efficiency of use of wireless access systems by the involvement of cognitive radio technology

The report is devoted to disclosing of substantive provisions of new technology Cognitive Radio.

Стремительное развитие беспроводных телекоммуникационных систем, таких как системы сотовой и спутниковой радиосвязи, локальные беспроводные сети и Интернет по технологии Wi-Fi и Wi-MAX, выявили серьезную проблему. Практически весь частотный диапазон к настоящему времени нарезан на полосы частот, распределенный и лицензированный, однако при этом, как показали исследования Федеральной комиссии связи США, спектр, как драгоценный природный ресурс, используется недостаточно эффективно. В результате, внедрение и использование новых услуг, для работы которых необходимо наличие свободных частотных диапазонов, становится затруднительным, а в некоторых случаях совсем невозможным.

Существенным образом повысить эффективность использования спектра позволяет механизм динамического управления спектром, в соответствии с которым вторичным пользователям (не закрепленным за данным частотным диапазоном) предоставляется возможность использовать диапазоны первичных пользователей (закрепленных за данным диапазоном) на время, пока этот диапазон не используется первичным пользователем.

Механизм динамического управления спектром довольно сложный технически, и может применяться только в так называемых интеллектуальных радиосистемах. Отличительной особенностью таких систем, которая выделяет их в отдельную группу, есть способность приобретать и анализировать информацию с окружающей радиосреды,

прогнозировать изменения канала связи и оптимальным образом подстраивать свои внутренние параметры состояния, адаптируясь к изменениям радиосреды.

Для описания таких интеллектуальных радиосистем в 1999 г. Д. Митолой (Joseph Mitola) [1] был предложен термин когнитивное радио CR (Cognitive Radio). Свойство когнитивности (дословно способность к познанию и самообучению) подразумевает способность радиосистемы решать следующие задачи: оценка (мониторинг) так называемой шумовой температуры радиосреды, выявление неиспользуемых на данный момент времени спектральных диапазонов (спектральных дыр); анализ параметров радиоканала, оценка канальной информации, прогнозирование состояния радиоканала; контроль излучаемой мощности и динамическое управление спектром.

Когнитивное радио - это, в сущности, вычислительная модель. В CR заложена информация о собственных интеллектуальных возможностях, а также о действиях над спектром, которые с ним может выполнять пользователь. Эта вычислительная модель накапливает информацию о себе самой, о пользователе и о сетях, а машинное обучение означает, что пользователю не нужно перепрограммировать устройство и снова указывать, что следует делать.

Архитектура CR строится на базе программного обеспечения. Оно может отслеживать особенности аппаратур для того, чтобы программироваться по полосе частот или по режиму использования. Поэтому, вместо того чтобы жестко ориентироваться, например, на полосу 800...900 МГц, можно адаптировать его к полосе частот ISM, или к полосе частот IEEE, или 5 ГГц. CR будет знать, что ему следует делать на основе «накопленного опыта». CR оценивает, как идет распространение радиосигнала, его интенсивность, качество в разных полосах частот. Оно создает свою внутреннюю базу данных, в которой сохраняются сведения о том, что оно может делать, когда и где.

Концепция когнитивного радио была заложена в стандарт IEEE 802.22, который описывает построение беспроводовых региональных сетей WRAN (Wireless Regional Area Network) на базе агрегации радиоспектра разных систем связи и телевидения (TV).

Системы стандарта IEEE 802.22 имеют топологию типа точка-многоточка с центральной управляющей базовой станцией и ряда пользовательских терминалов CPE (Consumer Premise Equipments) как показано на рис. 1. БС контролирует доступ к ресурсам соты и передает в прямом канале данные и управляющую информацию для пользовательских терминалов. Для того, чтобы гарантировать защиту выполнения затребованных сервисов система IEEE 802.22 отслеживает точное соотношение ведущий/подопечный (masters/slave), где роль master выполняет БС, а slave - CPE. БС контролирует все высокочастотные (RF) характеристики системы (модуляция, кодирование, полоса частот и др.), используя при этом измерения CPE. Кроме этого, БС IEEE 802.22 кроме традиционного регулирования передачи данных в соте имеет уникальную функцию распределенного мониторинга среды локализации соты.

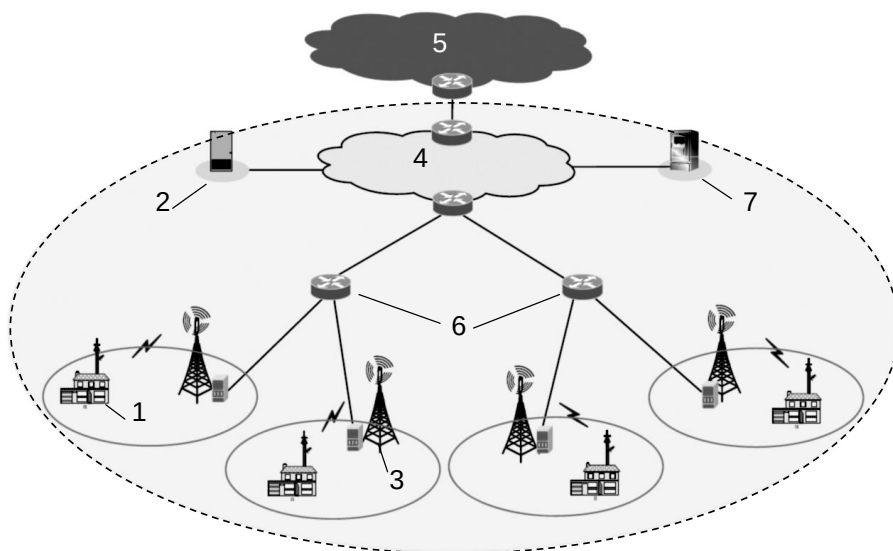


Рис. 1. Иерархия WRAN:

1 - пользовательский терминал; 2 - сервер аутентификации, авторизации и биллинга AAA (Authentication, Authorization and Account Server); 3 - базовая станция WRAN; 4 - IP сеть сервис-провайдера; 5 - внешняя IP сеть; 6 - маршрутизатор управления доступом ACR (Access Control Router); 7 - домашний агент HA (Home Agent)

Литература

1. Joseph Mitola. Cognitive Radio. An Integrated Agent Architecture for Software Defined Radio. - Royal Institute of Technology. – 2000. – С. 304.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ДИСКРИМИНАЦИИ СИГНАЛОВ ПО КРИВИЗНЕ ФАЗОВОГО ФРОНТА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ С ПРОСТРАНСТВЕННЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ

Мазуренко А.В.

Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»

e-mail: maverix@bk.ru

Use of the system of signals division on curvature of phase front of electromagnetic wave for construction of mobile communication system with spatial division multiple access

The given paper is devoted to the brief review of influence of electromagnetic wave phase front curvature on operation of antenna array, on the basis of what construction principles of mobile communication systems with spatial division multiple access are described, and principles of a structure of antenna systems of base station and mobile stations are described too.

Исходя из данных источника [1] появляется возможность разделить в пространстве сигналы не только по азимуту и углу места, но и по дальности путем введения 3-х мерного пространственного разделения каналов (ПРК) за счет использования систем дискриминации сигналов по кривизне фронта (КФ) электромагнитной волны (ЭМВ), что можно использовать в системах мобильной связи с целью увеличения канальной емкости.

Решение задачи для разности фаз между двумя элементами антенной системы (АС) с всенаправленными антеннами в общем виде имеет вид:

$$\Delta\varphi = (2\pi/\lambda) \cdot \left| \sqrt{d^2 + R^2} \pm 2dR\sin\theta - R \right| = (2\pi/\lambda) \cdot d \cdot |(\sin\theta \pm \cos\theta \cdot \operatorname{tg}(\nu/2))| \quad (1)$$

где λ - длина волны; d - расстояние между элементами АС, R и θ - расстояние до источника сигнала и его азимут, ν - угол под которым видно АС с точки настройки.

Направление первого главного лепестка (ГЛ) диаграммы направленности (ДН) АС получим из (1):

$$\tilde{\theta} = \arcsin(d/2R) \quad (2)$$

Как видно из (2) влияние КФ ЭМВ проявляется в разной направленности главного максимума для корреспондентов на разном расстоянии от АС, поэтому для использования 3-х мерного ПРК ширина ГЛ ДН элементов АС:

$$2\theta = \arcsin \left[\left(d/4R_{\min} R_{\max} \right) \cdot \left(\sqrt{4R_{\max}^2 - d^2} - \sqrt{4R_{\min}^2 - d^2} \right) \right],$$

(3)

где $R_{\min}, R_{\max}$ - минимальное, максимальное расстояние зоны обслуживания (ЗО); а также не должна превышать ширины ГЛ ДН всей АС.

Из (1) видно, что влияние кривизны не равномерно по азимуту, что предполагает к увеличению секторизации ЗО, имеющую форму круга.

Пространственная избирательность как по азимуту так и по расстоянию:

$$\alpha = 10 \lg \left[2 \sin \left(0,5 \left| \Delta \varphi_1 - \Delta \varphi_2 \right| \right) \right], \text{ дБ},$$

(4)

где $\Delta \varphi_1, \Delta \varphi_2$ - разности фаз, создаваемые сигналами двух разных источников между антеннами АС; причем избирательность по азимуту постоянна, а по расстоянию уменьшается с отдалением корреспондента от АС. Размер зоны пространственной избирательности зависит от необходимого отношения сигнал/шум, что через (4) и (1,3) определяет параметры АС и ее элементов.

Исходя из изложенных требований, элементами АС базовой станции могут быть зеркальные антенны с облучателем в виде антенной решетки.

АС мобильных станций могут быть антенные решетки с формированием узкого ГЛ ДН путем переноса сигнала вверх по частоте и только на прием.

Литература

1. Никитченко В.В., Гладких С.Н., Вихлянец П.С. Анализ возможностей дискриминации источников радиоизлучения по кривизне фронта волны.// Известия ВУЗов. Радиоэлектроника. - 1988. – Том 31 №7 - с. 59-62.

**ПРИМЕНЕНИЕ В СИСТЕМАХ ШИРОКОПОЛОСНОГО
РАДИОДОСТУПА МОДУЛЯЦИИ НА НЕСКОЛЬКИХ НЕСУЩИХ
ДЛЯ СНИЖЕНИЯ МЕЖСИМВОЛЬНОЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ В
КАНАЛАХ С ЧАСТОТНОСЕЛЕКТИВНЫМИ ЗАМИРАНИЯМИ**

Гудыменко И.А., Кравчук С.А., к.т.н., доц.

Національний технічний університет України «КПІ»

e-mail: sakravchuk@ukr.net

**Application of multicarrying modulation in broadband radio access systems for
reduction in an intersymbol interference in channels with frequency-selection fading**

A comparison of multi-carrier modulation based on OFDM with Conventional DS-CDMA is provided.

В настоящее время ведётся широкая дискуссия по поводу того, какая технология передачи является лучшей в отношении борьбы с межсимвольной интерференцией (МСИ) в каналах с частотноселективными замираниями (со временем задержки порядка длительности символа): модуляция на нескольких несущих или на одной несущей.

Технологии, использующие принцип модуляции на нескольких несущих со временем задержки распространения сигнала, сравнимым с длительностью символа, уже нашли свое применение в системах широкополосного радиодоступа (СШР), поскольку они имеют ощутимое преимущество над системами, в которых применяется коррекция последствий временной задержки распространения сигнала во временной области. При использовании последних, требования к вычислительной производительности системы ощутимо возрастают.

Отсюда, все больше современных СШР в целях компенсации МСИ используют принцип модуляции на нескольких несущих или метод расширения спектра [1]. Поэтому представляет интерес сравнение технологий OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) и расширения спектра методом прямой последовательности DS-CDMA

(Direct Sequence CDMA) в приложении к построению СШР следующего поколения с целью выявления преимуществ применения принципа модуляции на нескольких несущих к СШР. Именно этому и посвящен настоящий доклад.

Из-за практически прямоугольной спектральной формы OFDM сигнала, что достигается большим количеством ортогональных поднесущих, OFDM имеет высокую спектральную эффективность. Кроме этого, в OFDM достаточно просто можно реализовать гибкое управление спектром (так называемая адаптация спектра) [2].

К достоинствам технологии CDMA следует отнести простое частотное планирование в сотовых сетях, устойчивость к задержкам в условиях мнолучёвости. Последним свойством также обладает и технология OFDM (вследствие наличия защитного интервала) [1-3].

Наряду с вышеперечисленными достоинствами, технология CDMA при использовании в многоабонентской СШР в условиях ограниченной доступной полосы частот имеет ряд недостатков: интерференция множественного доступа MAI (multiple access interference), сложная структура приёмника (в условиях мнолучёвости RAKE приёмник должен иметь достаточное количество ветвей) и подверженность одно- и многочастотным помехам (в условиях ограниченной полосы частот) [4].

OFDM, напротив, позволяет реализовать приёмник невысокой сложности благодаря отсутствию межсимвольной и межканальной интерференции при условии наличия защитного интервала достаточной длительности и сравнительно простой цифровой реализации с помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ). Более того, к каждой поднесущей OFDM сигнала может быть применен разный тип модуляции. Также, для процесса демодуляции не требуется информация о состоянии канала [1].

Платой за вышеперечисленные достоинства OFDM является, в отличие от DS-CDMA, высокий пик-фактор OFDM-сигнала, что негативно отражается на КПД передатчика, а следовательно и на его стоимости. Технология OFDM очень чувствительна к доплеровскому сдвигу и требует тщательной синхронизации по частоте. Использование защитного интервала, кроме очевидного полезного эффекта, ведёт к уменьшению спектральной эффективности OFDM.

Из проведенного анализа достоинств и недостатков каждой из рассмотренной технологии, очевидно, что в перспективных СШР лучше использовать гибридную технологию, обладающую достоинствами проанализированных технологий. Наиболее перспективным, с нашей точки зрения, является объединение OFDM и CDMA, то есть задействование MC-CDMA или MC-DS-CDMA. Из-за высокой спектральной эффективности и низкой сложности приёмника MC-CDMA эта технология может быть использована для прямого канала (базовая станция - пользователь), а для обратного канала можно применить MC-DS-CDMA как технологию, обладающую достаточно низким пик-фактором, что позитивно скажется на энергетике абонентских терминалов.

Литература

1. Goldsmith A. Sample chapters from wireless communications. – London: Cambridge University Press, 2005. – С. 141-142.
2. Fazel K., Kaiser S. – Carrier and Spread Spectrum Systems. – John Wiley & Sons Ltd. – Chichester, 2003. – С. 30-37.
3. Lawrey E. The suitability of OFDM as a modulation technique for wireless telecommunications, with a CDMA comparison: Дис. доктора физ.-мат. наук: 01.10.1997. – С. 77-84.
4. Kaiser S., Hagenauer J. Multi-carrier CDMA with iterative decoding and soft-interference cancellation. – IEEE Global Telecommunications Conference. – Phoenix, USA, 1997. – С. 6-10.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МОДЕЛЕЙ КАНАЛОВ МІМО С УЧЕТОМ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ И ДОСТИЖИМОЙ ВЕРОЯТНОСТИ ПОЯВЛЕНИЯ ОДНОБИТОВЫХ ОШИБОК

Миночкин Д.А., Кравчук С.А., к.т.н., доц.
НТУУ “Киевский политехнический институт”
e-mail: dminochkin@mail.ru

Comparative rating of MIMO channels models in view of capacity and achievable bit error rate

Multiple-input multiple-output (MIMO) systems offer the possibility to set up multiple independent transmission paths. For this reason, the channel capacity increases under idealistic assumptions linearly with the number of transmit antennas.

Рост требований к высокой скорости передачи и качеству обслуживания (QoS) беспроводных систем требует использования новых технологий для увеличения спектральной эффективности и надежности линий связи. Одной из возможных технологий являются МІМО-системы, преимуществом которых заключается в их высокой информационной пропускной способности в условиях глубоких замираний и частотно-селективных каналах. Их можно использовать и в беспроводных фиксированных системах широкополосного радиодоступа, и в сетях мобильной связи.

К настоящему времени существует целый ряд разработок по использованию МІМО для передачи данных, но большая их часть основана на предположении об идеальной среде передачи. Канал передачи часто считается некоррелированным и имеющим идеальные статистические характеристики, что обычно не соответствует реальным схемам передачи. Поэтому целью доклада является рассмотрение моделей канала МІМО, позволяющих описать реальную среду, в частности корреляцию приемной и передающей антенн.

При синтезе МІМО систем проводится сравнение пропускной способности канала МІМО и SISO. В обоих случаях предполагается что у передатчика отсутствует информация о канале, тогда как приемник имеет полную информацию о нем. Пропускная способность системы передачи SISO определяется формулой Шеннона. Для систем МІМО

рассматриваются два вида пропускной способности: эргодическая (средняя) пропускная способность и пропускная способность при наработке на отказ, которая показывает выигрыш от разнесенной передачи [1].

Рассматриваются модели каналов ММО в сравнении с идеальной моделью канала с матрицей передачи $\mathbf{H}$, элементы h_{ij} которой независимы. Эта модель в большинстве случаев не описывает реальный канал.

Первая из рассматриваемых моделей известна как модель «Кroneкера» [2]. Данная модель учитывает корреляцию между передающими и приемными антеннами. Результаты моделирования в некоторых случаях совпадают с реальным каналом в отношении пропускной способности, однако в отношении вероятности появления одноканальных ошибок BER (Bit Error Rate) совпадение не достаточное.

Недостаток этой модели в том, что матрицы корреляции необходимо вычислять по данным измерений реальных систем. Однако данную модель можно хорошо адаптировать к реальному каналу.

Отличительной особенностью другой модели является возможность изменения параметров канала, таких как угловой спектр мощности $P(\phi)$, угловое рассеивание σ , число рассеивателей S . Угловое рассеивание σ обычно выбирается небольшим, между 3° и 12° . Число рассеивателей не сильно влияет на пропускную способность. На рис. 1 показана зависимость пропускной способности от отношения сигнал-шум при различных вариантах измерений.

Эта модель является более общей. Ее преимуществом является то, что в ней нет ни одного параметра, который необходимо брать из результатов измерений.

Таким образом, результаты моделирования показывают, что для описания канала передачи необходимо учитывать пропускную способность канала и BER. Затруднено оценивать канал только по значениям BER, вследствие его сильной зависимости от типа используемого приемника.

Нельзя сделать однозначный вывод о соответствии рассмотренных моделей реальному каналу. Можно только оценить, что модель

соответствует в отношении BER приемника или в отношении пропускной способности канала.

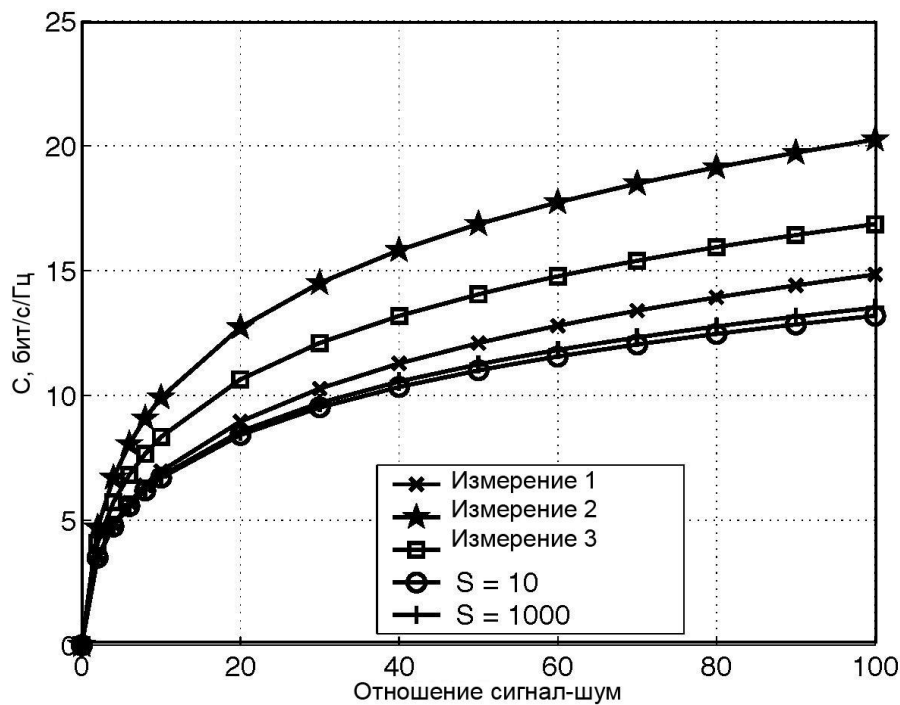


Рис. 1. Зависимость пропускной способности от отношения сигнал-шум при различных вариантах измерений

Литература

1. Кравчук С.О., Міночкін Д.А. Моделювання радіотракту MIMO систем // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – Вип. № 5. – К.: ВІКНУ, 2006. – с. 62.
2. A stochastic MIMO radio channel model with experimental validation / J.P. Kermoal, L. Schumacher, K.I. Pedersen, P.E. Mogensen, and F. Frederiksen // IEEE Journal on Selected Areas in Communications.- 2002. -vol. 20, №8.- P. 1211–1226.

ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ СВЧ УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ С ГАРАНТИРОВАННЫМИ ЧАСТОТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ СИСТЕМ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И АНАЛИЗ ПУТЕЙ ИХ РЕШЕНИЯ

Геращенко А.М.

ДонНТУ

e-mail: 120762@rambler.ru

The problems of RF power amplifier design with assured frequency characteristics for wireless telecommunication systems and analysis of the ways of their solution

This article describes a solution for one of the most important problem for RF power amplifier design process. Proposed analog predistortion circles can improve linearity of power amplifier characteristics and minimize intermodulation distortions in output RF signal.

Одной из основных проблем, возникающих при построении усилителей мощности для передатчиков систем беспроводной связи, является обеспечение высокой степени линейности передаточных характеристик. Особо остро стоит данная проблема для усилителей базовых станций систем третьего и четвёртого поколений мобильной связи, поскольку использование сложных комплексных методов модуляции радиосигнала, требования обеспечения высокой спектральной эффективности, использование методов доступа с ортогональным частотным разделением каналов требует минимизации интермодуляционных искажений и паразитных спектральных компонент в соседних каналах.

Проблема обеспечения линейности усилителя тесно связана с проблемой высокой энергетической эффективности, поскольку степень линейности характеристик УМ зависит от выбора того или иного класса работы активного элемента. Требования высокой энергетической эффективности предъявляются с целью минимизации поглощения энергии источника питания, упрощения охлаждающих систем усилителя мощности.

Работа усилителя в высокоэффективном классе с отсечкой (В,С, АВ) снижает линейность передаточных характеристик УМ. Компромисс

находится путём использования дополнительных внешних систем линеаризации.

Одним из вариантов является использование звена предварительного искажения с целью компенсации нелинейностей непосредственно усилителя мощности.

Предлагается использовать два аналоговых звена предварительного искажения на основе диодов, одно из которых является звеном пассивного типа, другое активного. Производится моделирование усилителя в сочетании с каскадами предискажения с целью получения основных показателей качества сигнала на выходе усилителя мощности и установления лучшего схемотехнического решения среди двух вариантов диодных звеньев предискажения, обеспечивающего большую степень линейности характеристик УМ.

Анализ проводится путём оценки таких показателей как ACPR (adjacent channel power ratio) – отношение уровней спектральных компонент сигнала в соседнем канале к уровню сигнала в данном, рассматриваемом канале, а также EVM (Error vector magnitude) – модуль вектора ошибки между векторами искажённого и идеального сигналов.

Результаты моделирования показали, что звено активного типа обеспечивает снижение показателя ACPR на 40 дБ по сравнению со значением ACPR сигнала без использования предварительного искажения, в то время как звено пассивного типа - лишь на 20 дБ.

Значения показателя EVM при использовании звена активного типа в среднем равно 6%, в то время как для звена пассивного типа – 16%.

Таким образом звено предискажения активного типа обеспечивает большую степень линейности характеристик усилителя мощности и является наиболее приемлемым.

Литература

1. “Nonlinear microwave and RF circuits”, Stephen A. Maas, Artech House, 2003
2. “Линейные транзисторные усилители СВЧ”, Н.З.Шварц, Сов. Радио, 1980

ФИЛЬТРАЦИЯ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ БОКОВЫХ ЛЕПЕСТКОВ В СПЕКТРЕ КВАДРАТУРНЫХ МОДУЛИРУЮЩИХ СИГНАЛОВ

Корнеева Г.В.

ГУП НПП “СПУРТ”, г. Москва

e-mail: Korneeva.g@mail.ru

Любой передаваемый по радиоканалу сигнал должен иметь конечную полосу частот, так как для каждого радиоканала выделяется в эфире строго ограниченная полоса частот.

Спектр модулированного колебания при использовании классических методов модуляции по определению занимает относительно узкую (по отношению к несущей частоте) полосу частот в непосредственной близости от несущей частоты. При прохождении модулированного сигнала через передатчик, эфир и приемник его спектр не должен искажаться. Иными словами, идеальный радиоканал в целом должен быть линейным и широкополосным по отношению к модулированному колебанию, а его импульсная характеристика должна удовлетворять критерию Найквиста. Любые неконтролируемые нелинейные эффекты или ограничения полосы частот модулированного сигнала приводят к межсимвольной интерференции, искажающей передаваемую информацию.

В статье показаны некоторые методы сглаживания сигнала на выходе цифрового передатчика сигналов. Выполнен сравнительный анализ рассматриваемых видов модулирующих сигналов. Показаны формы радиосигнала и его спектральные характеристики. Главная задача заключалась в том, как реализовать фильтрацию модулирующих сигналов для бинарной фазовой модуляции на базе новых микросхем с помощью программных и аппаратных средств и обеспечить подавление боковых лепестков в спектре модулирующего сигнала.

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СИГНАЛОВ РЕЧЕВЫХ КОДЕКОВ

Янсонс Я.В.

*Военный институт телекоммуникаций и информатизации НТУУ «КПИ»
e-mail: Yanis.El@list.ru*

The method of quality increase the speech codecs signals

The new method of quality increase the recovered speech signal is offered. This method is based on determination of speech frame structure and differentiated defence of the structured frame, that allows to maximize the quality of received speech signal.

Значительную часть информации в телекоммуникационных системах составляет речевая информация. За последнее время значительно повысились требования предъявляемые к качеству передаваемой информации. Качество в свою очередь зависит от способности системы противостоять помехам действующим в канале передачи.

Метод позволяет повысить качество передаваемой речевой информации путем создания канальной структуры кадра речи и дифференцированной защиты полученной структуры.

Под созданием канальной структуры кадра речи понимается следующее:

- определение количества групп, по степени влияния на качество восстановленного сигнала, в рассматриваемом кадре;
- определение наполнения групп (распределение определенных бит параметров по соответствующим группам);
- определение номиналов скоростей выбранного семейства помехоустойчивых кодов для каждой из групп.

Критерием выбора одной структуры из всего ансамбля возможных, является минимальное значение ожидаемого искажения для определенного множества скоростей в пределах заданной пропускной способности канала связи.

Ожидаемое искажение для определенного множества скоростей R , и варианта размещения m бит по f_r будет иметь следующий вид:

$$F^m(e, R) = \sum_{j=1}^{f_r} \sum_{i=1}^t P_{n_j}^m(R, t) \cdot e_{f_r}^m(t), \quad (1)$$

где $e_{f_r}^m(t)$ - значение усредненной ошибки качества речи подкадра f_r , в случае варианта m размещения бит;

$P_{n_{f_r}}^m(R, t)$ - вероятность ошибки декодирования кратности t , для множества скоростей R ;

n_{f_r} – количество бит в подкадре f_r .

Исходными данными для использования метода являются:

- N – количество бит в кадре речи;
- fr – максимальное количество подкадров основного кадра;
- $\hat{Q}^t$ – множество всех возможных значений объективного качества речи при максимальной кратности ошибки t ;
- t – максимальное значение рассматриваемой кратности ошибки в канале связи;
- P_{KC} – вероятность ошибки в канале связи;
- $C_1, \dots, C_z$ – семейство канальных кодов, характеризующиеся своими исправляющей способностью и скоростью;
- $p(r_z)$ – вероятность ошибки декодирования канального кода со скоростью r_z ;
- V_{kc} – пропускная способность канала связи.

Результат применения метода – канальная структура кадра речи, дифференцированная защита полученной структуры. Полученная структура включает в себя количество областей группирования бит параметров в соответствии со степенью влияния на восстановленный сигнал, распределение конкретных бит по областям, параметры корректирующего кода каждой области. Итоговая структура позволяет получить максимальное качество передаваемого речевого сигнала.

Таким образом, предложен способ позволяющий определить канальную структуру кадра речи, при которой обеспечивается минимизация значения ожидаемого искажения качества передаваемых речевых данных.

Использование метода было рассмотрено на примере кодека речи типа MELP (Mixed Excitation Linear Prediction – линейное предсказание со смешанным возбуждением) на скорости 2.4 Кбит/с [3].

Практическое применение разработанного способа позволяет оценить полученный эффект, который обеспечивает повышение степени защищенности речевого сигнала на 10-15%.

Литература

1. Стрюк А.Ю., Янсонс Я.В. Методика исследования помехоустойчивости параметров кодеков речи с использованием оценок PESQ // Информационные технологии и компьютерная инженерия. – 2007. - № 1(8). - С. 130.
2. Стрюк А.Ю., Янсонс Я.В. Методика исследования помехоустойчивости бит параметров низкоскоростных кодеков речи // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2007. - № 5. - С. 160.
3. L.Supplee, R.Cohn, J.Collura, A.McGree "A 2,4 kbit/s MELP- New U.S. Federal Standard" Proceedings of ICASSP, IEEE, pp.1591-1594, 1997.
4. Todd K. Moon, Error correction codes (Mathematical methods and algorithms). – Hoboken, New Jersey. – John Wiley & Sons, Inc., 2005. – 804 p.

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВНОЙ МЕТРИКИ МАРШРУТИЗАЦИИ В МОБИЛЬНЫХ СЕТЯХ С ТЕХНОЛОГИЕЙ MPLS

Максимов В.В., к.т.н., доц.

Институт Телекоммуникационных Систем НТУУ «КПИ»

e-mail: maks@densoft.com.ua

Composite metric routing optimization in mobile networks using MPLS technology

The given QoS parameters in mobile networks are being reached while using the composite metric routing. It is shown that the optimization of the latter can be performed by using two or more stable routes with the demanded QoS parameters.

В мобильных сетях с технологией MPLS необходимые параметры QoS предоставляются на уровне протокола маршрутизации за счет использования составной метрики маршрутизации, представляющей собой комбинацию основных параметров, определяющих качество обслуживания для заданного типа трафика, а также за счет повышения устойчивости виртуальных соединений путем сокращения количества ремаршрутизаций. Согласно [1] составная метрика оптимального маршрута пути $P(v,u)$ между узлами v и u , определяется как:

$$M(v,u) = (K_1 B(v,u) + (K_2 B(v,u)/(256 - L(v,u)) + K_3 D(v,u)) \times K_5 / (\lambda(v,u) + K_4), \quad (1)$$

где $B(v,u)$ – минимальная пропускная способность пути $P(v,u)$; $L(v,u)$ – относительная загруженность пути $P(v,u)$; $D(v,u)$ – время задержки передачи информации; $\lambda(v,u)$ – устойчивость пути $P(v,u)$; K_1, K_2, K_3 – соответственно, весовые коэффициенты пропускной способности, загрузки, задержки, K_4 и K_5 – соответственно, первичный и вторичный весовые коэффициенты устойчивости соединения, которые учитывают степень влияния характеристик каналов связи на метрику маршрутизации.

При определении граничными маршрутизаторами оптимальных путей между узлами v и u для расстановки меток возможны следующие

случаи: 1) выбор пути с оптимальным числовым значением составной метрики с последующей реламшрутизацией при выходе из строя какого-нибудь ребра данного пути; 2) при равных числовых значениях составных метрик выбор любого пути с последующей реламшрутизацией при выходе из строя какого-нибудь ребра выбранного пути; 3) оптимизация составной метрики по критерию устойчивости составного пути.

Первый случай рассмотрен в [2], решение второго аналогично первому. Для третьего случая минимизацию составной метрики можно осуществить объединением нескольких виртуальных путей, из которых будет складываться составной путь $P(v,u)_{\text{сост}}$ между узлами v и u . В случае объединения путей с одинаковыми параметрами составная метрика составного пути определится как

$$M(v,u)_{\text{сост}} = (K_1 B(v,u) + (K_2 B(v,u)/(256 - L(v,u)) + K_3 D(v,u)) \times K_5 / (\lambda(v,u)_{\text{сост}} + K_4). \quad (2)$$

Оптимизация составной метрики $M(v,u)_{\text{сост}}$ по критерию устойчивости составного пути возможна при условии $K_4 < \lambda(v,u)_{\text{сост}}$. Устойчивость составного пути может быть определена как

$$\lambda(v,u)_{\text{сост}} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - \lambda(v,u)_i), \quad (3)$$

где $\lambda(v,u)_i$ – устойчивость i – го пути, n – количество параллельных виртуальных путей в составном пути.

На рисунках 1, 2 представлены, соответственно, данные расчетов зависимости $\lambda(v,u)_{\text{сост}} = f(n)$ и $M(v,u)_{\text{сост}} / M(v,u) = f(n)$ при $\lambda(v,u)_1 = \lambda(v,u)_2 = \dots = \lambda(v,u)_i = \lambda(v,u)$, $B(v,u)_1 = B(v,u)_2 = \dots = B(v,u)_i = B(v,u)$, $L(v,u)_1 = L(v,u)_2 = \dots = L(v,u)_i = L(v,u)$, $D(v,u)_1 = D(v,u)_2 = \dots = D(v,u)_i = D(v,u)$ и равенстве весовых коэффициентов K_1, K_2, K_3, K_4, K_5 для всех i – х путей, используемых в составном пути для следующих значений $\lambda(v,u)_i = 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 0,99$.

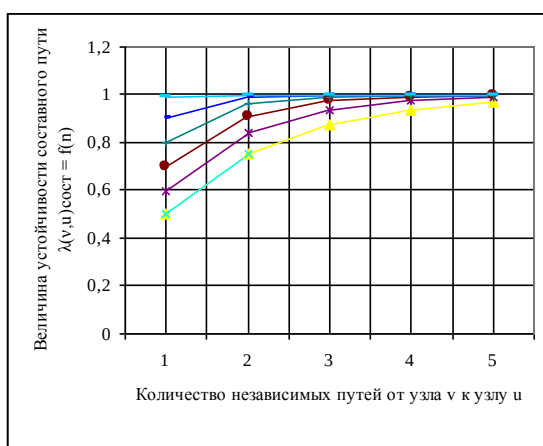


Рис. 1

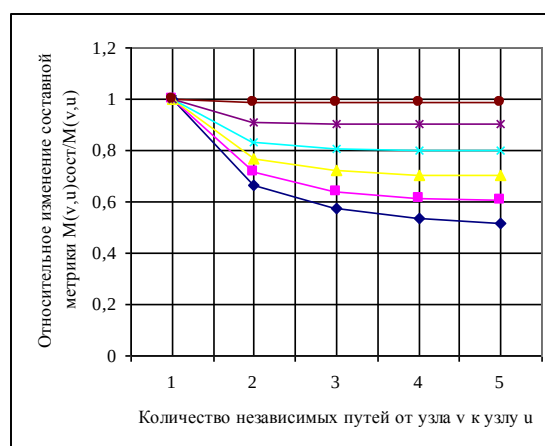


Рис. 2

Из проведенных вычислений можно сделать вывод о том, что наибольшая оптимизация достигается при наименьшей устойчивости объединяемых путей (от 1,5 до 1,94 при $\lambda(v,u)_i = 0,5$) и наименьшая при наибольшей устойчивости объединяемых путей (от 1,01 до 1,0101 при $\lambda(v,u)_i = 0,99$). Наибольший эффект достигается при объединении двух путей (начиная с $\lambda(v,u)_i = 0,8$ выигрыш при объединении двух и более путей составляет от 1,2 до 1,2496). Полученный результат является максимально достижимым при использовании путей с одинаковыми параметрами пропускной способности, загрузки, задержки, но разными устойчивостями.

Литература

1. Клименко И.А., Аленина Н.А., Мухаммед Эль Амин Бабицер. Маршрутизация с заданными параметрами QoS в мобильных сетях с технологией MPLS // Проблемы інформатизації та управління. Зб. наук. пр. – К: НАУ, 2006. – Вип.. 17. – С.81 – 84.
2. Клименко И.А. Способ динамической маршрутизации с поддержкой требуемого качества обслуживания в мобильных сетях без фиксированной инфраструктуры // Проблемы інформатизації та управління. Зб. наук. пр. – К: НАУ, 2005. – Вип.. 15. – С.102 – 112.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛОВЫХ КООРДИНАТ ИСТОЧНИКОВ РАДИОПОМЕХ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В БЛИЖНЕЙ ВОЛНОВОЙ ЗОНЕ

Авдеенко Г.Л.

Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»

e-mail: django2006@rambler.ru

The radiation sources bearing angles determination in the near-field zone

The possibility of the radiation sources bearing angles determination in the near-field zone using modified direction-finding methods are shown.

В настоящее время для борьбы с источниками радиопомех (ИР) в системах радиолокации и радиосвязи широко используются адаптивные антенные решетки (АР), которые в большинстве случаев не требуют наличия априорной информации о количестве и пространственном положении ИР. Однако, иногда может возникнуть необходимость получения с помощью АР некоторой информации об ИР, а именно: 1) количество и их угловое положение (пеленг); 2) волновая зона их расположения (ближняя, дальняя).

Первая задача достаточно эффективно в настоящее время решена для узкополосных радиосигналов с плоскими волновыми фронтами в дальней зоне с помощью известных с 60-х годов прошлого века алгоритмов пеленгации (Кейпона, ESPRIT, MUSIC и т.д) с использованием цифровых АР [1]. Однако, при наличии кроме ИР, расположенных в дальней зоне, хотя бы одного ИР в ближней зоне, приводит к невозможности определения его пеленга известными пеленгационными алгоритмами. Это обусловлено наличием в них ограничений на форму волнового фронта, заложенных в оценочный вектор, характеризующий амплитудно-фазовое распределение электромагнитного поля на входах элементов АР (например, в алгоритмах Кейпона и MUSIC). Учитывая специфику ближней зоны, заключающейся в нелинейной зависимости фазового сдвига между соседними элементами АР от пеленга и дальности до ИР, можно получить модифицированный пеленгационный алгоритм, осуществляющий обзор пространства не только по пеленгу, но и по дальности.

Таким образом, введя оценочный вектор для сферического волнового фронта, позволяющего учитывать кривизну фронта ИР, при заданной геометрической конфигурации АР процесс определения количества и пеленгов ИР, расположенных как в дальней так и в ближней зонах можно представить как:

- 1) определение количества ИР в дальней зоне по максимуму функции выходных сигналов пеленгационного алгоритма $F_{д.з}(\theta)$;
- 2) вычисление функции $F(\theta, r)$ в нескольких точках ближней зоны на фиксированных дальностях r_k : $r_1 = R_{д.з}$, $r_2 = 0,75R_{д.з}$, $r_3 = 0,5R_{д.з}$, $r_4 = 0,25R_{д.з}$, $r_5 = 0,125R_{д.з}$ и т.д., где $R_{д.з}$ – граница дальней зоны;
- 3) определение из полученной совокупности дальностей в ближней зоне $(r_1, \dots, r_k)$ той пары смежных значений (r_i, r_{i+1}) , описывающих диапазон дальностей $\Delta r = r_i - r_{i+1}$, при которых наблюдаются максимальные «всплески» функции $F(\theta, r)$, т.е конкретизация той части зоны, в которых находятся ИР;
- 4) разбиение диапазона Δr на поддиапазоны с шагом δr (т.е $\Delta r = N\delta r$) и вычисление функции $F(\theta, r)$ в точках $r_n = r_i + n \cdot \delta r$, $n = 1 \dots N$.
- 5) определение по полученной совокупности $(F(\theta, r_1) \dots F(\theta, r_n))$ искомой дальности d и пеленга β ИР по правилу $(d, \beta) = \arg \max(F(\theta, r_i))$, $i = 1 \dots N$, причем оценка дальности будет тем точнее, чем меньше шаг δr .
- 6) определение общего числа ИР по максимумам суммарной функции $F_{\Sigma}(\theta) = F_{д.з}(\theta) + F(\theta, d)$.

Процесс поиска пеленга ИР в ближней зоне имеет сходство с обработкой сигнала во временной области при его приеме на согласованный фильтр в том смысле, что в данном случае за счет изменения (подбора) дальности r осуществляется настройка или пространственное согласование АР с кривизной волнового фронта ИР. При совпадении кривизны волнового фронта ИР с кривизной фронта, заложенной в оценочный вектор АР при искомой дальности d , наблюдается максимальный «всплеск» функции $F(\theta)$ на пеленге β этого ИР.

В заключение на рис. 1 показаны результаты моделирования работы алгоритма Кейпона при наличии двух источников узкополосных АМ радиопомех одинаковой мощности, несущая которых промодулирована

двумя тоновыми сигналами, один из которых находится в ближней зоне. Параметры источников: несущая частота $f = 1,575 \text{ ГГц}$; первый источник (ближняя зона $d = 0,25R_{\text{ДЗ}}$): тоновые сигналы $f_1 = 10 \text{ КГц}$, $f_2 = 20 \text{ КГц}$, пеленг $\beta_1 = 30^\circ$; второй источник: тоновые сигналы $f_1 = 100 \text{ КГц}$, $f_2 = 150 \text{ КГц}$, пеленг $\beta_2 = -45^\circ$. Параметры АР: эквидистантная, количество элементов=20, расстояние между соседними элементами $L = 0,5\lambda$, $\lambda = 0,19 \text{ м}$. Из рис. 1 видно, что по мере приближения к АР в ближней зоне, обнаруживается второй ИР.

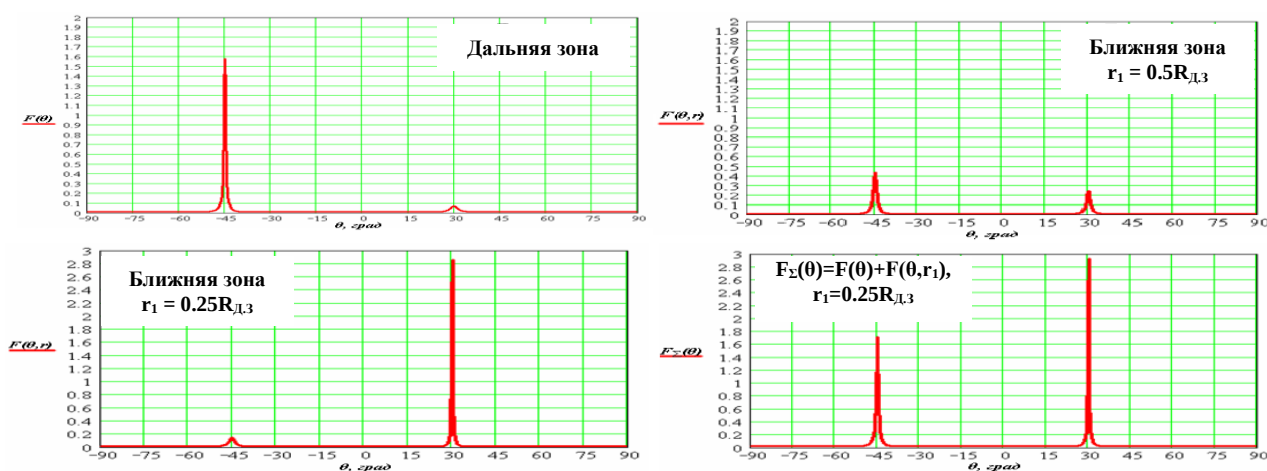


Рис.1

Литература

1. Бондаренко Б.Ф., Сащук И.Н., Тимчук В.Ю. Сравнительная оценка эффективности обнаружителей шумовых сигналов, реализованных на основе алгоритма Кейпона и оптимального алгоритма. // Радиозлектроника. – 2004. – №2. – с.34-41.(Известия ВУЗов).
2. Пространственно-временная обработка сигналов /И.Я. Кремер, А.И. Кремер, В.М. Петров и др.; под ред. И. Я. Кремера.– М.: Радио и связь, 1984. – 224 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В АНТЕННЫХ РЕШЕТКАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОБЪЁМНЫХ МАТРИЦ

Гелесев А.И., д.т.н, профессор; **Якорнов Е.А.**, к.т.н, профессор
Авдеенко Г.Л.

*Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»
e-mail: django2006@rambler.ru*

The features of the modern space-time processing methods with antenna arrays

Described the merits and demerits of the modern space-time processing methods with antenna arrays.

В настоящее время пространственно-временная обработка (ПВОС) эффективно используется в радиотехнических системах (РТС) с антенными решетками (АР) для повышения их помехозащищенности в сложной сигнально-помеховой обстановке. Широкое применение фазовращателей (ФВ) вместо управляемых линий задержки (УЛЗ) в каналах АР обусловлено большими массо-габаритными показателями, стоимостью и сложностью управления УЛЗ по сравнению с ФВ. Однако применение УЛЗ в АР не накладывает никаких ограничений на полосу частот принимаемого сигнала и линейные размеры АР по сравнению с АР с ФВ, которые требуют обеспечения условия пространственно-временной узкополосности $(\Delta f_s)^{-1} \gg \Delta t_{\max}$, где Δf_s - ширина спектра сигнала, $\Delta t_{\max}$ - максимальное время задержки сигнала по раскрытию АР [1]. Это условие накладывает ограничение либо на ширину спектра сигнала, либо на размеры раскрытия АР, либо на то и на другое вместе. Кроме того, выполнение этого условия позволяет пренебрегать временным запаздыванием огибающей сигнала в раскрытии АР, вследствие чего можно факторизировать (разделить) пространственную и временную структуры сигнала и рассматривать их независимо друг от друга. Обеспечение синфазности сигналов после различных элементов АР получают путем управления пространственной структурой сигнала таким образом, чтобы устранить фазовые набеги, определяемые пространственными параметрами сигнала и АР.

На первом этапе развития РТС пространственная обработка электромагнитного поля (ЭМП) в дискретном раскрые АР осуществлялась отдельно от временной обработки, и более того, рассматривалась независимо. В соответствии с этим синтез и анализ двух основных этапов обработки проводился на базе самостоятельных и малосвязанных между собой теорий: пространственная – на основе теории антенн, временная – на базе статистической теории оптимального приема сигналов на фоне помех.

К настоящему моменту времени ввиду развития различных типов дискретных АР и цифровых средств обработки информации наметился переход к совместной ПВОС, дискретизированной этапах как пространственной, так и временной обработки.

Для математического описания сигналов в АР применяются векторно-матричные величины, когда пространственно-временной сигнал в АР может быть представлен вектор-столбцом пространственных отсчетов $\mathbf{x}(t)^T = [x_1(t), \dots, x_n(t)]^T$. Такая дискретизация хорошо согласуется с реальной пространственной дискретизацией скалярного ЭМП, выполняемой в АР.

При дискретизации во временной области в каждом канале АР необходимо исследовать блочный вектор $\mathbf{x} = [\mathbf{x}_m]$, каждый элемент которого представляет собой вектор-столбец J временных отсчетов m -го пространственного канала АР, т.е. $\mathbf{x}_m = [x_m(t_l)]$, $l = \overline{1, J}$. Использование общей нумерации приводит к рассмотрению MJ – мерного вектора $\mathbf{x} = [x_i]$, $i = \overline{1, MJ}$ [1]. Такая математическая модель приводит к уже неразделяемым друг от друга этапам пространственной и временной обработки, вследствие чего теряется физическая суть отдельных этапов ПВОС, что в свою очередь, не позволяет синтезировать алгоритмы, адекватные этапам дискретной обработки не только в пространственной, но и во временной областях с применением двумерных матриц. Другим недостатком аналитических выражений, представляющим неразделяемые друг от друга этапы пространственной и временной обработки в виде одной общей структуры приводит к большому объему вычислительных операций, обусловленных размерностью обрабатываемых векторов и матриц, которые к настоящему моменту очень трудно реализовать. Поэтому для снижения объема вычислительных операций, в первую очередь, и для

получения физически понятных результатов обработки во вторую – в синтезированных алгоритмах осуществляют либо переход от временной дискретизации к непрерывным процессам, либо не проводят временную дискретизацию, а ограничиваются только пространственной, при сохранении непрерывности временной. Переход к непрерывным процессам во временной области в теории ПВОС приводит к необходимости решения интегральных уравнений, вследствие чего приходится ограничиваться рассмотрением помех типа «белого шума», чтобы воспользоваться условием дельта-коррелированности таких процессов и обеспечить для них свойства факторизуемости, которые справедливы для АР с УЛЗ, и следовательно не могут быть применены в АР с ФВ. Это свидетельствует об ограниченности известных методов ПВОС.

Основной путь, который наметился для решения задачи снижения большого объема вычислительных операций – это переход к двухэтапной последовательной совместной ПВОС, позволяющий уменьшить размерности обрабатываемых величин на каждом из этапов.

В заключение отметим, что для создания математических моделей факторизируемых сигналов, дискретных не только в пространственной, но и во временной областях без потери физической сути этих этапов, предложен метод [2], основанный на использовании не двумерных, а объемных четырехмерных матриц на основе теории матричных кронекеровских произведений.

Литература

1. Алмазов В.Б, Манжос В.Н. Получение и обработка радиолокационной информации – Харьков, изд-во ВИРТА ПВО, 1985. – 427с.
2. Гелесев А.И. Радиолокационные и радионавигационные системы. Введение в современную теорию. – М.: Изд-во ВА РВСН, 2000. – 72с.

МЕТОД ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАПРАВЛЕННЫХ АНТЕНН

Савочкин А.А., к.т.н., доц.

Севастопольский национальный технический университет

e-mail: savochkin_mail@mail.ru

Efficiency Estimation Method of Use of The Direct Antennas

In this method antenna efficiency is determined as a relation of power, falling on the aperture of irradiator to power, to falling on the aperture of antenna. Efficiency estimation method of the directed antennas presented on the whole differs sufficient simplicity of the use and can be recommended for using for development of antennas for the WiFi systems.

Направленные антенны различных типов широко используются в современных радиоэлектронных системах. Часто электрические характеристики антенны определяют эффективность работы системы в целом. Особенно актуальна оценка эффективности в случае создания систем передачи данных на протяженных трассах.

Существует большое количество методов расчёта характеристик антенн и оценки эффективности их функционирования [1]. Наиболее интересно решение задачи при анализе работы антенны в приёмном режиме. Одним из наиболее известных является подход, основанный на строгом решении модельных задач дифракции на незамкнутой поверхности, облучаемой полем плоской скалярной волны. Вычисление характеристик ближнего поля в таком случае основано на решении краевой задачи, сводящейся к численному анализу системы алгебраических уравнений. Основной недостаток данного метода состоит в сложности используемого разложения в ряды. Кроме того, в рамках метода трудно произвести оценку эффективности антенны в целом.

В случае антенны зеркального типа более удобно использовать определение поля в фокальной области как результат излучения тока рефлектора с заданной поверхностной плотностью тока [2]. В данной работе оценка выполнена в предположении, что на антенну нормально к апертуре падает плоская электромагнитная волна. Далее по найденному при расчёте распределению поля в фокальной области определяется

эффективность антенны в режиме приема, которую следует понимать как отношение мощности, падающей на апертуру облучателя к полной мощности, падающей на апертуру антенны. Следует учесть, что полученное значение эффективности будет иметь место в случае, если поле в раскрыве облучателя будет сопряжено с полем в фокальной области для всей апертуры облучателя, при падении на антенну плоской волны.

Расчёт теоретической эффективности производился для облучателей с разными размерами апертуры. В докладе приводятся результаты оценки эффективности антенн, результаты расчетов для различных сечений фокальной плоскости при использовании параболических зеркальных антенн. На основании проведенных исследований было построено семейство кривых равной эффективности для фокальной области зеркальной антенны. Показано, что полученные зависимости равной эффективности можно использовать для оценки необходимой точности установки облучателя в фокусе зеркала. При этом необходимая точность установки определяется размером самого облучателя.

Представленная методика была проверена на параболических и сферических зеркальных структурах, полученные результаты показали ее надежность при практическом использовании. В целом представленный метод оценки эффективности направленных антенн отличается достаточной простотой использования и может рекомендоваться для использования при разработке антенн для систем беспроводного доступа.

Литература

1. *Franceschetti G.* Recent developments in the analysis of reflector antennas. A review / G. Franceschetti, A. Mohsen // *IEEE Proceedings*. — 1986. — Vol. 133. Ph. H. — № 1. — P. 65—75.
2. *Айзенберг Г.З.* Антенны УКВ / Г.З. Айзенберг, В.Г. Ямпольский, О.Н. Терешин. — М.: Связь, 1977. — ч . 1 . — 384 с.

О СВЕРХНАПРАВЛЕННЫХ СВОЙСТВАХ МАЛОГАБАРИТНЫХ РАМОЧНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

Троицкий А.В. к.т.н., **Коваленко С.Ю.**, **Козуб М.С.**, **Шевчук А.А.**

Севастопольский национальный технический университет

e-mail: alex_troitsky@mail.ru

On Superdirectivity of the Small Loop Antennas

The paper concerns the investigation of the two-element antenna array of coplanar loop dipoles. As a result of the performed estimation of the array directivity it is shown that the highest possible directivity of such an antenna is 10 dB. The practicable engineering solution for the array elements and feed network is presented.

Рамочные антенны находят применение во всех диапазонах частот от СЧ до СВЧ для приема радиосвязи и радиовещания, в качестве антенн радиопеленгаторов и радиомаяков, для измерения напряженности электромагнитного поля. При этом одним из перспективных направлений является разработка малогабаритных антенных решеток, состоящих из небольшого числа рамочных излучателей (рис. 1). Для рамочных

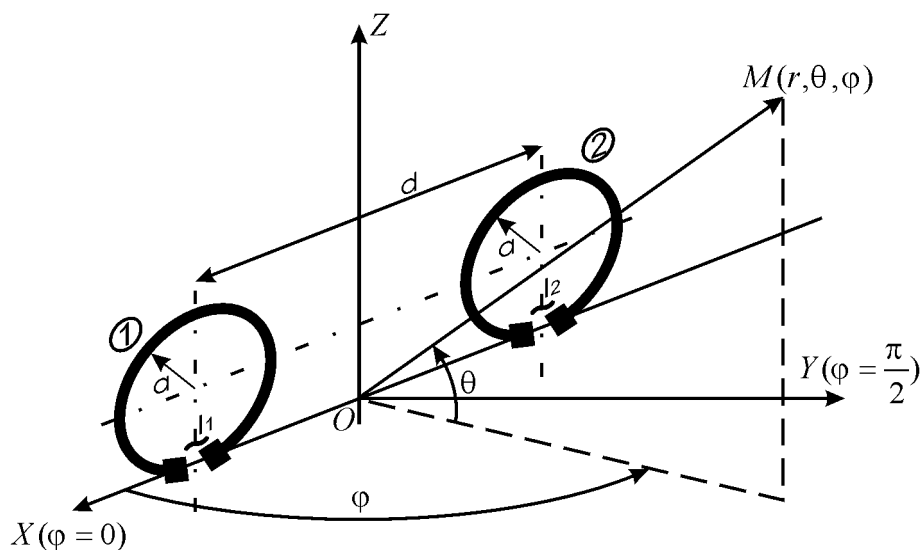


Рисунок 1. Двухэлементная решетка рамочных излучателей

излучателей разработаны теоретические модели [1–3], позволяющие исследовать влияние геометрических параметров, учесть взаимное влияние между излучателями и оценить частотные и направленные свойства антенных решеток.

В настоящее время возникает необходимость в построении антенных решеток, обладающих так называемым свойством «сверхнаправленности» излучения. Это позволит уменьшить действие внешних радиопомех, а,

следовательно, увеличить отношение сигнал/шум на входе приемника. Такое свойство антенны можно реализовать на основе рамочных излучателей малых размеров, при этом определяющим фактором является получение максимально возможной направленности.

В качестве примера реализуемой конструкции сверхнаправленной антенны рассмотрим двухэлементную антенную решетку, состоящую из малых рамок (см. рис. 1). Пусть периметр рамок и расстояние между ними много меньше длины волны, рамки запитаны с равной амплитудой и в противофазе. Используя метод наводимых ЭДС, можно показать, что в этом случае максимально достижимый коэффициент направленного действия составляет 10 дБ.

Основываясь на результатах проведенного исследования, можно отметить следующее:

1. Предложенная двухэлементная рамочная антенна позволяет получить значение КНД более 10дБ, если использовать несколько витков, расположенных на ферритовых стержнях;
2. Поскольку данная антенна малогабаритная, ее даже при малом КПД целесообразно использовать как приемную в различных радиосистемах, в первую очередь для измерительных целей;
3. Частотные свойства антенны будут определяться устройством фазовращателя, однако, если применять линии задержки, сдвиг фаз которых автоматически следует за изменением частоты, то можно обеспечить и диапазонность антенны. В предложенном варианте антенны такой линией задержки является kd — расстояние между центрами рамок (см. рис.1);
4. Необходимо также учесть, что ввиду преобладающей роли сопротивления потерь рамок частотная зависимость сопротивления излучения рамок не будет сказываться на их фазировке.

Литература

1. Лобкова Л.М., Проценко М.Б., Посный О.А. Взаимные сопротивления излучения круглых рамок в малоэлементных антенных решетках // Изв. вузов. Радиоэлектроника. – 2001. –Т.44, №5. – С. 33 – 40.
2. Лобкова Л.М., Проценко М.Б., Посный О.А. Частотные характеристики входного сопротивления рамочной антенны // Изв. вузов. Радиоэлектроника. – 1998. –Т.41, №12. – С.20 – 25.
3. Проценко М.Б., Посный О.А., Громоздин В.В. Частотные свойства антенной решетки, состоящей из круглых рамочных излучателей // Вестник СевГТУ: Информатика, электроника, связь: Сб. науч.тр. – Севастополь: Севастоп. нац.тех. ун-т. – 2002. – Вып.41. – с.15-22.

**ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА В
СИСТЕМАХ
ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ПУТЕМ СОВМЕСТНОЙ ОБРАБОТКИ
СИГНАЛОВ В СОПРОВОЖДАЮЩЕМ ОБЪЕКТЕ**

Веселова А.П.
ИТС НТУУ "КПИ"
e-mail: navtysia@gmail.com

**Increase of definition accuracy of a vehicle location in dispatching systems
by joint processing signals in accompanying object**

A way of increasing of precision of very important vehicles tracking in traffic control systems using spatial signal processing system of satellite radio navigation systems signals.

В настоящее время для организации систем диспетчеризации наземных подвижных средств широко используются СРНС GPS и ГЛОНАСС [1]. Однако, эти системы не в полной мере удовлетворяют требованиям (особенно по точности определения местоположения транспортных средств (ТС)), изложенных в проекте [2].

В виде временной меры, до введения в эксплуатацию СРНС Galileo, в работе [1] предложено ввести второй движущийся объект с индикатором взаимного расположения, на котором бы отображалась информация о координатах объекта, который сопровождается. Поскольку объекты находятся довольно близко, то условия прохождения сигналов к ним со спутников практически одинаковые, что позволяет повысить точность сопровождения без применения дифференциальной системы поправок.

Целью данной работы является решение задачи повышения точности сопровождения движущихся объектов. Она состоит в дополнительном определении пеленга (θ) на движущийся объект и дальности (r) до него в

условиях кривизны фронта электромагнитной волны (ЭМВ) радиомаяка, который установлен на объекте, при помощи соотношения

$$r \approx \frac{2\pi(L\cos\vartheta)^2}{\Delta\Delta\varphi \cdot \lambda} = \frac{2\pi(L\cos\vartheta)^2 f}{\Delta\Delta\varphi \cdot c},$$

где: $\Delta\Delta\varphi = \Delta\varphi_2 - \Delta\varphi_1$ - разница разниц фазовых сдвигов сигналов в смежных элементах трехэлементной антенной решетки, а $\Delta\varphi_1 = \varphi_2 - \varphi_1$ и $\Delta\varphi_2 = \varphi_3 - \varphi_2$ - разницы фаз сигналов соответствующих пар элементов; λ - длина волны; L - расстояние между элементами антенной решетки (база системы); f - несущая частота источника излучения; c - скорость распространения ЭМВ.

Для определения дальности в сопровождающем объекте необходимо установить систему измерения дальности с одной позиции, принцип построения и работы которой рассмотрен в работе [3]. В докладе приведена одна из возможных технических реализаций предложенного способа, основанная на [3].

Предлагаемая система позволяет без применения дифференциальной системы поправок обеспечить контроль за местоположением движущихся объектов с погрешностью не более 5 м на требуемую дальность. А также осуществлять непрерывность сопровождения в условиях помех.

Литература

1. Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации. – М.: Эко-Тренд, 2000.-268 с.
2. Скорик Е.Т. Системные требования к спутниковому навигационному и связному обеспечению автотранспортного движения. Наука та інновації. 2007. т 3, № 1.- С. 58-66.
3. Деклараційний патент на винахід № 57534 А (Україна). Система для супроводження рухомих об'єктів з використанням сигналів глобальної спутникової системи радіонавігації, кл. G01S5/14 //Федоров В. І., Якорнов Є. А., Саричев Ю. О. та інш.- «Промисл. власність», 2003, № 6.- 10 с.

УПРАВЛЕНИЕ ТРАФИКОМ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Васюта К.С., Качан Н.В., Трублин А.А.

*Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба
e-mail: tach358@mail.ru*

В условиях ведения современного боя все более жесткие требования, касающиеся живучести систем управления (СУ), выдвигаются к телекоммуникационным системам (ТКС) и сетям, составляющих материальную основу СУ. В этой связи ТКС специального назначения должны строиться как системы со структурной и функциональной самоорганизацией, способные оперативно адаптироваться к изменяющимся условиям функционирования – деградации топологии, колебаниям поступающего в сеть трафика и т.д. [1]

Самоорганизующиеся ТКС представляют собой достаточно широкий класс систем с динамической топологией, без фиксированной инфраструктуры управления с обеспечением распределенной координации функций между узлами. Класс самоорганизующихся сетей образуют сенсорные сети, Ad Hoc сети, самоорганизующиеся сети общего пользования, а также так называемые комбинированные mesh-сети, в которых узлы не обязательно обладают мобильностью [2].

Реализация достаточно сложных по своему содержанию функций самоорганизации накладывает дополнительный отпечаток на содержание задач технологий сетевого управления, отдельных управляющих механизмов и протоколов. Ввиду мобильности сетевых узлов и непостоянства структуры ТКС процесс управления трафиком должен носить непрерывный характер, основываясь на мониторинге состояния сети (ее структуры, загруженности и т.д.), и осуществляться преимущественно в реальном масштабе времени.

Одной из ключевых задач в общем комплексе мероприятий по управлению трафиком является маршрутизация, результат решения

которой в зависимости от постановки задачи может трактоваться в узком или широком смысле. В самом примитивном случае результатом решения маршрутной задачи является путь (множество путей) между парой узлов «отправитель-получатель», в более широкой трактовке – это множество путей между различными парами сетевых узлов с балансировкой нагрузки по этим путям [3]. Первый вариант характерен для протоколов маршрутизации, основанных на графовом представлении ТКС с применением комбинаторных методов расчета; второй вариант сопряжен с использованием потоковых моделей, учитывающих в процессе математического описания не только топологические особенности ТКС, но и характеристики сетевого трафика, что особенно важно при обеспечении заданных значений показателей качества обслуживания.

В этой связи предложена потоковая модель маршрутизации в беспроводных сетях специального назначения, в рамках которой расчет маршрутных переменных, определяющих содержание маршрутных таблиц на сетевых узлах, осуществлялся в ходе решения задачи стохастического программирования. В результате решения определялся порядок соединения сетевых узлов сети и балансировки трафика вдоль рассчитанных путей. Стохастический характер постановки задачи обусловлен неполнотой информации о параметрах модели, характеризующих число сетевых узлов и связей между ними.

Литература

1. Burbank J.L., Chimento P.F., Haberman B.K., Kasch W.T. Key challenges of military tactical networking and the elusive promise of MANET technology // IEEE Communications magazine. – 2006. – Vol. 44, N 11. – P.39-45.
2. Молчанов Д.А. Самоорганизующиеся сети и проблемы их построения // Электросвязь. – 2006. – №6. – С. 24–28.
3. Евсеева О.Ю. Мультиструктурная модель и метод управления в самоорганизующейся телекоммуникационной сети // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2007. – Вып. 151. – С. 98-105.

ВАРИАНТЫ МОДИФИКАЦИИ ПРОТОКОЛА ДИСТАНЦИОННО-ВЕКТОРНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ ПО ЗАПРОСУ AODV (AD HOC ON-DEMAND DISTANCE VECTOR) В AD-НОС СЕТЯХ

Алексеев А.В.

Научный руководитель: к.т.н., доц. **Максимов В.В.**

Институт телекоммуникационных систем ИТУУ «КПИ»

e-mail: Alexeenko.Alexey@gmail.com

Modifications of AODV (Ad Hoc On-demand Distance Vector) routing protocol

AODV (Ad Hoc On-demand Distance Vector) - is a reactive protocol which use distance-vector routing mechanism. In this article we study main disadvantages of this protocol and propose several possible modifications of AODV routing protocol based on features available in other routing protocols (multipath, Dynamic MPR).

AODV (Ad Hoc On-demand Distance Vector) - протокол дистанционно-векторной маршрутизации по требованию и использует алгоритм маршрутизации по вектору расстояния. В данной статье изложены основные недостатки протокола AODV в ad-hoc сетях и предложены варианты решения нескольких из них, на основе механизмов реализованных в других протоколах маршрутизации в ad-hoc сетях (многолучевость, динамический MPR-флудинг).

Сети MANET (Mobile Ad-Hoc Networks) – динамическая самоорганизующаяся архитектура построения сетей, предполагающая отсутствие базовых станций и фиксированных маршрутов передачи информации. В данных сетях все узлы мобильны и обмениваются информацией непосредственно между собой или применяют ретрансляцию передаваемых пакетов [1].

Алгоритмы маршрутизации в ad-hoc сетях делятся на два класса: алгоритмы маршрутизации по запросу (on-demand routing algorithms) и алгоритмы маршрутизации по состоянию канала (link-state routing algorithms). В алгоритме протокола AODV (Ad Hoc On-Demand Distance Vector) узел, желающий послать сообщение в узел назначения, для которого неизвестен маршрут, производит широковещательную рассылку пакета запроса маршрута (RREQ). Узел назначения и узлы, которым известен маршрут до узла назначения, посылают в исходный узел пакет подтверждения маршрута (RREP). Отмечается ряд преимуществ алгоритма AODV перед алгоритмом DSR. В алгоритмах второго класса используется периодический обмен служебными

сообщениями, чтобы все маршруты были всегда известны. В алгоритме маршрутизации по состоянию канала (Optimized Link-State Routing - OLSR) размер управляющих пакетов уменьшается за счет объявления только многоточечных селекторов ретрансляции, подмножества соседних линий передачи. Для сокращения трафика в OLSR используются только выбранные узлы, называемые многоточечными ретрансляторами (multipoint relay - MPR).

Варианты решения проблемы флудинга в AODV. В сетях с высокой мобильностью, протокол AODV создает переизбыток служебных сообщений, поскольку все узлы сети быстро меняют свое расположение, и маршруты становятся неактуальными. По сети начинают распространяться служебные пакеты, сообщающие об ошибках (RRER). Все узлы инициируют поиск новых маршрутов, который сопровождается рассылкой пакетов-запросов (RREQ), что приводит к RREQ-флудингу. Это наиболее существенный недостаток протокола AODV, варианты решения которого рассмотрены в данной статье.

Решение проблемы флудинга с помощью многолучевости. Для уменьшения RREQ-флудинга некоторые протоколы используют механизм нескольких путей. Например, протокол AOMDV дополняет протокол AODV возможностью поиска нескольких путей между узлом-источником и узлом-получателем, во время каждого процесса открытия маршрута. Эти несколько путей должны быть независимыми. В [2] предложена модификация протокола AODV, которая ищет два независимых маршрута с наименьшим количеством узлов. Таким образом, механизм поиска нескольких маршрутов в несколько раз уменьшает поток служебного трафика.

Решение проблемы флудинга с помощью функций протокола OLSR. Многие разработчики предложили ряд эффективных методов для вещательных рассылок для уменьшения количества ретрансляций и обеспечения вероятности доставки пакета всем узлам сети. В работах [3,4] были классифицированы существующие схемы вещательных рассылок и приведена их сравнительная характеристика. На основе этих результатов наиболее эффективными являются методы рассылок на основе информации о соседних узлах (SBA, MPR, ANBF, LENWB и т.д.). OLSR использует флудинг-механизм с использованием MPR узлов для уменьшения вещательных рассылок (Рис.1). Этот механизм и есть уникальностью протокола OLSR. Он уменьшает переизбыток заголовка флудинг-пакета за счет уменьшения ненужных сообщений. Каждый узел выбирает набор соседних узлов для охвата всех соседних узлов на расстоянии двух скачков.

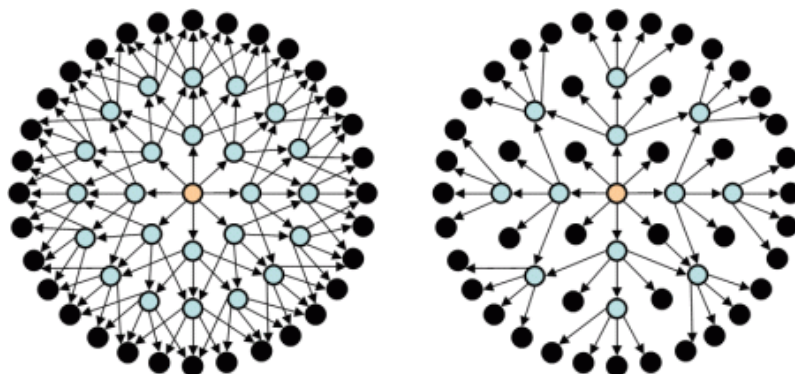


Рис.1 Сравнение обычного флудинга (слева) и с помощью MPR(справа)

В статье предложена модификация протокола AODV с использованием функций многолучевости, что позволит увеличить надежность маршрутов, повысит вероятность доставки пакетов и качество связи. Так же применение алгоритмов рассылки служебных сообщений при помощи MPR узлов и механизма Fast-OLSR, позволит использовать протокол AODV не только в слабо мобильных сетях, но и в сетях с высокой динамикой.

Литература

1. Романюк В.А. Мобильные радиосети – перспективы беспроводных технологий // Сети и телекоммуникации. – 2003. – № 12. – С. 62 – 68.
2. S. Motegi and H. Horiuchi. Proposal on AODV-based Multipath Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks. In Proc. of First International Workshop on Networked Sensing System, 2004.
3. S.Y. Ni, Y.C. Tseng, Y.S. Chen, and J.P. Sheu. The Broadcast Storm Problem in a Mobile Ad Hoc Network. In Proc. of IEEE/ACM MobiCom, pages 151162, 1999.
4. B. Williams and T. Camp. Comparison of Broadcasting Techniques for Mobile Ad Hoc Networks. In Proc. of ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing (Mobihoc 2002), pages 194-205, 2002.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТАНДАРТА 802.11 ПРИ ПРИМЕНЕНИИ В БЕЗИНФРАСТРУКТУРНЫХ СЕТЯХ

Журавков П.А.

Научный руководитель - проф. д.т.н. **Бунин С.Г.**

ИТС НТУУ “КПИ”

e-mail: zhurav@uran.net.ua

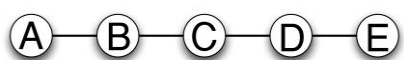
Study of Effectiveness of 802.11 Standard in Ad hoc Networks

This study shows that widely used 802.11 protocol does not work well in Ad hoc networks which include multi-hop connections. Reasons for this behavior are studied and explained. Propositions are given for the physical level of multi-hop Ad hoc networks.

Стандарт IEEE 802.11 на сегодняшний день является весьма популярным при организации беспроводных сетей передачи данных. Как известно, оборудование, соответствующее этому стандарту, может функционировать в двух режимах – инфраструктурном и безинфраструктурном, или т.н. Ad hoc. В первом случае предполагается, что все входящие в состав сети узлы подключены к т.н. точке доступа (Access Point) и производят информационный обмен только через нее. В Ad hoc режиме узлы сети могут осуществлять связь между собой напрямую.

В последнее время наблюдается все возрастающий интерес к т.н. безинфраструктурным сетям. При этом обычно предлагается использовать в таких сетях оборудование стандарта 802.11. Однако, наличие поддержки Ad hoc режима в протоколах 802.11 вовсе не означает, что соответствующее оборудование будет эффективно работать в безинфраструктурных сетях. Причина заключается в том, что Ad hoc режим 802.11 ориентирован на прямые соединения узлов, а не на многоскачковую передачу, имеющую место в случае безинфраструктурных сетей. В случае же многоскачковой передачи возникают следующие проблемы.

Рассмотрим сеть, имеющую следующую топологию, как простейший случай многоскачковой передачи:



Расстояние между узлами одинаково и выбрано так, что возможность прямой связи имеют только соседние узлы. В сети используется протокол маршрутизации DSR. Моделирование производилось в среде Network Simulator 2 (ns2).

1) Предположим, узел А передает данные узлу С по протоколу TCP. Через некоторое время после запуска этой TCP-сессии начинается передача данных от узла Е к узлу D. Проблема заключается в том, что запуск этой сессии приводит к резкому уменьшению скорости передачи данных в первой сессии (между А и С) вплоть до нуля. Таким образом, даже при неперекрывающихся зонах радиовидимости возникает ситуация «захвата» всей пропускной способности одним из соединений. В статье приводится подробное описание ситуации и объяснение причин данной проблемы.

2) Предположим, в сети происходит передача данных от узла А к узлу Е (также используется протокол TCP). При этом, несмотря на то, что это единственный трафик в сети (не считая служебного, создаваемого протоколом маршрутизации), наблюдаются значительные колебания скорости передачи, выражающиеся в периодическом падении ее до нуля. При этом происходит разрыв TCP-сессии и установка ее заново. В статье приводится подробное описание ситуации и объяснение причин данной проблемы.

Литература

1. IEEE 802.11 Working Group <http://www.ieee802.org/11/>.
2. IEEE Standard for Information Technology — Telecommunications and information exchange between systems— Local and metropolitan area networks— Specific requirements. Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.11-2007.pdf>.

ПРИМЕНЕНИЕ СШП СИГНАЛОВ В РАДИОСЕТЯХ AD НОС НА ФИЗИЧЕСКОМ И КАНАЛЬНОМ УРОВНЯХ

Рыбальченко А.А., Дробик М.А.

Научные руководители: д.т.н., проф. Бунин С.Г., к.т.н., доц. Максимов В.В.

Институт Телекоммуникационных Систем НТУУ «КПИ»

e-mail: alexey.rybalchenko@gmail.com; drobik.m@gmail.com

UWB implementation on Physical and Data Link layers in Ad Hoc networks

In this paper we propose MAC layer for use in wireless ad hoc networks which applies UWB signals on physical layer and thereby provides multiple simultaneous data transmission in common band on data link layer.

Сверхширокополосные (Ultra Wide Band) сигналы используют спектр частот от 3,1 ГГц до 10,6 ГГц и занимают полосу в 500 МГц или равную $W/f_c \geq 20\%$, где W — ширина полосы пропускания и f_c — средняя частота диапазона. Сверхширокополосные системы связи работают в высоком диапазоне частот за счет использования коротких по длительности импульсов для передачи информации. Типовые СШПС имеют форму биполярного Гауссовского импульса, такая форма широко используется в системах связи благодаря простоте генерирования. Форма импульса описывается Гауссовской функцией.

При использовании СШПС большое значение имеет форма импульса, т.к. именно этот показатель отвечает за распределение энергии по выделенной частотной полосе, что позволяет множественно использовать один и тот же частотный диапазон. В зависимости от используемого спектра, Гауссовский импульс, модулируется своим набором несущих, которые используются только в данном спектре. При передаче СШПС высокочастотный модулирующий сигнал используется для поддержания формы импульса, а не для отображения информационного символа, как в традиционных методах модуляции, где несущая модулируется информационным сигналом. При использовании импульсов правильной формы большинство энергии концентрируется в центре используемого диапазона, тем самым, снижая вероятность междиапазонных интерференций.

Для передачи СШПС используется фазоимпульсная модуляция (ФИМ). Для кодирования применяется свёрточное кодирующее устройство с коэффициентом кодирования $1/3$, где один информационный бит кодируется тремя символами. Информационная посылка (символы «0» или «1») определяется положением элементов

сигнала за период **частного фрейма** T_c . Если импульс расположен в первой половине периода T_c , то передана посылка «0», если во второй — посылка «1». Такой процесс декодирования посылок на приемной стороне осуществляется декодером Витерби.

Псевдослучайное переключение временных интервалов: Скачки по временным интервалам применяются в целях использования одной полосы частот несколькими пользователями (временным разделением каналов). Используя такой метод доступа в СШПС, фиксированное количество элементов **частного фрейма** в сумме составляет **общий фрейм**. Длительность каждого такого общего фрейма составляет T_f , а количество элементов сигнала в общем фрейме определяется как T_f/T_c . Каждый передатчик отправляет посылку только в одном частном фрейме из каждого общего фрейма. Положение требуемого частного фрейма определяется с помощью последовательности временных интервалов (ПВИ), которая генерируется псевдослучайным кодом (ПК).

Вследствие многолучевой природы распространения электромагнитных колебаний, различные гармоники СШПС будут приходить с различной задержкой во времени. Такого рода помехи носят название *межсимвольные*. Методом борьбы с межсимвольными помехами является прямая последовательность CDMA (метод расширения спектра сигналов в системах многостанционного доступа) с использованием приемника Рейка.

МАС уровень: Ключевая идея использования МАС протокола заключается в том, что при соединении пары узлов должны обмениваться данными по частной полосе, в противоположность единственной общей полосе, как в однополосной системе. Доступная полоса частот делится на B полос. $B-1$ из этих полос используются для ПД и называются полосами данных [1]. Оставшаяся полоса используется только для запроса управляющих пакетов (Полоса Запросов). Для этого выделяется первая полоса. Если каждая полоса имеет ширину 500 МГц, то $B=15$.

На Рисунке 1 изображен алгоритм действия протокола согласно [2]. Изначально узел находится в состоянии IDLE (покой). Когда необходимо передать данные, он переходит в состояние REQUEST (запрос). В этом состоянии он пытается инициировать запрос к соответствующему приемнику. В этом направлении он передает запрос с помощью принятой от приемника ПВИ в полосе управления. Если этот запрос был успешен, узел переходит в состояние TALK (разговор), переключается на полосу данных и пытается устанавливать соединение с приемником. Если запрос был

отклонен, он входит в исходное состояние BACK-OFF и повторяет попытку позже. После успешного соединения узел передает данные, периодически объявляясь (путем передачи состояния DECLARE) в цикле доступности, который занимает специальную полосу данных. Это препятствует другим узлам занимать особую полосу и причинять коллизии. В завершении передачи данных, узел возвращается в исходное состояние IDLE.

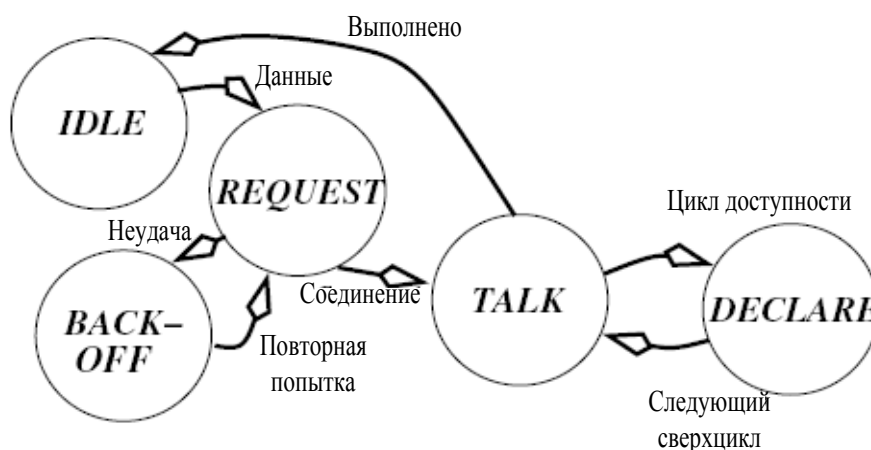


Рис.1 Изображение действий протокола

В этой статье предлагается новый многополосный MAC протокол для использования в ad hoc сетях, основанных на СШПС. В основе протокола лежит использование многополосного метода, который обеспечивает обязательную гибкость в действиях, чтобы сосуществовать с другими беспроводными сетями.

Литература

1. *A Multiband MAC Protocol for Impulse-based UWB Ad Hoc Networks*. Ioannis Broustis, Srikanth Krishnamurthy, Michalis Faloutsos, Mart Molle and Jeffrey Foerster.
2. J.Y. Le Boudec, R. Merz, B. Radunovic and J. Widmer, "A MAC protocol for UWB Very Low Power Mobile Ad-hoc Networks based on Dynamic Channel Coding with Interference Mitigation", EPFL Technical Report ID: IC/2004/02, 01-26-2004.

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ QoS ДЛЯ ПРОТОКОЛА OLSR САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ СЕТИ AD HOC (QOLSR)

Котляр А.К.

Научный руководитель **Максимов В.В.**

ИТС НТУУ «КПИ»

e-mail: Alexandr.Kotliar@ligazakon.ua

A method of improvement quality of service for the OLSR protocol of AD HOC networks (QOLSR)

Here presents an idea of improvement QoS requirements to find the source destination optimal paths in terms of bandwidth and delay using the known partial network topology available on each node using OLSR protocol.

Мобильные сети *Ad Hoc* являются сетями без выраженной инфраструктуры, узлы которых находятся в пределах досягаемости друг друга, и динамически произвольным образом связываются между собой. В сети отсутствует какое-либо централизованное управление, все узлы являются равноправными и каждый мобильный узел действует и как хост и как маршрутизатор, принимая участие в открытии и обслуживании маршрутов к другим узлам.

Однако особенности мобильных сетей *Ad Hoc*, такие, как высокодинамичная топология, ограничения полосы пропускания, ограничения мощности мобильных терминалов, требуют учета параметров качества обслуживания при построении маршрутов. Протоколы *Ad Hoc* сетей, такие как OLSR [2], AODV [3], DSR [4] были созданы без поддержки качества обслуживания при выборе оптимального маршрута.

Предложен протокол QOLSR на базе протокола OLSR [5], который дает возможность обеспечить качество обслуживания при построении маршрута, учитывая не только минимальное количество пролетов, но и задержку и ширину полосы пропускания на каждом из них.

OLSR – проактивный протокол маршрутизации, в котором узлы предоставляют информацию только о тех соединениях с соседями, которые находятся в многоточечном наборе релейного селектора (MPR(N)). За счет этого:

- Уменьшается размер управляющих пакетов.
- Уменьшается флуд за счет того, что в сеть посылается информация только об узлах многоточечного реле.
- Уменьшается количество управляющих пакетов за счет уменьшения количества дублирующих передач.

Рассмотрим алгоритм протокола OLSR:

Каждый узел N выбирает набор соседних узлов в качестве многоточечного реле, MPR(N), которое передает управляющие пакеты от N. Соседи, отсутствующие в MPR(N), обрабатывают управляющие пакеты от N, но не ретранслируют их. MPR(N) выбирается таким образом, чтобы все двухлучевые соседи N перекрывались однолучевыми соседями MPR(N). На рисунке 1 представлен один оптимальный набор для узла 4: $MPR(4) = \{ 3, 6 \}$

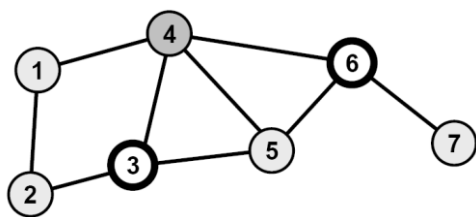


Рисунок 1

Каждый узел использует сообщения HELLO для формирования своего набора MPR. Все узлы периодически посылают сообщения HELLO своим однолучевым соседям (соединения двунаправленные), причем, сообщения HELLO не пересылаются. Набор MPR вычисляется

повторно, если обнаруживается изменение одно- или двухлучевых соседей. Многоточечный набор релейного селектора для узла N , $MS(N)$, это набор узлов, которые включили узел N в свои многоточечные релейные наборы. В управляющих сообщениях будут представлены только соединения $N-M$, для всех M , так чтобы $N \in MS(M)$. Построенный маршрут будет оптимальным только с точки зрения количества пролетов, качество которых остается неизвестным.

Рассмотрим основу протокола QOLSR:

Пусть $G = (V; E)$ - сеть с V узлами и ребрами E , и $p = (i; j; k; : : : ; q; r)$ - путь передачи сообщения от узла i к r . Для сервисов, работающих в режиме реального времени используется алгоритм наикратчайшего пути.

Задержка каждого из ребер $(i; j)$ будет определяться как $зад(i; j)$. Когда ребро $(i; j)$ не существует, или же j MPR для i , тогда $зад(i; j) = \infty$.

Пусть $зад(p) = зад(i; j) + зад(j; k) + \dots + зад(q; r)$. Тогда задачей становится найти путь p , на котором задержка между узлами i и r будет минимальной.

Если в качестве метрики рассматривать полосу пропускания, то справедливо будет: $пп(p) = \min\{пп(i; j); пп(j; k); : : : ; пп(q; r)\}$, где $пп(p)$ – полоса пропускания пути между конечными узлами i и r , $пп(i; j); пп(j; k); : : : ; пп(q; r)$ – полосы пропускания между узлами, образующих маршрут между i и r .

Если в качестве метрики использовать задержку и пропускную способность между узлами, то для обеспечения качества обслуживания требуется: $\min\{hop(p), зад(p)\} \leq \Delta_{зад}$, $пп(p) \geq \Delta_{пп}$, где $hop(p)$ – количество пролетов, $\Delta_{зад}$ – максимальная допустимая задержка, $\Delta_{пп}$ – минимальная полоса пропускная.

Таким образом, каждый узел сети принимает решение какой узел использовать следующим на основе информации поступающих пакетов и его собственной таблицы маршрутизации.

Каждый поступающий пакет должен быть промаркирован в некоторый транспортный класс; выбор класса может быть основан на содержании заголовка пакета. Каждый узел сети должен также распознавать транспортные классы и прокладывать маршруты согласно требованиям к этим классам.

Литература

1. “<http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html>.”
2. T. Clausen and P. Jacquet, “Optimized Link State Routing Protocol,” RFC 3626, October 2003.
3. C. Perkins, E. M. Royer and S. R. Das, “Ad Hoc On-Demand Distance Vector (AODV) routing,” RFC 3561, July 2003.
4. D. Johnson and A1, “The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad hoc Networks (DSR),” In IETF Internet Draft, draft-ietf-manet-dsr 09.txt, April 2003.
5. A. Munaretto, H. Badis, K. Al Agha and G. Pujolle, “A Link-state QoS Routing Protocol for Ad Hoc Networks,” In the proceedings of IEEE MWCN2002, Stockholm, Sweden, September 2002.

МЕТОДИКА МОДЕРНИЗАЦИИ СЕТИ GSM НА ПРИМЕРЕ ХАРЬКОВСКОГО МАССИВА г. КИЕВА

Герасько А.И.

Научные руководители: д.т.н. **К.С. Сундучков, Д. Миргородский**

Институт телекоммуникационных систем НТУУ "КПИ",

Фирма «Motorola»

e-mail: geraska_nastusya@mail.ru

Работа выполнялась по заданию и при участии фирмы «Motorola»

In this article presented actuality and necessity of creation modernization's methodic for GSM system. Here also presented the most popular cases of problems in area coveredge and ways for their solution. For calculations loses were used Walfish-Ikegami model for radio waves in metropolitan centers.

Необходимость модернизации сети GSM возникла потому, что идет активная застройка города и увеличивается количество абонентов на единицу площади в пределах города. Безусловно, при первоначальном планировании сети GSM на определенных участках учитывалась возможность появления препятствий на пути прохождения сигнала и рост количества абонентов. Но дело в том, что изначально строить сеть по техническим и качественным характеристикам, которые слишком сильно превышают достаточные – дорого и нецелесообразно.

Цель данной работы заключается в разработке методики изменения или усовершенствования топологии сети GSM.

Проблемы, возникшие в связи с развитием Харьковского массива:

1. Увеличение территории Харьковского массива. Появились участки, неохваченные покрытием.

2. Появление новых зданий, которые стали экранами на пути прохождения сигнала в существующей ячейке.

3. Увеличение абонентов сети в целом, а также перегруженность сети количеством абонентов на определенных участках, таких как станции метро, большие торгово-развлекательные центры и т.п.

В связи с этим можно предложить меры борьбы с возникшими проблемами.

В зависимости от типа проблемы:

В первом случае, при увеличении территории Харьковского массива:

- посчитать, возможно ли увеличить радиус прилегающих сот увеличением мощности БС этих сот (Рис. 1.а).

- посчитать, возможно ли улучшение ситуации, если БС переместить в другое место

(Рис. 1.б)

- возможно, наилучшим вариантом в заданной конкретной ситуации будет установка дополнительной БС. В этом случае, возможно, потребуется уменьшить радиус окружающих сот для уменьшения взаимного влияния (Рис.1.в).

Уменьшить радиус соты можно следующими двумя способами:

- уменьшение мощности БС
- увеличение наклона антенн БС

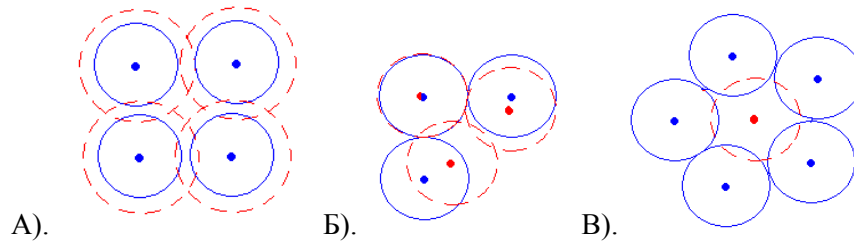


Рис. 1 Решение задачи покрытия при увеличении территории

Для расчета затухания сигнала и площади ячейки использовать математическая модель распространения радиоволн Волфиша-Икегами. Она применима для расчета затухания в условиях города для сети GSM.

Математическая модель имеет вид:

$$L_b = L_o + L_{rts} + L_{msd} \text{ или } L_b = L_o \text{ при } L_{rts} + L_{msd} \leq 0,$$

где L_o – потеря сигнала в открытом пространстве

$$L_o = 32.4 + 20 \log d + 20 \log f$$

L_{rts} – потеря сигнала при дифракции и переотражении волны от крыш домов в сторону улицы

$$L_{rts} = -16.9 - 10 \log w + 10 \log f + 20 \log(h_r - h_m) + L_{cri} \text{ для } h_r > h_m$$

$$L_{cri} = -10 + 0.354\varphi \text{ при } 0 \leq \varphi < 35^\circ$$

$$L_{cri} = 2.5 + 0.075(\varphi - 35) \text{ при } 35^\circ \leq \varphi < 55^\circ$$

$$L_{cri} = 4.0 - 0.114(\varphi - 55) \text{ при } 55^\circ \leq \varphi < 90^\circ$$

L_{msd} – потери при огибании волной различных препятствий

$$L_{msd} = L_{bsh} + k_a + k_d \log f - 9 \log b, \text{ где:}$$

$L_{bsh} = -18 \log(1 + h_b - h_r)$	$h_b > h_r$
$L_{bsh} = 0$	$h_b \leq h_r$
$k_a = 54$	$h_b > h_r$
$k_a = 54 - 0.8(h_b - h_r)$	$d \geq 0.5$ и $h_b \leq h_r$
$k_a = 54 - 0.8(h_b - h_r)(d / 0.5)$	$d < 0.5$ и $h_b \leq h_r$
$k_d = 18$	$h_b > h_r$
$k_d = 18 - 15(h_b - h_r) / h_r$	$h_b \leq h_r$
$k_f = -4 + 0.7(f / 925 - 1)$	Для малых городов и сельских и пригородных центров с умеренной плотностью заселения
$k_f = -4 + 1.5(f / 925 - 1)$	Для больших городов и городских центров

Диапазон используемых параметров:

- частоты f 800-2000 МГц; высота базовой станции $hb=4-50$ м;
- высота мобильной станции $hm=1-3$ м;
- расстояние между базовой и мобильной станцией $d=0,02-5$ км.

Поскольку структура зданий и улиц в ячейке сети неизвестны, то рекомендованы следующие значения: расстояние между домами $b=20-50$ м; ширина дороги $w=b/2$; высота зданий $hr=3*\text{кол-во_этажей} + \text{высота_крыши}$; угол расположения дороги по отношению к направлению распространения сигнала.

При появлении новых зданий возможны такие варианты:

- Можно увеличить радиус соты (Рис. 2.А) увеличением мощности или уменьшением угла наклона антенны или ее поворота.
- Поставить дополнительную БС на новый дом и уменьшить радиус прилегающих сот (Рис. 2.Б).
- Возможен, так же вариант когда целесообразно демонтировать несколько уже существующих БС и поставить одну, более мощную, на новое здание (Рис. 2.В).

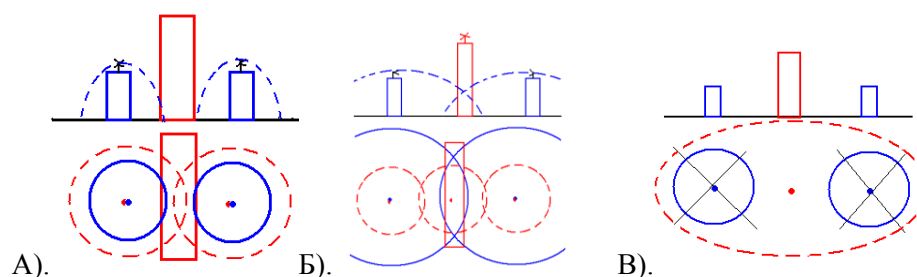


Рис. 2 Решение задачи покрытия при появлении препятствия на пути распространения сигнала

И третий вариант, когда нарастает количество абонентов, необходимо:

- если возможно, увеличить количество приемо-передатчиков на уже существующей БС, увеличить ее мощность;
- если уже наращивать дальше некуда, необходимо установить новую БС, что приведет к перепланировке топологии существующей сети в следствии появления в ней дополнительной соты.

На пересечении улицы Тростянецкой и Харьковского шоссе выросло 2 новых дома по 20 этажей. Все окружающие дома – 16 или 10 этажей. Таким образом, эти два новых дома стали экраном на прохождении сигнала в данном квартале – по ул. Тростянецкой. Из предложенной методики мерой борьбы с данной проблемой может выступить установка антенн БС на крыше этих домов и небольшой наклон антенны для уменьшения территории, занимаемой возникшей ячейкой, чтобы сигнал не мешал соседним ячейкам.

Таким образом, после получения результатов расчета распространения сигнала в Харьковском массиве г. Киева и после выявления в нем всех “слабых” зон покрытия по приведенной методике проведен анализ, по итогам которого появился проект (рекомендация) оптимизация и улучшение покрытия Харьковского массива.

Литература

1. TR 101 362 v6.0.1 (1998-07) Digital cellular telecommunication system (Phase 2+); Radio network planning aspects (GSM 03.30 version 6.0.1 Release 1997).
2. Jukka Rinne "COST-231 Path-loss models" Tampere University of Technology Institute of Communications Engineering, presentation.

КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ ДОСТУПА В ИНТЕРНЕТ И ЛОКАЛЬНУЮ СЕТЬ 30 КОРПУСА КПИ

Марцин Е.С., Кобзарь Л.С.

Научный руководитель: д.т.н., проф. **Сундучков К.С.**

Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»

e-mail: mes@kino-sputnik.com.ua

Conception of construction wireless network of access into internet and local network of KPI, in a 30-th corps of KPI

This lecture is devoted for creation of wireless network in a 30 corps of KPI, for access in the internet and local network of KPI. The Lecture is assumed of creating network in existent and designed corps. The reference list of technologies is resulted utilized for the construction of network.

30 корпус, является одним из корпусов НТУУ "КПИ". В докладе предлагаются основные концептуальные положения по проектированию беспроводной сети доступа в Интернет и локальную сеть всего кампуса КПИ (учебные корпуса, общежития).

Концепция предполагает обеспечение беспроводной связью, как существующий корпус, так и общежитие и дополнительный учебный корпус, которые будут построены в ближайшее время.

Существующий корпус представляет собой 6-ти этажное здание прямоугольной формы, каждый из этажей которого имеет длину 67,5 м, и ширину 13 м. Общий метраж на каждом из этажей составляет 877,5 м.кв; а весь объект 5265 м.кв. Дополнительный учебный корпус и общежитие будут представлять собой 7-этажное здание, прямоугольной формы прилегающее уже к существующему 30-му корпусу. Ширина и длина здания будут аналогичными, но общий метраж приблизительно 6142 м.кв. Исходя из этого, необходимая площадь для выполнения задачи будет 11407 м.кв.

В построении сети будут участвовать как проводные, так и беспроводные технологии последних разработок. Проводные - для связи служебного оборудования: базовые станции, ретрансляторы, управляющие устройства. Это необходимо для обеспечения большей надежности и максимальной экономической эффективности. Беспроводная технология

будет использоваться для конечных абонентов сети, которые будут территориально находиться в радиусе действия базовых станций.

Основой построения сети будет новая технология беспроводного широкополосного доступа на базе технологии Wi-Fi стандарта 802.11n. Данная технология была сертифицирована в 2007 году, ее параметры значительно лучше предыдущего аналога, а именно:

- 1.пропускная способность 300 Mbps,
- 2.дальность действия одной базовой станции 250 м (LOS), 70 м (NLOS),
- 3.рабочая частота 2.4, 5 ГГц.

Для проводной связи в основном будет использоваться технология Ethernet Gigabit, с пропускной способностью 1000 Mbps.

Исходя из общей площади, количества этажей, и геометрических показателей здания, оптимальной топологией данной сети будет радиально-узловая топология, так как ее можно при необходимости и расширять и дополнять, что значительно облегчит процесс передачи данных, и повысит ее надежность. Общее количество базовых станций будет до 30 штук, ретрансляторов до 10, и одним управляющим устройством. Топология сети будет построена по тем же принципам, что и сеть в 1-корпусе НТУУ «КПИ», рис. 1.

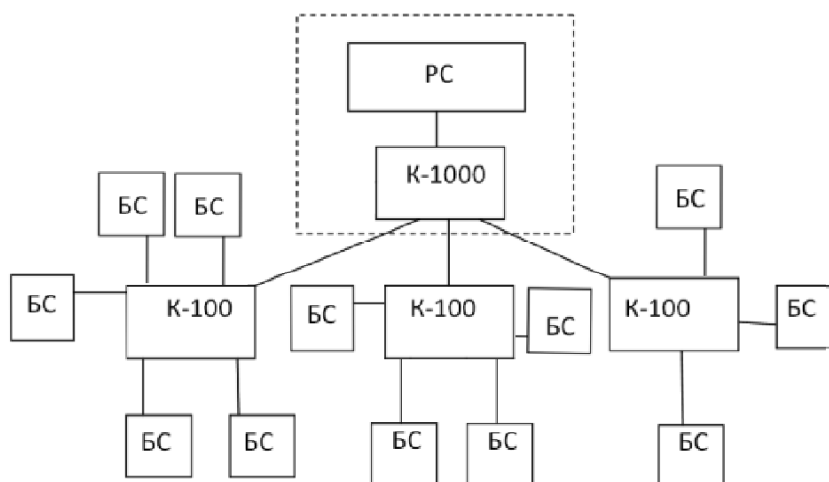


Рис. 1. Схема подключения оборудования на 1 и 2 этаже корпуса НТУУ «КПИ». Сокращения: БС-базовая станция, РС – управляющее устройство, К-100 – Ретранслятор сигнала.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАТУХАНИЯ СИГНАЛА В КОРПУСЕ №1 НТУУ „КПИ” И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЯХ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СЕТИ ПО ТЕХНОЛОГИИ WI-FI

Кобзарь Л.С., Марцин Е.С.

Научный руководитель: д.т.н., проф. **Сундучков К.С.**

Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»

e-mail: l_kobzar@ukr.net

The research of signal attenuation in the first pavilion of NTUU “KPI” and adjacent territory for designing Wi-Fi telecommunication network

This article considered the theoretical analysis and experimental research of signal attenuation for designing Wi-Fi telecommunication network in the first pavilion of NTUU “KPI”.

В качестве модели распространения радиоволн была использована модель распространения сигнала в свободном пространстве с учетом дополнительного затухания сигнала в стенах здания. Выражение для расчета затухания сигнала имеет вид:

$$B = 92,45 + 20LgF + 20Lgd + kWin + nWout ,$$

где B – потери (затухание сигнала) в дБ, F - частота в ГГц, d - расстояние в км, Win – дополнительные потери при прохождении сквозь внутреннюю стенку в дБ, $Wout$ – дополнительные потери при прохождении сквозь внешнюю стенку в дБ, k – количество внутренних стенок, n – количество внешних стенок.

На основе анализа плана здания были выбраны три типовых модели распространения сигнала Wi-Fi, которые представлены на Рис. 1б.

Для каждого из вариантов было рассчитано затухание по указанной теоретической модели распространения сигнала. Зависимость затухания сигнала от расстояния была представлена графически, что показано на Рис. 2а, где B – потери (затухание сигнала) в дБ, d - расстояние от базовой станции в м.

Каждый из графиков соответствует случаям, представленным на Рис.1б.

Для проведения экспериментального исследования были применены базовая станция D-link DWL-2100AP, оконечное оборудование

портативный компьютер Apple Mac Book Pro со встроенным Wi-Fi модулем стандарта 802.11 b/g и встроенным программным обеспечением для мониторинга сети.

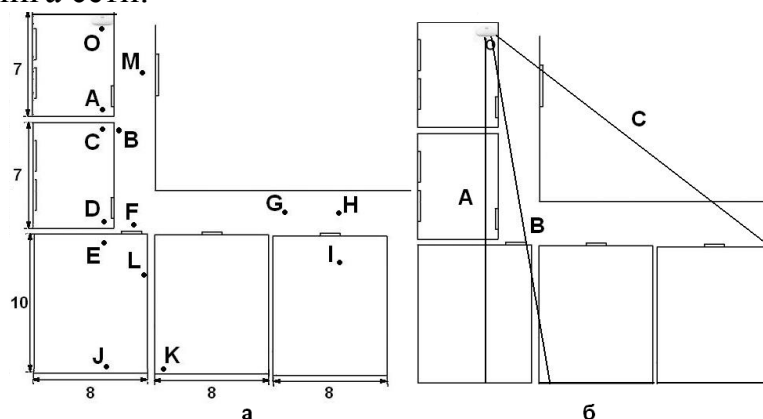


Рис. 1. Схемы моделей распространения сигнала: а) при практическом исследовании; б) при теоретическом исследовании.

Значения затухания сигнала были вычислены в точках, указанных на Рис. 1а. Зависимость уровня сигнала от расстояния была показана графически на Рис. 2б, где L – уровень сигнала, дБмВт, d – расстояние от базовой станции, м.

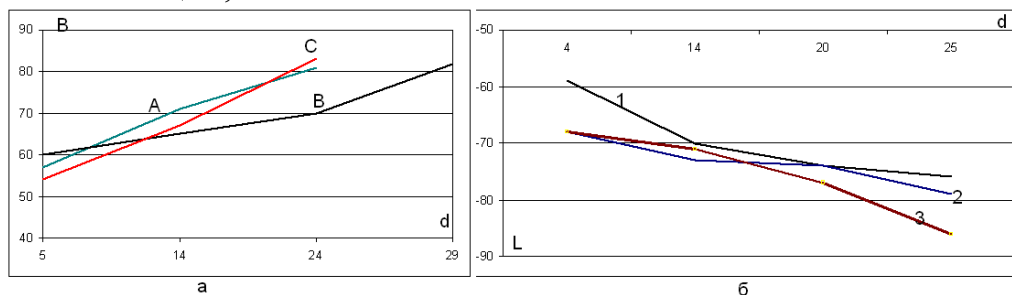


Рис. 2.: а) Зависимость затухания сигнала от расстояния; б) уровень сигнала на трассах 1: O-A-C-D-E-J, 2: O-B-F-L-K, 3: O-B-G-I

Согласно проведенному исследованию при распространении сигнала в корпусе радиус соты не менее 24 м. Также было определено, что при прохождении сигналом двух внешних стенок, радиус соты необходимо выбирать не более 15 м. При этом сигнал от базовой станции на краю соты будет приниматься приемниками с чувствительностью не менее -70 дБмВт.

Литература

1. A technical Tutorial on the IEEE 802.11 Standard, Breezecom, 18 July, 1996, PP.19-31.
2. Recommendation ITU-R P.452-8. P.9.

СТРУКТУРА СОТОВЫХ СИСТЕМ ШИРОКОПОЛОСНОГО РАДИОДОСТУПА МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

Волков С.Э.

научный руководитель – д.т.н., проф. **К.С. Сундучков**

ИТС НТУУ «КПИ»

e-mail: volkov@ukrkosmos.kiev.ua

The millimetric range broadband cellular systems structure

Influence of the use of millimetric range waves on a mobile communication network structure is examined.

В связи с ростом индивидуальной потребности абонентов в доступе к информации, в мире наблюдается интенсивное развитие телекоммуникаций, в том числе и мобильных сетей связи. Поскольку уже сегодня радиочастотный спектр является весьма дефицитным ресурсом, то для предоставления новых ресурсоёмких услуг возникла необходимость освоения миллиметрового диапазона волн. Параллельно с развитием сетей мобильной связи третьего поколения (3G), различные компании ведут разработку сетей 4G, которые будут работать в миллиметровом диапазоне и призваны стать единым мировым стандартом [1].

К недостаткам данного диапазона относятся высокое поглощение излучения в атмосфере, осадках, листвой деревьев и другими предметами, относительная дороговизна оборудования и т.п. [2].

Это определяет особенности сети, отражается на её архитектуре и конструкции составных элементов. Затраты на подключение базовых станций являются одной из основных составляющих высокой стоимости построения и эксплуатации сотовых сетей. В сети миллиметрового диапазона для покрытия обширной территории необходимо множество дешёвых базовых станций (БС), поскольку радиус сотовых ячеек небольшой, и будет составлять десятки или сотни метров.

В сети, развёрнутой вдоль автомагистрали по которой абоненты движутся с большой скоростью, необходимо обеспечить быстрое присвоения IP адреса при частом переходе абонента от одной БС к следующей.

Структуру системы определяет выбор составляющих сети – топология, распределение функций между БС и коммутационным центром, метод множественного доступа.

Целесообразным будет применение топологии сети из «сегментов», объединяющих несколько БС с эстафетной передачей данных и коммутационного центра, выполняющего всю обработку трафика, тем самым снижая нагрузку на БС. Для снижения стоимости развёртывания сети и упрощения оборудования можно применить оптическое питание БС от коммутационного центра.

Важную роль играет тип используемых антенн и метод доступа к сети. Внутри сегмента возможно будет оптимизировать алгоритм работы базовых станций - организовать перераспределение функций в зависимости от скорости движения абонента и вида передаваемой информации (потокковое телевидение, передача данных или телефонный разговор), для повышения эффективности использования спектра и электроэнергии абонентских терминалов.

Технология временного доступа (TDMA), применяемая в сетях сетей второго поколения имеет невысокий уровень помехоустойчивости за счёт высокого уровня межсимвольных помех при многолучевом распространении, а также при высокой общей информационной нагрузке системы. В связи с наличием большой полосы частот и высокой электромагнитной совместимости в миллиметровом диапазоне, будет целесообразным применение простой технологии доступа на базе частотного разделения каналов, если это позволит стабильность генераторов приемо-передатчиков.

Литература

1. Ильченко М.Е., Сундучков К.С., Волков С.Э. Особенности построения широкополосных сетей мобильной связи. Радиотехника, выпуск 151, 2007г., с. 18÷22.
2. Башилов Г. Миллиметры: последняя верста. Connect! Мир связи. №1, 2006г. <http://www.connect.ru/article.asp?id=6377>.

ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕКИ ІНФОРМАЦІЇ У СТАНДАРТІ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ GSM

Березовський Б.А.

науковий керівник: к.т.н., доцент **Ладик О.І.**

Інститут Телекомунікаційних Систем НТУУ „КПІ”

e-mail: fenyks@gala.net

Security problems in the mobile communication standard GSM

In the given report the basic ways of protection of the information in the standard are specified. And also their lacks. Also methods of additional protection are analysed.

Мобільний зв'язок сьогодні – це потужний засіб керування державними інститутами, економікою країни, міждержавного спілкування. Основним стандартом мобільного зв'язку є GSM який має максимальне покриття території та розвинуті послуги, включаючи національний і міжнародний роумінг. Крім того, суттєву роль в стандарті GSM відіграють мережі передачі даних, основані на технологіях GPRS та EDGE. В них можуть передаватися значні масиви даних в інтересах державних органів та бізнес-структур.

Тому задачі захисту інформації в них є актуальними.

Основними механізмами безпеки є: аутентифікація; секретність передачі даних; секретність абонента; секретність напрямку з'єднання абонентів.

Для забезпечення секретності передачі даних вводиться метод захисту з формуванням ключа шифрування зображений на рис. 1

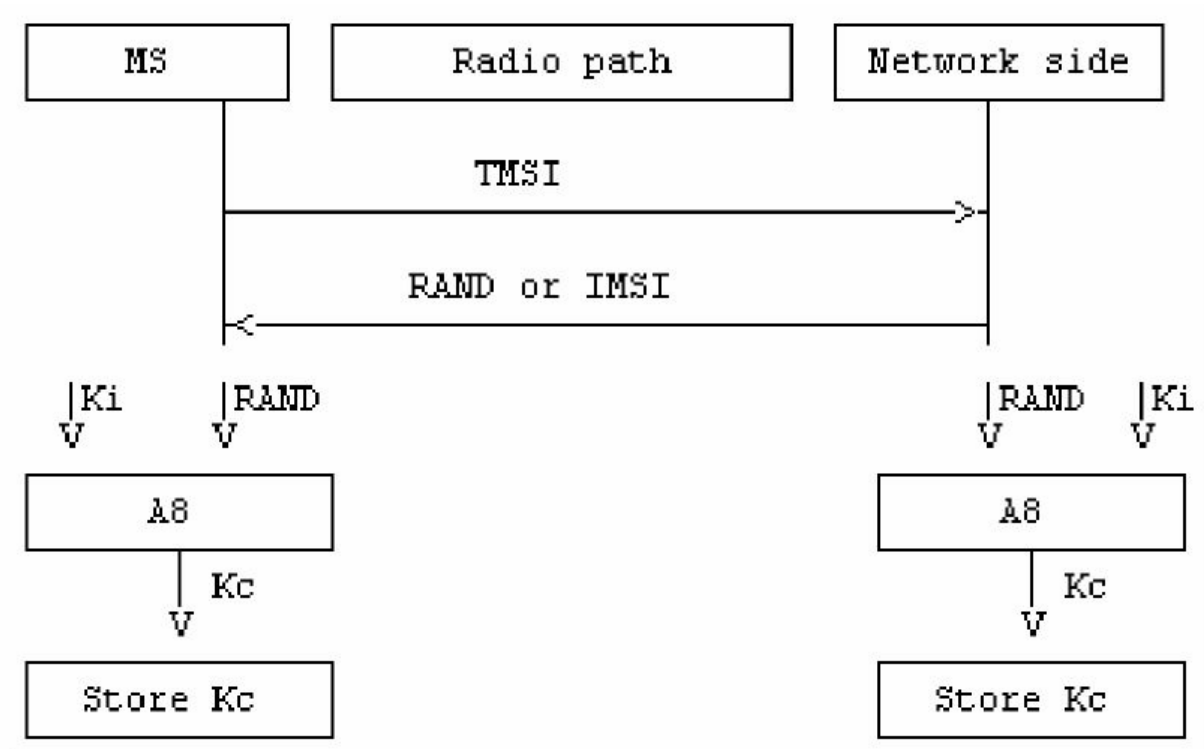


Рис.1

Усі конфіденційні повідомлення повинні передаватися в режимі захисту інформації. Алгоритм формування ключей шифрування (A8) зберігається в модулі SIM. Після прийому випадкового номеру RAND мобільна станція розраховує, окрім відгуку SRES, також і ключ шифрування (Kc), використовуючи RAND, Ki та алгоритм A8: $Kc = Ki [RAND]$.

Ключ шифрування Kc не передається по радіоканалу. Як мобільна станція, так і мережа розраховує ключ шифрування, який використовується іншими мобільними абонентами. З причин секретності розрахунок Kc відбувається в SIM.

Для встановлення режиму шифрування мережа передає мобільній станції команду CMC (Ciphering Mode Command) на перехід в режим шифрування. Після отримання команди CMC мобільна станція, використовуючи відомий їй ключ, приступає до шифрування та дешифрування повідомлень. Потік даних, що передається шифрується біт

за бітом або поточним шифром, використовуючи алгоритм шифрування A5 та ключ шифрування Kc.

Існують також методи підвищення захищеності повідомлень (Табл.1)

Табл.1

Метод	Опис
Абонентське шифрування з використанням накладених засобів захисту інформації мережею	ССТ (спеціальні стільникові телефони)
Попереднє шифрування	голосові скремблери (анг. «змішувати»)
Зміна схеми телефону з внесенням туди алгоритму цифрового шифрування	шифрування "точка-точка"
Використання чисто програмного засобу	відкрити цифровий канал "точка-точка" на 9600 біт/с
Використання CDMA	радіосигнал з широкою базою

Література

1. Макаревич О.Б. Максименко В. Афанасьев В. Защита информации в системах сотовой подвижной связи, Горячая линия - Телеком 2007.
2. 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and system Aspects; Security related network functions (Release 6).

ПОВЫШЕНИЕ ЕМКОСТИ В СЕТИ GSM ЗА СЧЕТ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЧАСТОТ

Шестак В.И.

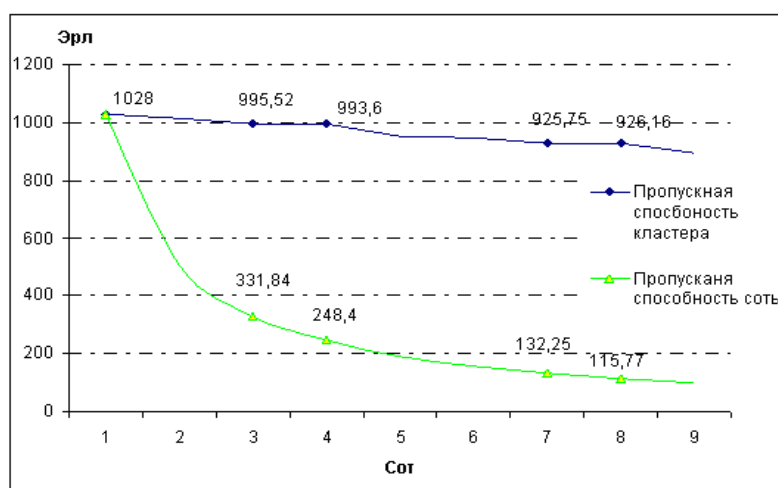
научный руководитель д.т.н., проф. **К.С.Сундучков**
 Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»
 e-mail: vasiky@gmail.com

Increase of capacity in GSM network due to the repeated use of frequencies

Annotation: In this lecture is considered the principle of the repeated use of frequencies in the GSM network.

Рассмотрим территорию 500 м на 265 м. Площадь равна 132500 м². Предположим, что во время наибольшей нагрузки на двух м² находится 1 человек, который в течении часа разговаривает 3 мин. При этом создаваемая им нагрузка: $A_d = 3/60 = 0.05$ Эрл. Нагрузка создаваемая всеми абонентами: $A = 0.05 * (132500/2) = 3313$ Эрл. Поскольку минимальный элемент – сота, то будем рассматривать нужное количество сот для обеспечения нужной нагрузки.

Если рассматриваемая территория покрыта одной сотой (круговая антенна), то для GSM-900 в одной соте 124 частотных канала, а в каждом частотном канале размещается 8 логических каналов. Максимально количество логических каналов: $K_i = 124 * 8 = 992$ каналов. Используя модель Эрланга пропускная способность равна 1028 Эрл. Одна сота не покрывает требуемую нагрузку. Расположить рядом несколько таких сот не является возможным.

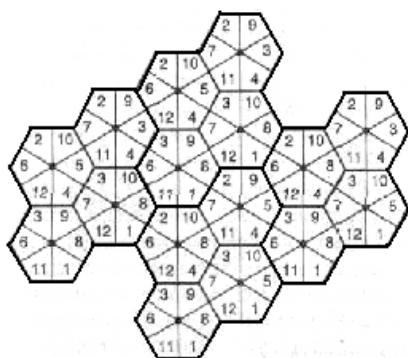


Для увеличения пропускной способности воспользуемся кластерами. При увеличении количества сот в кластере, общая нагрузка в кластере падает за счет того, что модель Эрланга, по которой рассчитывается нагрузка, не линейная.

При работе с кластерами возможно повторно использовать частоты, при условии, что б соты с одинаковыми частотами не «соприкасались» друг с другом. Рассчитываем минимальное количество сот для обеспечения требуемой

нагрузки. Количество сот = требуемая нагрузка / пропускная способность соты.

Размерность кластера	1	3	4	7	8
Количество сот	0	10	14	25	29



Рассмотрим способ повторного использования частот разработанный фирмой Motorola (США). В котором одна сота состоит из 6-ти секторов (шесть антенн по 60° каждая). Каждый сектор работает на своей группе частот. Один кластер состоит из 4-х сот, каждый набор частот используется дважды в пределах кластера.

Пропускная способность сектора равна 74,82 Эрл. Общая пропускная способность кластера:

$$A_{\text{соты}} = 74,82 * 6 = 448,92 \text{ Эрл, где } 6 - \text{ количество секторов в соте.}$$

$$A_{\text{кластер}} = A_{\text{соты}} * 4 = 1795,68 \text{ Эрл.}$$

Рассчитываем требуемое количество сот такой системы для удовлетворения выше рассмотренных требований по пропускной способности. Количество сот равно $3313 / 448,92 \approx 8$ сот. Сравнивая два варианта рассмотренных 4-ох сотовых кластера (с круговой и секторной антенной) для удовлетворения одних тех же требований при секторных антеннах требуется меньшее количество базовых станции (сот).

Из приведенных выше расчетов видно:

- 1) При использовании кластера с меньшим количеством сот емкость одной соты будет больше.
- 2) При использовании кластера с меньшим количеством сот общая емкость кластера будет больше.
- 3) Емкость сети растет при уменьшении радиуса соты, и использования большего количества сот.
- 4) Деление кластеров на большее количество сот (деление сот на сектора) уменьшает количество одновременно обслуживаемых абонентов в соте (секторе).

Литература

1. Основы сотовой связи стандарта GSM. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 296с.
2. <http://mobilnik.ua/info/operators/14/>.
3. <http://members.tripod.com/telecomproject/nagr.htm>.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТОПОЛОГИИ СЕТИ GSM ДЛЯ МИКРОРАЙОНА ОБОЛОНЬ г. КИЕВА

Мальчук М.А.

научные руководители: д.т.н., проф. **К.С.Сундучков, Д.Миргородский**

Институт телекоммуникационных систем НТУУ "КПИ",

группа специальной подготовки по программе и при участии фирмы

«Моторола»

e-mail: marina.malchuk@gmail.com

Optimal topology of the GSM network determination for Obolon micro-district in Kiev city

Methodology of the optimal amount GSM base station calculation presented by the example of base station deployment in Obolon micro-district in Kiev city.

Предложена методика расчета оптимального количества базовых станций сети мобильной связи стандарта GSM на примере размещения базовых станций в микрорайоне Оболонь г. Киева.

При проектировании мобильных систем связи необходимо решать задачу оптимизации положения базовых станций в зоне обслуживания. Оптимальным считается такое положение, при котором заданный уровень качества сигнала обеспечивается в любой точке зоны обслуживания при минимальном числе базовых станций. В условиях урбанистической застройки при решении задачи определения сигнала в точке приема приходится учитывать переотражения.

Целью данной работы является создание методики расчета (алгоритма) оптимального размещения базовых станций сети мобильной связи стандарта GSM на примере размещения базовых станций в микрорайоне Оболонь г. Киева.

Первым шагом в алгоритме является анализ существующих моделей распространения радиоволн и выбор наиболее оптимальной (подходящей) модели для заданной территории. По результатам анализа была выбрана модель Уолфиша-Икегами, которая хорошо подходит для густонаселенной урбанистической местности и учитывает направления прихода радиоволн.

$$L_b = L_o + L_{rts} + L_{msd} \text{ или } L_b = L_o \text{ при } L_{rts} + L_{msd} \leq 0, \quad L_o = 32.4 + 20 \log d + 20 \log f,$$

где L_o – потеря сигнала в открытом пространстве,

L_{rts} – потеря сигнала при дифракции и переотражении.

$$L_{rts} = -16.9 - 10 \log w + 10 \log f + 20 \log(h_r - h_m) + L_{cri} \text{ для } h_r > h_m$$

$$L_{cri} = -10 + 0.354\varphi \text{ при } 0 \leq \varphi < 35^\circ, \quad L_{cri} = 2.5 + 0.075(\varphi - 35) \text{ при } 35^\circ \leq \varphi < 55^\circ,$$

$$L_{cri} = 4.0 - 0.114(\varphi - 55) \text{ при } 55^\circ \leq \varphi < 90^\circ, \quad L_{msd} = L_{bsh} + k_a + k_d \log f - 9 \log b,$$

L_{msd} – потери при огибании волной различных препятствий.

При расчете покрытия необходимо учитывать ограничения по мощности. Решение должно учитывать сбалансированность мощности на линии вверх и вниз. Расчет баланса мощностей будет вторым шагом в алгоритме.

$$\text{Downlink: } P_{inMS} = P_{outBS} - L_f + G_a - L_p, \quad \text{Uplink: } P_{inBS} = P_{outMS} - L_p + G_a + G_d - L_f,$$

где P_{inMS} , P_{inBS} – мощности на входе мобильной и базовой станции соответственно, P_{outBS} , P_{outMS} – мощности на выходе мобильной и базовой станции соответственно, L_f – потери в фидере, L_p – потери на трассе, G_a – коэффициент усиления антенны базовой станции, G_d – коэффициент использования разнесенного приема.

В результате проведения расчета баланса мощности получим допустимое значение потерь на трассе (должно быть одинаковым для линий вверх и вниз). Подставив данное значение в формулу Уолфиша-Икегами, рассчитуется радиус соты. Расчет радиуса соты – третий шаг алгоритма.

Немаловажным для получения оптимального покрытия является выбор оборудования базовой станции, в частности антенн. Следовательно, необходимо исследовать как параметры выбранного оборудования будут влиять на конечный результат. На четвертом этапе производится расчет по первым трем пунктам, и выбирается оборудование, которое обеспечивает максимальный радиус соты. Здесь же и рассчитывается предварительное количество базовых станций, необходимое для покрытия района.

После проведения расчетов получены следующие значения: максимальная площадь соты 3,8 кв.км. Для покрытия микрорайона Оболонь необходимо 3 базовых станции.

На пятом этапе определяется положение базовых станций в зоне обслуживания, при котором площадь теневых зон оказывается минимальной.

Литература

1. TR 101 362 v6.0.1 (1998-07) Digital cellular telecommunication system (Phase 2+); Radio network planning aspects (GSM 03.30 version 6.0.1 Release 1997).
2. Jukka Lempinen, Matti Manninen “Radio interface system planning for GSM/GPRS/UMTS”, Kluwer Academic publishers, New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow.

ПЛАНУВАННЯ МЕРЕЖІ СТІЛЬНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ ТРЕТЬОГО ПОКОЛІННЯ

Олійник О.П., Кот Є.М.

Науковий керівник: к.т.н., доц. **Ладик О.І.**

Інститут телекомунікаційних систем НТУУ “КПІ”

e-mail: oloo@uk.net, jeka_2@mail.ru, Oleksandr.I.ladyk@its.ntu-kpi.kiev.ua

Planning of network mobile communication of 3G

Annotation – in this application a method over of calculation of necessary amount of the base stations is brought for maintenance of certain number of subscribers.

При плануванні мережі необхідно забезпечити радіопокриття території з заданими параметрами якості. Процес планування мережі складається з двох етапів: попереднього та детального планування. В даній статі приводяться розрахунок та результати попереднього планування мережі стільникового зв'язку третього покоління UMTS.

Для проведення попереднього планування мережі задамо вихідні дані: кількість абонентів - 10000, активність абонента – 0,05 Ерл., ймовірність блокування викликів – 1%, швидкість передачі даних – 30 кбіт/с. Планування мережі базується на розрахунку ємності однієї БС (кількість абонентів, які одночасно обслуговуються в одному частотному каналі (5 МГц).

Навантаження в лінії “вверх” розраховується при умові забезпечення потрібного відношення сигнал/завада [1], це відношення для широкосмугових систем визначається формулою (1).

$$\frac{E_{bj}}{N_0} = \frac{P_{cj} \cdot T_j}{P_{N0} / \Delta f_c} = \frac{T_j}{t_e} \cdot \frac{P_{cj}}{P_{N0}} = G_j \cdot \frac{P_{cj}}{P_{N0}} \quad (1)$$

Із формули (1) відношення потужності сигналу і завади на вході приймача визначається :

$$\frac{P_c}{P_{N0}} = \frac{E_b / N_0}{G} \quad (2)$$

Представимо, що в стільнику є N абонентів, і їх АТ використовують один рівень потужності, тоді для кожного абонента потужність завади визначається сумою потужності радіосигналів від інших абонентів:

$$P_{N0} = P_c \cdot (N-1) \quad (3)$$

Тому формула (2) буде мати наступний вигляд:

$$\frac{P_c}{P_{N0}} = \frac{P_c}{P_c \cdot (N-1)} = \frac{1}{N-1} \approx \frac{1}{N} \quad (4)$$

Прирівнявши формули (2) та (4), можна визначити ємність БС:

$$N = \frac{G}{E_b/N_0} \quad (5)$$

Отже, при швидкості передачі даних 30 кбіт/с коефіцієнт розширення $G=128$, а відношення сигнал/завада на вході приймача БС 3 Дб. Ці дані підставивши в формулу (5) отримуємо 42 абоненти, які може одночасно обслуговувати одна БС.

Таким чином, для одночасного (активність абонента – 1Ерл) обслуговування та при ймовірності блокування $P=0$ 10000 абонентів необхідно $10000/42 \approx 238$ базових станцій. Враховуючи задану активність абонентів та ймовірність блокування, визначаємо за допомогою формули Ерланга навантаження, яке може обслуговувати одна БС (23Ерл, при $P=0,01$) [2], та навантаження від всіх абонентів $10000 \cdot 0,05 = 500$ Ерл. Тоді для обслуговування 10000 абонентів в заданих умовах потрібно $500\text{Ерл}/23\text{Ерл} \approx 22$ базові станції.

При активності абонентів 1 Ерл і ймовірності блокування викликів $P=0$, для обслуговування 10000 абонентів потрібно 238 базових станцій, а при зменшені активності до 0,05 Ерл та $P=0,01$ – 22 БС. В даному розрахунку був врахований лише вплив завад в середині стільника. Якщо врахувати вплив завад від інших стільників, то ємність БС зменшиться, що приведе до збільшення їх числа.

Література

1. Тихвинский В.О. Управление и качество услуг в сетях GPRS/UMTS / В.О. Тихвинский, С.В. Терентьев // М.: Эко-Трендз, 2007. – 400 с.
2. Щербіна Л.П. Розрахунок параметрів систем телекомунікації методами теорії телетрафіку / Л.П. Щербіна, А.І. Біленко, А.Г. Кучеренко // К., НТУУ"КПІ", 1996.

Секція 2. Проводовий зв'язок, оптоволоконні системи та мережі

УДК 681.324

ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУР МАГІСТРАЛЬНИХ МЕРЕЖ З ТЕХНОЛОГІЄЮ MPLS У КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ В УКРАЇНІ

Чуприна Д.В.

ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ»

e-mail: demetrio@ukr.net

The Optimization of MPLS Networks Structures in the Context of Government Development in Ukraine

As the main technology for prospecting networks is MPLS so we must take into account all the specifics of this technology, such as different service classes and QoS indexes (quality of service). For the construction such network from “zero pint” or from backbone network the developed methods for MPLS network synthesis suggested by Professor Y.P. Zaychenko may be detalised.

Сучасні інформаційні технології представляють широкий вибір інструментів для впровадження у сфері державного управління, пророблених як на концептуальному так і на практичному рівнях. Це і системи управління електронними документами, і бази даних, і веб-портали і системи контролю тощо. Але основною проблемою у побудові таких систем і їх поєднанні в рамках цілої держави, побудові єдиного вікна користування такими системами, створення та об'єднання «електронних міністерств», є інтероперабельність таких систем, як на програмному так і технічному рівні. І необхідною умовою є саме технічний рівень, на якому для ефективної та коректної роботи бажано мати єдине телекомунікаційне рішення, роботи по створенню якого тривають в Україні.

Ключовою характеристикою функціонування такої мережі є її ефективність, тобто забезпечення відповідних показників якості мережі при побудові мережі як «з нуля» так і з існуючим «бекбоном» (первинною структурою). Також даний метод має враховувати особливості технології багатопроTOCOLЬНОЇ комутації міток MPLS (Multiprotocol Label Switching), яка є основою для побудови магістральних мереж. На основі математичного методу синтезу мережі, запропонованого проф. Ю.П. Зайченко, адаптованого під технологію MPLS можемо побудувати моделі організації єдиної національної мережі при різноманітних умовах, а також прорахувати економічний ефект побудови, що надасть значну кількість вихідних даних для прийняття рішення керівниками центральних органів виконавчої влади по варіантах побудови даної мережі.

Література

1. Зайченко Ю.П. Комп'ютерні мережі.- К.: Слово, 2003.-283 с.
2. Зайченко Е.Ю. Сети АТМ. Моделирование, анализ и оптимизация-К.: ЗАТ “ВПОЛ”, 2003. 216 с.

ГРАНИЧНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА КОРРЕКЦИИ КВАДРАТУРНОГО РАЗБАЛАНСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО СТРОБИРОВАНИЯ ОТСЧЕТОВ АЦП

Слюсар В.И. д.т.н., профессор, **Масесов Н.А.**

ЦНИИ ВВТ ВСУ, ВИТИ НТУУ «КПИ»

e-mail: swadim@inbox.ru, masesov@rambler.ru

Boundary Possibilities of the Method of Correction of Quadrature Disbalance with use at Additional Gating ADC Counts

The new method of correction of quadrature disbalance with use at additional gating ADC counts which allows to reduce computing expenses is offered and to consider influences peak disbalance and displacement concerning zero ADC counts.

К современным средствам радио- и радиорелейной (тропосферной) связи, в том числе двойного назначения, выдвигаются требования обеспечения высокой пропускной способности и помехозащищенности. Технология цифрового диаграммообразования (ЦДО) позволяет удовлетворить эти требования в условиях помех, поэтому нашла широкое применение при построении цифровых антенных решеток (ЦАР) для средств связи двойного назначения. Ограничением реализации потенциальных возможностей технологии ЦДО является влияние аппаратурных погрешностей, сопутствующих процессу получения квадратурных составляющих приемных каналов ЦАР, что приводит к искажениям сигнальных массивов и потере информации. Существующие методы коррекции такого квадратурного разбаланса характеризуются отсутствием учета влияния постоянных составляющих напряжений каналов и относительной сложностью вычислений, особенно в случае применения высокоскоростных аналого-цифровых преобразователей (АЦП).

В докладе представлен метод коррекции неидентичностей квадратурного разбаланса подканалов при ортогонализации сигналов в приемном тракте ЦАР с использованием процедур дополнительного стробирования отсчетов АЦП, что предлагается впервые. Согласно [1], сущность дополнительного стробирования заключается в формировании из нескольких отсчетов сигналов с заданной периодичностью одного, суммарного. Такое прореживание осуществляется без энергетических потерь, а сформированные подобным образом новые отсчеты сигналов декоррелируются по шумам. Кроме того, это позволяет согласовать высокие скорости передачи данных АЦП с производительностью последующих цифровых устройств обработки сигналов.

Проверка предложенного метода коррекции проводилась расчетным путем в пакете MathCad с помощью оговоренных выше процедур обработки сигналов. Особого внимания заслуживают результаты моделирования, касающиеся влияния длительности строга на граничные возможности коррекции фазовой погрешности сигнала. Полученные результаты представлены на рисунке 1.

Принятые обозначения: N – длительность строка в отсчетах АЦП, ψ – фазовая погрешность сигнала в градусах, которая поддается коррекции предложенным методом. Шумы в квадратурных каналах приняты гауссовскими, некоррелированными. Граничные возможности коррекции амплитудной и фазовой погрешностей оценивались в усреднении по 100 реализациям.

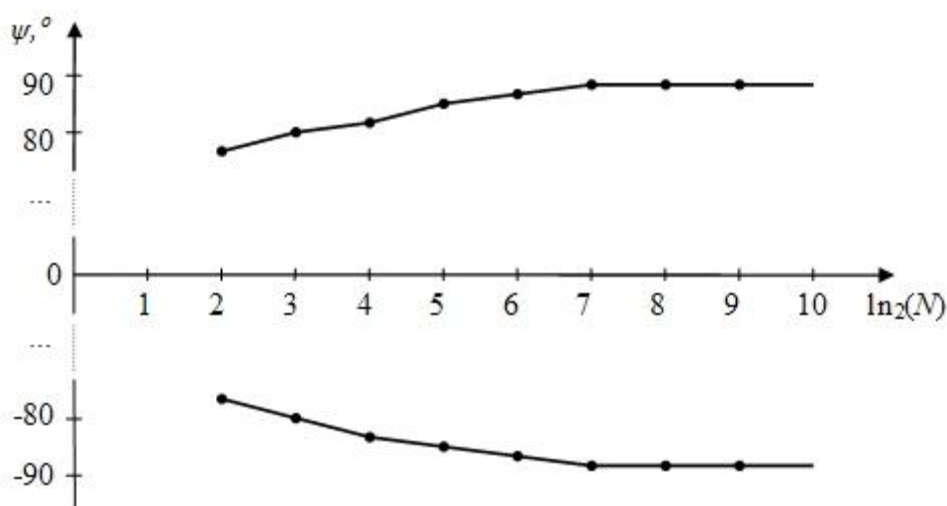


Рисунок 1. Зависимость граничных возможностей коррекции фазовой неидентичности от длительности строка N .

Из рисунка видно, что границы коррекции фазы сигнала тем больше, чем больше длительность строка. Крайние точки, соответствующие 4 и 1024 отсчетам АЦП, отличаются на $10,7^\circ$. Важно отметить, что предложенный метод коррекции позволяет полностью устранить амплитудную погрешность расквадратурирования. Допустимая же погрешность ортогонального сдвига по фазе может превышать 85° . Это позволяет снизить требования к аналоговым устройствам расквадратурирования сигналов, удешевляя производство ММО-систем (Multiple Input Multiple Output), выполненных по технологии ЦАР.

Таким образом, предложенный метод коррекции позволяет минимизировать погрешности обработки сигналов, уменьшить аппаратные затраты и снизить требования к идентичности квадратурных подканалов при аналоговой ортогонализации сигналов в приемных каналах ЦАР, даже в присутствии постоянных составляющих напряжения смещения и амплитудного разбаланса. Метод может быть реализован в приемных каналах ЦАР при обработке сигналов квадратурно-амплитудной модуляции (QAM).

Литература

1. Слюсар В.И. Синтез алгоритмов измерения дальности M источников при дополнительном стробировании отсчетов АЦП // Радиоэлектроника. – 1996. - № 5. – С. 55-62. (Изв. вузов).

ПРОБЛЕМЫ ТЕЛЕФОНИЗАЦИИ УКРАИНЫ И ИХ РЕШЕНИЕ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ РАДИОТЕХНОЛОГИЙ

Башняк П.В.

*Государственный департамент по вопросам связи и
информатизации Министерства транспорта и связи
e-mail: p.bashnyak@stc.gov.ua*

The challenge of telecommunication networks installation and ways of its resolving by means of radio technologies usage

In this article the modern situation of the telecommunication sphere of Ukraine, the problem of development and ways of its resolving are considered. The main problem is to ensure the installation of telecommunication networks to the population of Ukraine. As a solution of present situation it is suggesting to construct the network with radio technologies usage, such as standard CDMA.

Проблемы сферы телекоммуникаций таковы:

- 1) медленные темпы развития.
- 2) неравномерность обеспечения телекоммуникационными услугами и ограниченность доступа пользователей к общедоступным телекоммуникационным услугам (особенно в сельской, горной местности и депрессивных регионах), перечень которых определяется законодательством.
- 3) сдерживание развития телекоммуникационных услуг за счет использования на сетях связи морально и физически изношенного оборудования.

Развитие общедоступных телекоммуникационных услуг, в частности в сельской местности и депрессивных регионах, с применением современных радиотехнологий и возможным использованием с этой целью средств связи отечественного производства даст возможность ликвидировать существующую неравномерность обеспечения телекоммуникационными услугами и ограниченность доступа пользователей к общедоступным телекоммуникационным услугам всех слоев населения.

Учитывая низкий уровень телефонизации в Украине и значительную потребность модернизации телекоммуникационной сети, в краткосрочном периоде объем чистых расходов по предоставлению общедоступных телекоммуникационных услуг и развитию телекоммуникационной сети будет значительным, однако в долгосрочном периоде он будет уменьшаться благодаря достаточному обеспечению уровня телефонизации и повышению благосостояния населения.

Анализ данных показал следующее:

- средняя стоимость сельской телефонной линии составляет – 2364 грн.;

где - максимальная стоимость – 3558 грн., минимальная стоимость – 1170 грн.

- средняя стоимость городской телефонной линии составляет – 1853 грн.;

где - максимальная стоимость – 2550 грн., минимальная стоимость – 1156 грн.

Также к этим значениям необходимо прибавить стоимость организации абонентской сети от УКС к дому абонента стоимость работ по строительству составляет:

- в городе - 8,557 тыс. грн.;

- в поселке городского типа (городе) с прокладкой кабеля в земле - 6,250 тыс. грн.;

- в сельской местности - 4,411 тыс. грн.;

- в горной местности - 19,697 тыс. грн.

Отмечены данные показывают, что перестройка фиксированной составляющей телефонной сети „традиционным” способом нуждается в значительных средствах. На сегодня существуют технологии, которые позволяют уменьшить стоимость построения одного номера и решить вопрос „последней мили”.

Ниже наведем ориентировочную стоимость построения сети с использованием радиотехнологий, а именно - стандарт CDMA:

- средняя стоимость обустройства базовой станции, тыс. грн., – 1 071;

- проектируемая емкость телефонной сети, телефонных номеров, – 1 950 000;

- средняя стоимость обустройства телефонного номеру (без окончного оборудования), тыс. грн., – 1,071.

На данное время, в Украине неудовлетворено 1 264 900 заявлений (из них 779 746 на городской телефонной сети и 485 154 – на сельской телефонной сети) на установление основного телефона (нуждаются в телефонизации), из них 217 515 - льготной категории граждан (внеочередно и с соответствующей скидкой (100%, 50%, 20%) (из них 130 422 заявления на городской телефонной сети и 87 093 – на сельской телефонной сети).

Построение указанной телекоммуникационной сети даст возможность расширить емкость на 1 950 000 номеров. Фактически это позволит ликвидировать очередь на установление фиксированных телефонов.

Предложенный расчет не является окончательным и может уточняться в ходе проектирования конкретных работ.

Литература

1. Кувеко С. Развитие Икт-сферы: итоги и тенденции// ComputerWorld/Украина №9, Киев. 03.03.2008 г.

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБЩЕДОСТУПНЫМИ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМИ УСЛУГАМИ –
СОСТОЯНИЕ ДЕЛ СТРАН СНГ И В УКРАИНЕ**

Скибун А.Ж.

*Государственный департамент по вопросам связи и информатизации
Министерства транспорта и связи
e-mail: o.skybun@stc.gov.ua*

**Maintenance with popular telecommunication services - a state
of affairs of the CIS countries and in Ukraine**

The normative legal regulation in the sphere of telecommunications in the countries of the CIS is considered in the article. The special attention is spared legislative norms which regulate providing of population universal telecommunication services.

Принимая во внимание современные мировые приоритеты развития информационного общества, а также важность выполнения государством социальных функций, авторы считают необходимым уделить особенное внимание изучению законодательных норм, которые касаются обеспечения всех слоев населения определенным перечнем телекоммуникационных услуг по определенной стоимости на всей территории страны.

Директива 2002/22 Европейского Союза от 07.03.2002 требует обеспечение доступности базовых телекоммуникационных услуг определенного качества для всех пользователей на всей территории, независимо от географического расположения, по доступной цене и содержит требования относительно установления механизмов оплаты операторам себестоимости обязательств из универсальных услуг, если их себестоимость не отвечает обычным коммерческим стандартам, предусматривая, в частности, возмещение всеми пользователями определенных расходов с помощью прозрачного метода обкладки предприятий налогами.

Для получения более четкой картины, как другие страны решают эти вопросы проведем анализ законодательной базы, которая действует на

сегодня в странах СНГ и определяет вопросы определения самого понятия универсальная телекоммуникационная услуга, их перечни, порядок возмещения оказания этих услуг со стороны государства операторам, на которых возложены полномочия их оказания.

В странах СНГ законодательно определены понятия универсальной услуги (предоставление на территории страны всем потребителям определенного перечня телекоммуникационных услуг по фиксированной цене и покрытия за счет других средств разницы между ней и рыночной ценой). Отличается лишь перечень универсальных услуг в отдельной стране. [2, 3, 4, 5, 11].

Также в отдельных странах СНГ определены пути возмещения государством предоставленных операторами универсальных услуг путем передачи средств из соответствующих резервов и фондов операторам. Такая процедура определена нормативно в таких странах, как Российская Федерация [4], Республика Беларусь [9], Республика Казахстан [8], Республика Азербайджан [10], Республика Таджикистан [5].

В Украине также законодательно определено понятие „общедоступные (универсальные) телекоммуникационные услуги как минимальный набор услуг нормируемого качества, доступный всем потребителям на всей территории Украины” [7].

Согласно данного закона, возлагать на операторы телекоммуникаций и операторов фиксированной проводовой связи обязательства по предоставлению универсальных услуг населению имеет право Национальная комиссия по вопросам регулирования связи Украины. [7]. Также закон предусматривает установление Кабинетом Министров Украины механизма компенсации убытков, связанных с предоставлением операторами этих услуг. Однако, в законе не выписаны ни порядок, ни процедура возмещения государством расходов, связанных с

предоставлением операторами универсальных телекоммуникационных услуг населению.

На сегодня в Украине не создано механизмов компенсации убытков операторам телекоммуникаций, связанных с предоставлением этих услуг, как это было определено Законом Украины и есть в указанных странах СНГ

Литература

1. Женевская декларация принципов „Построение информационного общества: глобальная задача в новом тысячелетии” [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.wsis.org/>.
2. Закон Республики Беларусь от 19 июля 2005 года № 45-3 "Об электросвязи". [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.mpt.gov.by/>.
3. Закон Республики Казахстан от 5 июля 2004 года № 567-III "О связи". [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.aic.gov.kz/>.
4. Закон Российской Федерации "О связи". [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.minsvyaz.ru/>.
5. Закон Республики Таджикистан "Об электрической связи" от 10 мая 2002 года № 56. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.stc.gov.tj/>.
6. Закон Республики Узбекистан от 20 августа 1999 года № 822-1 "О телекоммуникациях". [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.aci.uz/>.
7. Закон Украины от 18 ноября 2003 года № 1280-IV „Про телекоммуникации". [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.stc.gov.ua/>.
8. Постановление Правительства Республики Казахстан от 19 августа 2004 года № 866 „Об утверждении перечня универсальных услуг телекоммуникаций”. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.aic.gov.kz/>.
9. Постановление Министерства связи и информатизации Республики Беларусь от 14 августа 2006 года № 24 „Об утверждении порядка и сроках предоставления универсальных услуг электросвязи”. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.mpt.gov.by/>.
10. Решение Кабинета Министров Республики Азербайджан от 18 января 2006 года № 18 „Об утверждении Правил выделения средств, необходимых операторам, провайдерам, для предоставления универсальных телекоммуникационных услуг и возращения (компенсации) средств, которые потрачены на эти цели”. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.mincom.gov.az/>.
11. Указ № 277 Президента Азербайджанской Республики „О применении Закона Азербайджанской Республики „О телекоммуникациях” от 09 августа 2005 года”. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.mincom.gov.az/>.

БАГАТОФАЗНЕ КОДОВЕ РОЗДІЛЕННЯ КАНАЛІВ В ОПТИЧНИХ МЕРЕЖАХ ДОСТУПУ

Климаш М.М. д.т.н., доц., **Демидов І.В., Бенбіхі Імад**
Національний університет «Львівська політехніка»
e-mail: mklimash@polynet.lviv.ua

The Multiphase Code Division Multiplexing for Optical Core Networks

The flexible method of CDMA for optical networks management and carrying capacity increasing is offered and advantages of his application are shortly analyzed on the basis of the optical core systems (FO-CDMA).

Технології розширення спектру дозволяють здійснювати передавання інформації з доволі високими швидкостями та низькою ймовірністю помилок за рахунок комплексної оптимальної обробки сигналу, володіють, окрім цього, стійкістю до прослуховування сигналів та низькою чутливістю завад в умовах їх штучної постановки. Для системи CDMA, що побудована на основі $N=64$ -позиційних кодів Уолша характерна підвищена у 64 рази швидкість модулюючого потоку, таким чином, в каналі передавання частотна ефективність становить величину, яка теоретично прямує до межі 1 біт/с, що відповідає, згідно теореми Шенона відмінним завадозахисним якостям сигналів. Проте, велика кількість систем доступу, зокрема радіо- та оптичних мереж [1, 2], пропонують умови, за яких можливе підвищення частотної ефективності ціною невідворотних спотворень інформації при перевищенні допустимого рівня завад у каналі передавання. Специфічною властивістю широкосмугових систем CDMA є те, що вони вимагають чіткої синхронізації усіх кодових послідовностей для надання приймачеві можливості провести коректне детектування та відновлення інформації, яка передається.

Відносно низька частотна ефективність CDMA наштовхує на думку, що можливе створення оптичних гібридних рішень, які дозволили б гнучко підвищити інформаційну місткість, першопочатково закладену в кожен з кодових каналів. Об'єднаємо дві послідовності кодових каналів циклічно в один суперфрейм. Припустимо, що приймач реалізує можливість приймати сигнал кореляторами відносно деякої стартової позиції в межах суперфрейму з довжиною $2 \cdot N$ кодових позицій. Кожен цикл обробки кореляторів відповідає у часі інтервалові довжиною $(N-1)/N$ частки N -бітової послідовності Уолша (для уведення додаткового, наприклад, одного захисного інтервалу). Виділимо кодовий канал (КК) системи передавання, що відповідає кодовій послідовності з номером 1 для загальної еталонної синхронізації.

Іншим каналам системи передавання надамо спеціальні властивості, що характеризуватимуть їх фазові затримки по відношенню до початку еталонної каналної кодової послідовності та дискретністю рівно один кодовий біт. Прийом зміщених кодових комбінацій відбувається за допомогою поточкових кореляторів,

конфігурація яких заздалегідь налаштована когерентний, дискретний за позиціями еталонної службової послідовності можливий прийом КК. Таким чином, забезпечується питома збільшення інформаційної місткості суперфрейму у $(N-1)/2=31,5$ разів, оскільки кожна комбінація матиме до N фазових позицій (включно по відношенню до еталонної) та прийматиметься з метою зафіксувати та визначити значення її фазової затримки, використовуючи еталонну кодову послідовність за взірць. Одразу стає очевидною гнучкість, з якою можливо керувати параметрами каналу передавання – зростає вимірність сигналів, що передаються. Звичайно, істотним фактором стають вимоги до стабільності синхронізації у таких системах, що з успіхом забезпечується шляхом застосування відповідних оптичних середовищ передавання. У приймачі реалізація приймання із врахуванням налаштування його конфігурації та високих значень впливів автокореляційних властивостей функцій Уолша, які в даному випадку активно протидіють прийманню зміщеної в часі копії КК можлива шляхом застосування як статичної так і динамічної стратегій за інформаційним навантаженням фазових позицій.

Швидкість, що може бути досягнута при використанні 1 з $N-1$ ($N=64$) КК при виділеній ширині спектру $F=10$ Гбіт/с складає приблизно $= 300$ Мбіт/с, що всього у 2 рази менше пропускної здатності цілого xWDM каналу базової спектральної основи із максимальним завантаженням і дозволяє забезпечити доступ до 200 користувачів Fast Ethernet на одній оптичній несучій із повним завантаженням та надзвичайно гнучким управлінням каналною ємністю, що приблизно еквівалентне можливостям та завадозахищеності звичайного Ethernet over SDH мультиплексування, але виключає колізії та підвищення ієрархічної складності комунікаційного обладнання.

В ході досліджень запропоновані інженерні підходи, методи та рішення, що можуть стати основою високо конвергентних інфокомунікаційних мереж, в тому числі мереж доступу наступного покоління NGN. Гнучкість та прозорість, завадозахищеність багатофазової модуляції в разі централізовано-синхронізованої трансляції оптикою, надзвичайно висока ефективність управління, що забезпечується багатофазним кодовим розділенням каналів (CDMPA) при передаванні інформації, особливо у оптичній мережній архітектурі, вказують на високу ефективність та перспективність даного концептуального напрямку, а отже актуальним є проведення подальших технологічних досліджень, детальних розрахунків та моделювання.

Посилання

1. Keshavarzian, A.; Salehi, J.A. Optical Orthogonal Code Acquisition in Fiber-Optic CDMA Systems Via the Simple Serial-Search Method. In: Communications, IEEE Transactions on, Vol. 50, Issue 3, Mar 2002, P.473 – 483.
2. Maric, S.V. Lau, K.N. (Dept. of Eng., Cambridge Univ.) Multirate Fiber-Optic CDMA: System Design and Performance Analysis . in: Lightwave Technology, Journal of, Vol. 16, Issue 1, Jan 1998, P. 9-17.

МОДЕЛЬ СОГЛАСОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТРАФИКОМ И БУФЕРНЫМ РЕСУРСОМ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

Добрышкин Ю.Н., Симоненко А.В.

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

e-mail: avlem@mail.ru

Обеспечение гарантий качества обслуживания (Quality of Service, QoS) в современных мультисервисных телекоммуникационных сетях (ТКС) во многом определяется уровнем согласованности решений таких важных сетевых задач, как маршрутизация, управление трафиком, а также канальным и буферным ресурсом [1]. Нередко отсутствие координации в решении перечисленных задач существенно снижает оперативность и масштабируемость решений по обеспечению QoS, приводя к росту объемов передаваемой в ТКС служебной информации.

Согласование решений задач по обеспечению QoS можно обеспечить на технологическом уровне, попытки чего наблюдаются в ходе использования протокола маршрутизации и сигнализации PNNI (Private Network-to-Network Interface) в АТМ-сетях, а также при реализации архитектурной модели IntServ (Integrated Services) в сетях IP (Internet Protocol) [1]. Однако наиболее полно учесть особенности комплексных решений в области QoS можно лишь, основываясь на математических моделях, адекватно описывающих процессы маршрутизации, управления трафиком, канальным и буферным ресурсом в мультисервисных телекоммуникационных сетях [2].

В этой связи предлагается модель согласованного управления трафиком и буферным ресурсом в ТКС, представленная системой линейных алгебраических уравнений, формализующих условия сохранения потока в сети; а также системой ограничений на объемы

доступных сетевых ресурсов. Характерной особенностью модели является наличие трех типов управляющих переменных, расчет которых обеспечивается в ходе решения оптимизационной задачи линейного программирования, формулируемой на выходе предлагаемой математической модели.

Первый тип управляющих переменных, определяя долю потока в том или ином тракте передачи, отвечает за решение задач многопутевой маршрутизации. Управляющие переменные второго типа характеризуют долю отказов (ограничение) трафика, поступающего от сетей доступа на приграничные узлы ТКС. Третий тип переменных управления описывает процесс распределения канального и буферного ресурса в ТКС в интересах того или иного типа трафика, основываясь на поддерживаемой политике приоритетов [3, 4].

Комплексный расчет введенных управляющих переменных обеспечивает согласованность решений задач маршрутизации, управления трафиком, канальным и буферным ресурсом с целью обеспечения более высоких значений показателей качества обслуживания в ТКС. Развитие данного подхода видится во введении дополнительного условий-ограничений на обеспечение гарантий качества обслуживания, что позволит придать получаемым решениям адаптивный характер.

Литература

1. Вегенша Ш. Качество обслуживания в сетях IP: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 386 с.
2. Математичні основи теорії телекомунікаційних систем / За загал. ред. В.В. Поповського. – Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2006. – 564 с.
3. Лемешко О.В., Дробот О.А., Добришкін Ю.М. Варіанти реалізації активних технологій на вузлах телекомунікаційних мереж військового призначення // Системи озброєння і військова техніка. – 2007. – Вип. 3(11). – С. 124-129.
4. Лемешко А.В., Васюта К.С., Добрышкин Ю.Н. Адаптивное ограничение интенсивности трафика на приграничных узлах мультисервисной сети связи // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. 2007. – Вып. 151. – С. 5-10.

**ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ПОСТРОЕНИЯ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ ЧЕРЕЗ СЕТЬ
ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ**

Макаренко А.А.
УНИТИ ГУИКТ
e-mail: makarenkoa@ukr.net

**Applied aspects of construction of telecommunication system through
the network of power supplies**

On the basis of the up-to-date technologies in the field of the telecommunications the analysis of condition of the question of alternative access to local networks and internet over power network is made. The principles of construction, characteristics and potential of the contemporary data transmission devices, which use electric power lines as transfer medium, are described.

Первые попытки задействовать электросеть в качестве среды передачи данных появились еще в начале 50-х годов прошлого века. Однако в силу тех или других причин эффективное применение технологии широкополосной передачи данных по электросети PLC (Powerline Communications) началось только в начале XXI столетия. Однако уже в 80-х годах прошлого столетия эта технология эффективно начала использоваться при построении практических телекоммуникационных систем.

Массовое внедрение в США, Канаде и Европе доступа в Интернет через обычную электрическую розетку продвигает некоммерческая ассоциация HomePlug Powerline Alliance. Девиз организации: "Интернет в каждой домашней розетке". Эта ассоциация была создана весной 2000 года. О многом говорит уже только одно присутствие среди ее 90 членов таких имен, как Intel, AMD, Philips, Hewlett-Packard, Compaq Computer, Panasonic, Cisco и Motorola.

Во Франции, Великобритании, Германии существуют правительственные программы внедрения технологии PLC. В Франции государство берет на себя большую часть затрат при создании телекоммуникационной сети на основе сети электропитания.

Стандарты технологии PLC предоставляют пользователю

следующие возможности:

- широкополосный доступ в Интернет;
- домашние и офисные сети;
- IP телефония;
- высокоскоростная передача данных;
- удаленный видеомониторинг;
- промышленная и домашняя автоматизация (умный дом).

Ведущей компанией, которая занимается разработкой микросхем для технологии PLC, является InTellon. На сегодня наиболее распространенными стандартами этой технологии есть Homeplug 1.0 (14 Мбит/с), Homeplug 1.0 Turbo (85 Мбит/с).

Новейшей разработкой этой компании является микросхема INT6300 соответствующая стандарту Homeplug AV с максимальной скоростью передачи сигнала до 200 Мбит/с на небольшие расстояния. Поскольку главной проблемой для использования технологии PLC являются сильные помехи при включении и выключении электроприборов тома стандарт Homeplug AV использует ортогональное частотное мультиплексирование с распределением сигнала на 1155 субканалов с полосой частот 1.8-30 МГц.

В стандартах HomePlug для защиты информации используется алгоритм 3DES, что гарантирует высокую защищенность трафика. Также оборудование поддерживает функции качества обслуживания (QoS) в частности, четырехуровневую систему приоритетов и возможность сегментации сети.

Для стандарта Homeplug AV максимальная скорость передачи сигнала составляет 200 Мбит/с на расстоянии до 200 м.

Литература

1. Семенко А.И., Юрчук А.П. Использование сети электропитания для построения информационных систем//Технология и конструирование в электронной аппаратуре. - №2(62). - 2006.- с. 3 - 6.
2. <http://www.homeplug.org/home/>.
3. <http://www.intellon.com/>.
4. <http://itc.ua/>.
5. <http://www.tellink.ru/>.
6. <http://citforum.univ.kiev.ua/>.

ПРЕДПОСЫЛКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ПУТИ ПЕРЕХОДА НА ПЕРСПЕКТИВНУЮ СИСТЕМУ НУМЕРАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПЛАНА НУМЕРАЦИИ УКРАИНЫ

Гриценко Т.Н., Корниенко Т.А.

Государственный департамент по вопросам связи и информатизации

Министерства транспорта и связи

e-mail: tmq@stc.gov.ua; kta@stc.gov.ua

The preconditions of emergence and the ways of transition to perspective system of numbering of the national plan of numbering of Ukraine

The key factor of emergence and development of Information Society is an efficiency of telecommunication services. Essential Element of improving of access to telecommunication services is a correct Policy in the field of numbering.

Ключевой фактор возникновения и развития информационного сообщества заключается в эффективности услуг электросвязи. Существенным элементом ускорения доступа к услугам электросвязи является правильная политика в области нумерации.

Предпосылки к необходимости пересмотра номерного ресурса телекоммуникационных сетей.

Основы действующего на сегодняшний день в Украине телефонного плана нумерации заложены во второй половине прошлого столетия в период формирования единой автоматизированной сети связи Советского Союза. В основу формирования этого плана был заложен географическо-территориальный принцип построения, суть которого заключалась в присвоении некой географической зоне, совпадающей с административной единицей, в частности области, конкретного кода зоны нумерации. Код зоны нумерации (или код областного центра) – та часть телефонного номера, которая указывает междугородный узел связи. В пределах зоны нумерации при междугородних звонках использовалась семизначная нумерация абонентов.

На территории Украины по сей день используются 27 трехзначных географических кодов для 24 областей, автономной республики Крым,

городов Киева и Севастополя в диапазонах 031 – 038, 041, 043 – 048, 051 – 057, 061, 062, 064, 065, 069. Каждый код обеспечивает емкость 8 млн. номеров, при общей емкости фиксированной сети 216 млн. номеров. Данная зарезервированная емкость фиксированной сети обеспечивает ее стабильное развитие уже на протяжении многих лет.

В то же время, в процессе развития телекоммуникационных услуг появился целый ряд других функций возлагаемых на план нумерации, которые в некоторой степени отразились в самом названии плана нумерации. То есть, телефонный план нумерации преобразовался в план нумерации.

Переход к новой системе нумерации согласно с Национальным планом нумерации Украины:

- обеспечит равные условия для операторов телекоммуникаций при получении номерного ресурса, тем самым, создаст условия для устойчивого развития сетей операторов телекоммуникаций на перспективу не менее 20 лет;

- обеспечит возможность предоставлять потребителям все основные и дополнительные телекоммуникационные услуги, которые связаны с использованием номерных ресурсов;

- увеличение номерной емкости и внедрение новых услуг выгодно не только операторам, государству, но и пользователям. И чем скорее государство перейдет к новой системе нумерации, тем больше доходов получит от отрасли.

Литература

1. Національний план нумерації України. С. – 51. 2006 р.
2. Рекомендации ITU-T E.164, E.164.1, E.164.2, E.164.3, E.164.4.

АСИМПТОТИЧЕСКАЯ ЗАВИСИМОСТЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДНИКА ОТ ЧАСТОТЫ В СИММЕТРИЧНОЙ КАБЕЛЬНОЙ ЛИНИИ С УЧЕТОМ СКИН – ЭФФЕКТА

Бокла Н.И.

*Государственный университет
информационно-коммуникационных технологий
e-mail: k.natalio@gmail.com*

The calculation of the cable's specific resistance taking into account skin effect by approximation formula are made. The graphical approximation of the resistance dependance characteristic of conductor from frequency in the frequency span 0- $f_{critical}$ with the use of the piece of circle is made, the characteristic of the circle are determined. The mathematical model of the resistance dependance characteristic of conductor in all the frequency span is made.

В данное время в эксплуатации еще находится большое количество кабельных линий, которые входят в состав аналоговых систем передачи.

Особую перспективу составляют линии проводного вещания и сетей электропитания, частотный ресурс которых практически свободный.

При расчетах систем передачи на кабельных линиях в основном учитывается сопротивление проводников постоянному току

$$R_0 = 1.25\rho \frac{l}{d^2}, \quad (1)$$

где ρ - удельное сопротивление металла;

l - длина проводника, м;

d - диаметр проводника, мм.

Известно, что на высоких частотах проявляется свойство поверхностного эффекта (скин-эффекта). Это явление объясняется тем, что при токах высокой частоты электромагнитное поле не успевает глубоко проникнуть в толщу провода вследствие своей инерции, относительно малой скорости распространения в металлах и затухания, что приводит к увеличению сопротивления проводника на высоких частотах в соответствии с формулой

$$R_f = \frac{R_0 d \sqrt{\omega \mu \gamma}}{4\sqrt{2}}, \quad (2)$$

где ω - угловая частота синусоидальных колебаний, радиан/сек;

γ - удельная проводимость материала провода, 1/Ом*м;

μ - магнитная проницаемость провода, Гн/м.

Данная формула справедлива только до критической частоты $f_{кр}$, где сопротивление проводника равняется его сопротивлению постоянному току. Плавный переход от сопротивления проводника на постоянном токе к

логарифмической характеристике зависимости сопротивления от частоты можно осуществить с использованием части аппроксимирующего круга.

Осуществив графические построения в логарифмическом масштабе и соответствующие расчеты, получим аналитическое выражение зависимости сопротивления от частоты в виде двух уравнений для разных диапазонов частот

$$\lg R_f = \begin{cases} y_0 - \sqrt{r^2 - (\lg f - x_0)^2}, \text{ при } f < f_c \\ \lg\left(\frac{8,4 \cdot 10^{-5} \sqrt{f}}{d}\right), \text{ при } f > f_c \end{cases}, \quad (3)$$

где r, y_0, x_0 - радиус и координаты центра аппроксимирующей окружности

(определяются графически для каждого вида проводника);

f_c - частота сопряжения линейной части логарифмической характеристики зависимости сопротивления от частоты с частью аппроксимирующего круга (определяются графически для каждого вида проводника).

В обычном масштабе уравнения (3) можно записать

$$R_f = \begin{cases} 10^{y_0 - \sqrt{r^2 - (\lg f - x_0)^2}}, \text{ при } f < f_c \\ \frac{8,4 \cdot 10^{-5} \sqrt{f}}{d}, \text{ при } f > f_c \end{cases}. \quad (4)$$

Анализ показывает, что зависимость сопротивления от частоты с учетом скин-эффекта имеет резко выраженный нелинейный характер в диапазоне частот от 0 до частоты сопряжения f_c (для медного проводника при $d=0,32$ мм $f_c=316$ кГц, при $d=2,5$ мм $f_c=10$ кГц). В диапазоне частот $f_c - \infty$ характеристика также остается нелинейной.

Из-за влияния скин-эффекта сопротивление провода с ростом частоты увеличивается по сравнению с сопротивлением постоянному току, например, на частоте 5 кГц для медного провода при $d=0,32$ мм в 25 раз, а при $d=2,5$ мм - в 18 раз.

Отмечается, что полученные результаты могут быть использованы для определения сопротивления проводников кабелей связи, а также кабелей проводного вещания и электропитания с учетом скин-эффекта при создании телекоммуникационных систем на их основе.

Литература

1. Максимов Д.Г. Курс электротехники. – М.: ОборонГиз, 1958.-777с.

Секція 3. Інформаційні ресурси і мережі

УДК 681.3

ВИКОРИСТАННЯ КОНЦЕПЦІЇ СЕРВІС-ОРІЄНТОВАНОЇ МЕРЕЖЕВОЇ АРХІТЕКТУРИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЄДИНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА НТУУ «КПІ»

Зінченко О.О., Попова І.М.

Інститут Телекомунікаційних систем НТУУ «КПІ»

e-mail: vitalikirina@mail.ru

Using of service-oriented network architecture conception for creation of the unique informational environment of NTUU «KPI»

Abstract – problems of creating informational society in Ukraine is considered, related to science and education.

Розвиток в Україні інформаційного суспільства та впровадження новітніх ІКТ в усіх сферах суспільного життя, діяльності органів державної влади та органів місцевого самоврядування є одним із пріоритетних напрямів державної політики[1-3].

Серед основних завдань розвитку інформаційного суспільства в Україні виділено створення загальнодержавних інформаційних систем, зокрема, в галузі освіти[3]. Надзвичайно перспективною є українська науково-освітня мережа URAN, яка дозволить створити якісно нову науково-освітню інформаційну і телекомунікаційну мережу національного масштабу у сфері освіти і науки з інтеграцією в європейську комунікаційну мережу GEANT2, що пропонує сучасні високошвидкісні послуги, зокрема доступ до наукових та освітніх інформаційних ресурсів. Для координації роботи різномірних систем та ефективного обміну даними доцільно використати стратегію Cisco SONA (Service-Oriented Network Architecture) тому, що за її допомогою можливо перетворити існуючу інфраструктуру в Інтелектуальну Інформаційну Мережу (Intelligent Information Network - IIN), яка підтримує нові ІТ стратегії, такі як архітектура, орієнтована на

надання сервісів (service-oriented architecture - SOA), Web-сервіси і віртуалізація.

Велику роль як системного інтегратора в створенні єдиного інформаційного середовища дослідницького університету НТУУ «КПІ» відіграє інноваційна структура науковий парк «Київська політехніка», який сприяє формуванню цілісного інформаційного простору України відповідно до стандартів і характеристик європейського інформаційного простору та інтеграції до нього, що поєднує освіту, науку та високотехнологічне виробництво [4-6].

Впровадження концепції Cisco SONA надасть можливість ефективного управління, формування кластерних зв'язків, трансферу знань в технології та інтеграції університету до європейського та світового інформаційного науково-освітнього простору.

Література

1. Указ Президента України «Про першочергові завдання щодо впровадження новітніх інформаційних технологій» від 20.10.2005 р., № 1497/2005.
2. Розпорядження КМУ «Концепція розвитку телекомунікацій в Україні до 2010 року» від 07.06.2006 р., № 316-р.
3. Закон України «Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки» від 09.01.2007 р., N 537-V.
4. Розпорядження КМУ «Про схвалення інноваційної програми наукового парку "Київська політехніка" на 2007-2011 роки» від 19.09.2007 р., №760-р.
5. Закон України «Про науковий парк «Київська політехніка»» від 22.12.2006 р., № 523-V.
6. Розпорядженням КМУ «Концепція Державної цільової програми «Наука в університетах» на 2008-2012 роки» від 18.07.2007 р., № 548-р.

АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ

Ермольчев А.В., Глоба Л.С., д.т.н., проф., Донченко Ю.П.

Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»

e-mail: ave_mail@ukr.net

Architectural solutions for distributed systems development

Fundamental conceptions of the distributed systems are reviewed; the variants of architectural solutions for their development are described. It suggested the variants based on the different approaches to logical segmentation of the distributed system structure.

Пятиуровневая архитектура построения распределенных систем

Распространённая 3-уровневая архитектура хорошо подходит для реализации распределённых систем с небольшим количеством исполняемых потоков и достаточно простыми требованиями. При увеличении функциональности приложения взаимная зависимость и степень связанности объектов уровня пользовательского интерфейса и уровня объектов предметной области увеличивается.

Сложные распределённые системы чаще всего имеют не один источник ресурсов и данных, которые к тому же могут быть разработаны различными организациями и отличаться по функциональности и способу организации взаимодействия. Ресурсы также могут иметь различную структуру и храниться как в локальной файловой системе, так и в базе данных или на удаленном компьютере. Эти факторы могут крайне негативно сказаться на простоте и прозрачности архитектур распределённых систем, что сильно усложняет процессы их разработки, отладки и сопровождения.

Также здесь не стоит забывать и о некоторых требованиях, уже реализованных для других распределённых систем.

Для разделения различных архитектурных аспектов, уменьшения степени связанности объектов, относящихся к различным архитектурным

уровням, увеличения потенциала повторного использования кода и большей степени упорядочивания составных частей распределённых систем предлагается пятиуровневая логическая сегментация их архитектуры (Рис. 1).

Уровень пользовательского интерфейса отвечает за взаимодействие с пользователем.

На уровень контроллера приложения возлагаются задачи управления ходом выполнения приложения, окнами (страницами), потоками выполнения и процессами, обработки запросов уровня пользовательского интерфейса, преобразования (объединения) разнородных данных.

Уровень объектов предметной области реализует модель работы приложения, обеспечивает выполнение бизнес-правил предметной области, обрабатывает запросы уровня контроллера приложения.

Уровень поставщиков данных и ресурсов унифицирует процессы доступа к данным и ресурсам приложения за счёт использования поставщиков, а также может выступать в роли фасада приложения для взаимодействия с другими приложениями и службами.

На уровне служб приложения и взаимодействующих служб располагаются службы, реализующие наиболее общую и неоднократно используемую функциональность, а также взаимодействующие службы и приложения.

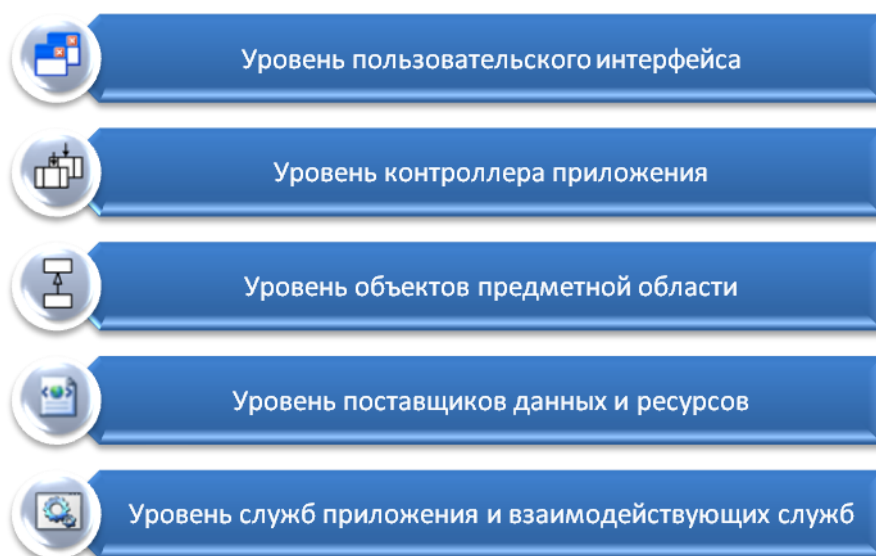


Рис. 1 Пятиуровневая архитектура построения распределённых систем

Архитектура сервисных доменов

Как можно было заметить, в предложенной пятиуровневой архитектуре для разделения различных архитектурных аспектов используется вертикальная сегментация функциональности распределённой системы. Каждый из представленных уровней может реализовываться в сложной распределённой системе в виде совокупности взаимодействующих сервисов, образующих некоторую иерархическую, неиерархическую или смешанную систему.

Для каждого сервиса может быть определена некоторая модель безопасности, отвечающая за управление доступом аутентифицированных пользователей к соответствующей функциональности сервиса. С возрастанием сложности распределённой системы увеличивается количество сервисов, возрастает сложность схемы их взаимодействия, становится более сложным процесс управления системой безопасности. Особенно остро встают вопросы безопасности в гетерогенных средах.

Для разрешения вопросов, касающихся архитектурной организации распределённой системы, её безопасности, внутренней структуризации предлагается ввести понятие сервисного домена как некоторой совокупности взаимодействующих сервисов, образующих единицу построения распределённой системы с единой для всех составляющих сервисов системой безопасности (Рис. 2).

Федеративный сервис предоставляет инфраструктуру и множество интерфейсов взаимодействия, с помощью которых скрывается внутренняя структура сервисного домена.

Основные сервисы реализуют функциональность сервисного домена. Деление основных сервисов на вычислительные и информационные достаточно условно и служит только для того, чтобы подчеркнуть разноплановость реализуемой функциональности.

Вспомогательные сервисы берут на себя реализацию необходимых внутренних функций домена сервисов (например, обеспечение безопасности, управление базами данных и ресурсами сервисного домена и т.д.).

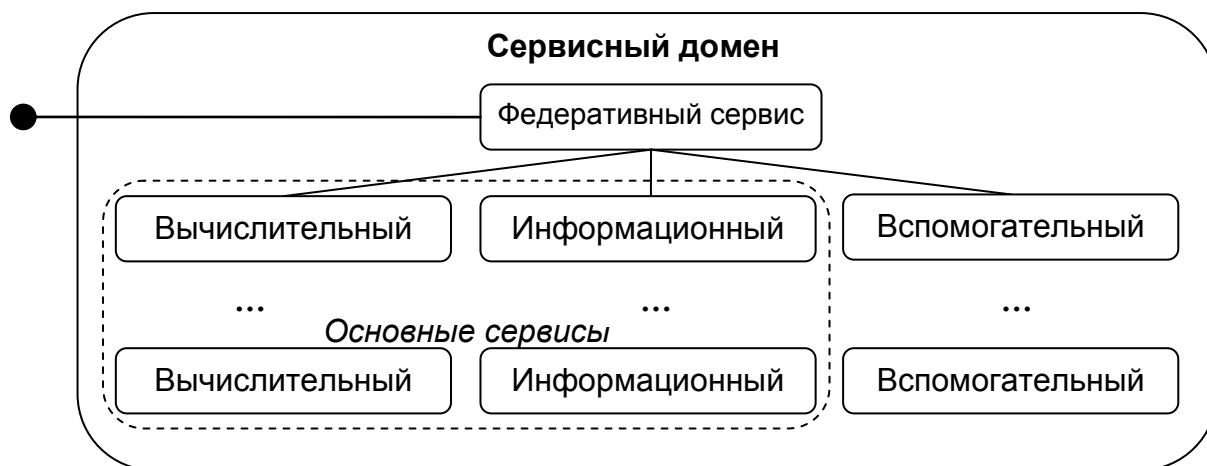


Рис. 2 Обобщенная структура сервисного домена

В свою очередь, распределенную систему можно представить в виде некоторой совокупности взаимодействующих сервисных доменов.

Такой подход позволяет:

усовершенствовать архитектуру распределённых систем за счет организации их вычислительных и информационных сервисов в виде единой информационной среды, инкапсулирующей внутренние вычислительные процессы и процессы информационного обмена;

организовать внутреннюю структуру распределённых систем за счет системного или организационного упорядочивания информационных и вычислительных ресурсов распределённой системы;

упростить управление безопасностью распределённой вычислительной системы.

Литература

1. Таненбаум Э. Распределенные системы: принципы и парадигмы. – СПб: Питер, 2003.
2. Иванова Г.С. Технология программирования: Учебник для ВУЗов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.

СЕРВИС ОРИЕНТИРОВАННАЯ АРХИТЕКТУРА FFD DESIGNER

Глоба Л.С., д.т.н., проф., Кот Т.Н., Оленюк В.Н.

Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»

e-mail: kot@densoft.com.ua

Service-Oriented Architecture of FFD Designer

The advantages of unified data warehouse development as a part of software toolkit are considered. FFD Designer [1] structure is modified with business-logic tier embedding between data and client tiers. Web services [2] application for client and business-logic tiers interconnection is substantiated.

Тенденции развития технологий программирования всегда были направлены на увеличение эффективности повторного использования кода. Для реализации этой возможности в программном инструментарии FFD Designer создано единое хранилище информации, предоставляющее доступ к нему всем зарегистрированным в системе пользователям. Кроме предоставления возможности повторного использования разработанных компонент (форм, функций, диаграмм) [3], наличие такого хранилища предоставляет следующие преимущества:

- защищенность данных от утери в результате сбоев локальных компьютеров;
- защищенность данных от несанкционированного доступа;
- возможность совместной работы над одним проектом;
- актуальность данных.

Структура программного комплекса FFD Designer представлена на рисунке 1.

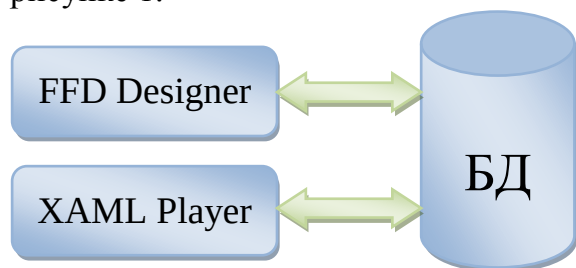


Рис.1 Структура программного комплекса FFD Designer

В процессе работы с инструментарием предложенной структуры были выявлены следующие недостатки:

- внесение изменения в структуру БД приводит к изменению в обеих клиентских программах;
- программный код, предназначенный для работы с БД, дублируется на клиентских уровнях, что усложняет

его сопровождение;

- наличие жесткой привязки к конкретной СУБД.

Упомянутые недостатки можно устранить введением дополнительного программного уровня (уровня бизнес-логики, рис.2) между уровнем клиента и уровнем данных, и переноса логики работы с БД из клиентских приложений на уровень бизнес-логики.

Для реализации взаимодействия уровня клиента и уровня бизнес-логики были рассмотрены следующие технологии: Socket Programming, RMI, DCOM,

CORBA, Web сервисы.

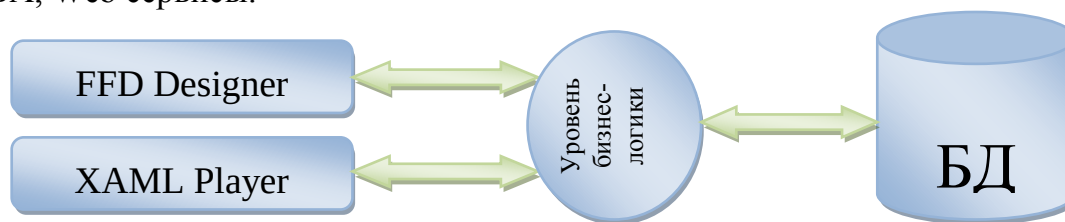


Рис. 2 Модифицированная структура FFD Designer

Программирование сокетов является высокоэффективным средством в случае простых приложений, однако не может использоваться для FFD Designer в связи со сложностью реализации. RMI может использоваться только в том случае, если все части системы написаны на Java. В разработанном инструментарии XAML Player написан на C#. DCOM хорошо подходит лишь в качестве решения для систем, ориентированных исключительно на продукты Microsoft. CORBA признана технологией сложной в разворачивании и со слабой производительностью.

Использование Web сервисов в качестве технологии взаимодействия клиентского уровня и уровня бизнес-логики FFD Designer позволит избежать проблем, связанных с наличием указанных недостатков, и обеспечит:

- наличие упрощенного механизма взаимодействия приложений — вне зависимости от используемых ими технологических платформ и оборудования, а также от их местонахождения;
- применение стандартных отраслевых протоколов, т. е. не требуется внедрения общей платформы;
- использование Интернета для снижения стоимости коммуникаций как альтернативы частным сетям и закрытым решениям, возможность задействования любой другой транспортной инфраструктуры;
- слабую связанность — нет необходимости применения одной и той же технологии на обоих концах линии, так как в основе взаимодействия лежат XML-протоколы и интерфейсы;
- уменьшение сложности разработки за счет наличия хорошо документированной спецификации сервисов, которую можно запросить программным путем;
- предоставление механизма обнаружения поставщиков Web-сервисов, который может быть автоматизирован (UDDI).

Сервис ориентированная архитектура разработанного инструментария обеспечивает его рядом преимуществ, таких как: надежность, гибкость, масштабируемость, что повышает эффективность его использования и сопровождения.

Литература

1. L. Globa, CASE Tools for Distributed IT-System Accounting Multithreading // Polish J. of Environ. Stud. Vol. 16, No. 5B (2007), 135-140.
2. Иванова Е.Б., Вершинин М.М. Java 2, Enterprise Edition. Технологии проектирования и разработки. - СПб.: БХВ-Петербург, 2003. - 1088 с.
3. L.S. Globa, Prof., Dr.Sci.Tech, Approaches and technologies of creating data-processing resources in the telecommunication environment, Электроника и связь, ч.2, 2005, с. 17-24-29.

АНАЛИЗ ВРЕМЕНИ ЗАДЕРЖКИ ПАКЕТОВ С РАЗНЫМИ ПРИОРИТЕТАМИ

Кузнецова Е.Ю.

научный руководитель: д.т.н., проф. **Сундучков К.С.**

Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»

e-mail: cheredaky@bigmir.net

Lags analysis for data burst with different priorities

There was work up investigation algorithm of work effectiveness for adaptive router into the network. This algorithm is related with data burst order change inside one priority.

Пусть на вход маршрутизатора поступают пакеты трех приоритетов: первого (наивысшего) - с интенсивностью $\lambda_{\text{вх.1}}$ пак/сек, второго - с интенсивностью $\lambda_{\text{вх.2}}$ пак/сек и третьего - с интенсивностью $\lambda_{\text{вх.3}}$ пак/сек. Тогда за конечный промежуток времени t поступит $V_{1\text{вх}}$ пак. первого приоритета, $V_{2\text{вх}}$ пак. второго приоритета и $V_{3\text{вх}}$ пак. третьего (наиболее низкого) приоритета. Пусть каждый пакет любого типа имеет одинаковое время обслуживания t_m , а также каждый пакет имеет ограничение на суммарное время обслуживания в сети. Обозначим его для пакетов разных приоритетов соответственно $t_{1\text{max}}$, $t_{2\text{max}}$, $t_{3\text{max}}$. При превышении этого времени пакет считается утерянным. Пакеты должны обслуживаться в соответствии со своими приоритетами – вначале первого, далее – по мере снижения приоритета. Последовательно пакеты будут проходить по n маршрутизаторам до тех пор, пока после прохождения n -го маршрутизатора не проявятся потери из-за превышения допустимого времени ожидания обслуживания (рис.1).

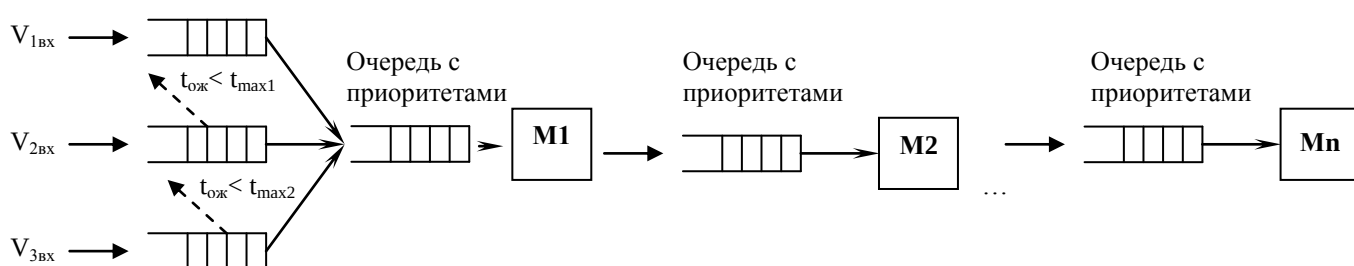


Рис. 1. Исследуемая модель прохождения пакетов по серии маршрутизаторов

В результате проведенных исследований было установлено, что наилучший результат для увеличения количества последовательно прошедших маршрутизаторов дает механизм адаптации, заключающийся в изменении последовательности прохождения пакетов в пределах одного приоритета –

первыми будут обслуживаться пакеты с наибольшим временем обслуживания, последними – с наименьшим.

Результаты исследования для выбранных значений времени обслуживания для пакетов двух приоритетов и для различных соотношений между этими видами трафика представлены на гистограммах (рис.2,3). Пунктиром показаны различные пределы допустимой задержки для пакетов с первым и вторым приоритетами.

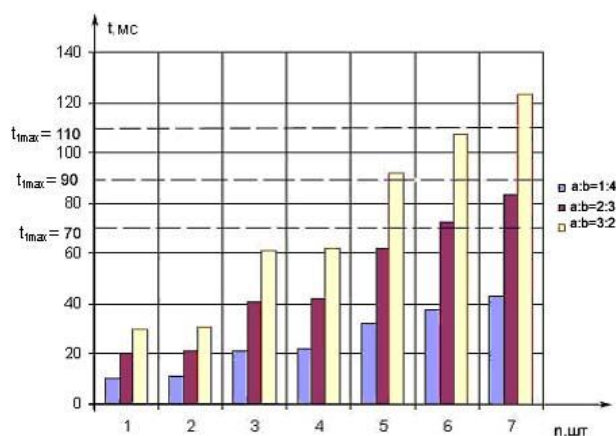


Рис.2. Зависимость времени обслуживания пакетов первого приоритета от количества пройденных маршрутизаторов для разной доли пакетов первого приоритета.

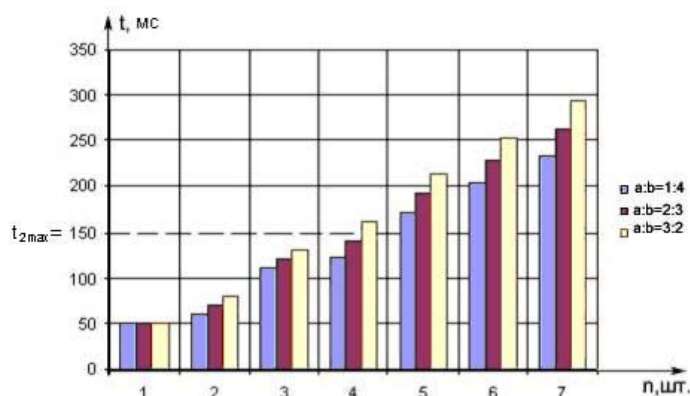


Рис. 3. Зависимость времени обслуживания пакетов второго приоритета от количества пройденных маршрутизаторов для разной доли пакетов первого приоритета

Выводы: Рассмотренных механизм адаптации для минимизации задержки в обслуживании пакетов обеспечивает приблизительно равномерную задержку всех пакетов в пределах одного приоритета и эффективно работает при соотношении пакетов до 2:3, обеспечивая прохождения четырех маршрутизаторов.

Литература

1. В.М. Вишне夫斯基 Теоретические основы проектирования компьютерных систем – М.: Техносфера, 2003, 512 с.
2. В Столлингс Современные компьютерные сети, 2-е изд. – СПб.: Питер, 2003, 782 с.

АНАЛИЗ АРХИТЕКТУР РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Глоба Л.С. д.т.н., проф., Ермакова Е.А.

Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»

e-mail: kot@densoft.com.ua, glis@densoft.com.ua

Distributed Systems Architecture Analysis for Parallel Computing Realization

The basic problems and concepts of distributed systems realization are considered in article. Two types of distributed systems: Grid-systems and Cluster are discussed. Special attention is paid to distributed system realization on Microsoft Cluster technology basis.

Современные информационные системы в силу своей территориальной распределенности и в условиях всевозрастающих объемов информации нуждаются, в первую очередь, в существенном повышении производительности. Это достижимо за счет применения распределенных и параллельных вычислений. В процессе реализации параллельных вычислений появились различные типы распределенных систем.

Типы распределенных систем

Распределенная система — это набор независимых компьютеров, представленные пользователям единой объединенной системой.

Задачи, для решения которых используются распределенные системы [1]:

1. Соединение пользователей с ресурсами
2. Прозрачность
3. Открытость
4. Гибкость
5. Масштабируемость

Грид-система — пространственно распределенная операционная среда с гибким, безопасным и скоординированным разделением ресурсов для выполнения приложений в рамках определенных виртуальных организаций [2]. Отдельные компьютеры Грид-системы объединяются в сеть. На каждую машину устанавливается специализированное программное обеспечение, которое осуществляет логическую связь компьютеров друг с другом, благодаря которой появляется возможность работать со всеми машинами как с единой атомарной системой.

Кластер — это разновидность параллельной или распределенной системы, которая состоит из нескольких связанных между собой компьютеров (могут быть различной архитектуры) и используется как единый, унифицированный компьютерный ресурс. Кластер может быть как территориально сосредоточен, так и распределён.

Основные виды кластеров:

1. Отказоустойчивые кластеры (High-availability clusters, HA).
2. Кластеры с балансировкой нагрузки (Load balancing clusters).
3. Высокопроизводительные кластеры (High-performance clusters, HPC).

Microsoft Windows Server 2003

Microsoft Windows Server 2003 [3] поддерживает две технологии кластеризации: кластеры с балансированием сетевой нагрузки (Network Load Balancing, NLB) и кластеры серверов.

Microsoft Windows Compute Cluster Server 2003

К высокопроизводительным кластерам относится Microsoft Windows Compute Cluster Server 2003 [4]. Данный кластер ускоряет получение реальных результатов за счет создания платформы для высокопроизводительных вычислений, которая легко разворачивается, обслуживается и интегрируется с существующей инфраструктурой и средствами.

Изучение различных типов распределенных систем позволило выделить следующие преимущества распределенных систем, реализованных на основе кластерной технологии: общедоступное ПО, возможность использования существующей сетевой инфраструктуры, отсутствие необходимости приобретения специализированного оборудования, возможности создания систем с произвольным количеством узлов и использования кластера несколькими пользователями одновременно (каждый пользователь резервирует лишь необходимые для его вычислений ресурсы). Приведенные характеристики являются основой выбора высокопроизводительного кластера Microsoft Windows Compute Cluster Server 2003 в качестве средства организации параллельных вычислений, который поддерживает выполнение параллельных приложений, основанных на стандарте Message Passing Interface (MPI). Тесная интеграция Windows Compute Cluster Server 2003 с операционными системами Microsoft Windows Server 2003 обеспечивает улучшение хранения данных, повышение безопасности и производительности труда пользователей.

Литература

1. Таненбаум Э. Распределенные системы: принципы и парадигмы // СПб, Питер. 2003 г.
2. Кирьянов А.К., Рябов Ю.Ф. Введение в технологию Грид // Гатчина. 2006 г.
3. Рассел Ч., Кроуфорд Ш., Джеренд Д. Microsoft Windows Server 2003. Справочник администратора // СПЭКОМ, Москва. 2004 г.
4. Информационно-аналитические материалы по Microsoft Windows Compute Cluster Server 2003 (<http://www.microsoft.com/rus/hpc>).

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЙ В КОНЕЧНЫЙ АВТОМАТ

Глоба Л.С., д.т.н., проф., Кот Т.Н., Лысенко Д.С.
Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»
e-mail: kot@densoft.com.ua

Automation of State Diagram Conversion to FSM

For information systems structures analysis, testing and improvement while their design, the mathematical apparatus of finite state machine (FSM) [1] is used. The algorithm of forms and functions diagram [2, 3] conversion to FSM scheme is developed and realized.

С целью реализации задач анализа, тестирования и усовершенствования структуры информационных систем при проектировании использован математический аппарат теории конечных автоматов (КА) [1]. Разработан и программно реализован алгоритм преобразования диаграммы форм и функций [2, 3] в схему КА.

Алгоритм преобразования диаграммы форм и функций в схему КА

Диаграмму форм и функций можно представить в виде конечного автомата.

1. Для каждого потока формируется схема детерминированного КА (ДКА) [1]

1.1. С диаграммы убираются связи, формы и функции, не принадлежащие рассматриваемому потоку. Форма или функция считается принадлежащей потоку, если она содержит точку входа, принадлежащую рассматриваемому потоку.

1.2 Получившиеся в результате удаления форм и функций точки выхода, не принадлежащие ни одной из оставшихся форм, считаются принадлежащими всем формам и функциям.

1.3. Формируется ДКА, состояниями будут названия форм и функций, связи будут соответствовать переходам диаграммы, названия воздействий совпадают с названиями точек выхода.

1.4. КА имеет два особых состояния – «начало» и «завершение». Если начало полученного КА не совпадает с началом диаграммы, то оно помечается именем формы или функции, с которой начинается поток.

1.5. Все состояния созданного КА являются допустимыми, кроме состояния «завершение».

2. Множество полученных ДКА соединяются в недетерминированный КА (НКА) с помощью ε – переходов [1].

2.1. Объединяются множества состояний, переходов и воздействий всех ДКА в один КА.

2.2. Соединяются все состояния «начало», не имеющие пометок, с началом НКА.

Состояния «начало», имеющие пометки, присоединяются к состоянию соответствующего названию метки.

Программная реализация КА

При программной реализации НКА был использован метод пошагового прохождения [1].

Для реализации ε переходов, перед и после анализа нового воздействия, на вход КА подается ε сигнал до тех пор, пока множество состояний не перестанет изменяться.

Разработан и программно реализован алгоритм преобразования диаграммы состояний проектируемой системы в конечный автомат. Это позволит автоматизировать процесс анализа, тестирования и усовершенствования структуры проектируемой системы.

Литература

1. М.В. Мозговой Классика программирования: алгоритмы, языки, автоматы, компиляторы. Практический подход. – СПб: Наука и Техника, 2006. – 320 с.
2. L.S. Globa, Prof., Dr.Sci.Tech, Approaches and technologies of creating data-processing resources in the telecommunication environment, Электроника и связь, ч.2, 2005, с. 17-24-29.
3. L. Globa, CASE Tools for Distributed IT-System Accounting Multithreading // Polish J. of Environ. Stud. Vol. 16, No. 5B (2007), 135-140.

РОЗРОБКА ГРАФІЧНОГО ІНТЕРФЕЙСУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІЙ УОЛША

Михайленіч П.М., Мохаммад Хасан Алі Самур, Яремко О.М.

Національний університет “Львівська політехніка”,

кафедра Телекомунікації, м. Львів

e-mail: pet35580827@yandex.ru

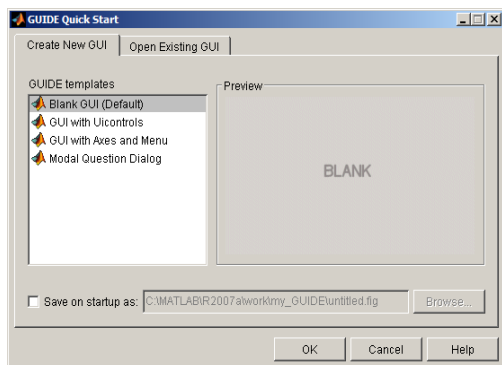
The process of graphical user interface designing for Walsh codes investigation

The purpose and possibilities of GUIDE toolbox, which was developed for graphical user interface design is considered in this paper. The methods of graphical user interface design, structure of service files, required for interfaces, are described in paper. Paper also contains the example of graphical user interface designing for Walsh functions investigation.

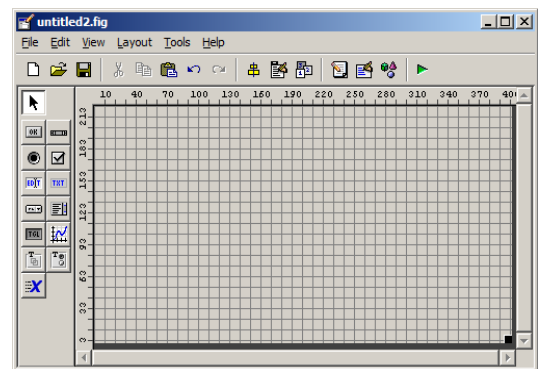
Існує ряд математичних пакетів для проведення обчислень чи складних досліджень. Найбільш популярним серед них є математичний пакет MATLAB. Цей пакет завоював популярність завдяки простоті роботи, наявності великого ряду функцій, можливості самостійної розробки m-файлів, моделей та інших компонентів.

В процесі проведення досліджень отримані результати часто представляють у вигляді залежностей чи числових значень. Існує необхідність постійного введення вхідних даних, що ускладнює процес дослідження. Пакет MATLAB містить зручний інструмент (GUIDE) для розробки окремого “вікна” (графічного інтерфейсу) за допомогою якого будуть проводитися дослідження. За необхідності графічний інтерфейс може містити графіки, поля для вводу даних та ін. Розробити такий графічний інтерфейс можна двома способами. При використанні першого способу розробник використовує спеціальні функції для створення компонентів в окремому вікні. В другому випадку використовується середовище розробки графічного інтерфейсу користувача (рис. 1). Цей спосіб є більш зручним, оскільки вибір, розташування та зміна параметрів компонентів відбувається з можливістю візуального контролю.

Під час роботи з цим середовищем розробник розташовує доступні компоненти (кнопки, меню, та ін.) у вільній області, яка представляє собою майбутнє вікно. Далі, розробник описує програмний код (необхідний для розрахунків) в межах функції зворотного виклику. Така функція виконується після введення даних, натиску кнопки чи іншої події.



а)



б)

Рис. 1. Пакет GUIDE:

а) запуск програми, б) панель компонентів та робоча область

Як відомо, в сучасних системах з кодовим розділенням каналів використовуються функції Уолша.

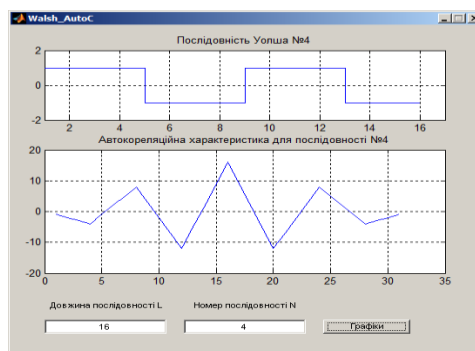


Рис. 2. Графічний інтерфейс

Для дослідження кореляційних властивостей цих функцій було розроблено окремий графічний інтерфейс (рис. 2). Інтерфейс містить два графіки (вигляд послідовності та автокореляційна функція) та два поля вводу даних. Цей приклад є доволі простим і відображає основні можливості щодо розробки графічних інтерфейсів. За допомогою цього інтерфейсу можна досліджувати автокореляційну характеристику функцій Уолша. При нульовому часовому зсуві кореляція між послідовностями є максимальною. Для деяких послідовностей при зміні часового зсуву в автокореляційній функції спостерігаються “бокові викиди”.

Завдяки наявності окремого вікна у якому вводяться вхідні дані, відображаються графіки дослідницька робота суттєво спрощується. Крім цього, такі графічні інтерфейси можна використовувати в навчальному процесі.

Література

1. Дьяконов В. П. Matlab 6.5 SP1/7.0 + Simulink 5/6. Основы применения. Солон-Пресс 2005. – 800 с.
2. Половко А.М., Бутусов П.Н. MATLAB для студента. Санкт-Петербург “БХВ-Петербург”. 2005.

ПОБУДОВА ТУРБОКОДІВ І АРХІТЕКТУРА ТУРБОДЕКОДЕРА В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ

Тихоненко Ю.Ю., к.т.н. Ладик О.І.

НТУУ «КПІ», Інститут телекомунікаційних систем

e-mail: juli_ti@bigmir.net

TURBO-CODES CONSTRUCTION and TURBO-DEKODER ARCHITECTURE in the INFORMATION TRANSFER SYSTEMS

Abstract – The principle of turbo-codes construction for maintenance of high reliability of the accepted information is described, the turbo-decoder architecture and algorithm of interaction between its modules is offered.

Для надійної передачі даних по радіоканалу з малим відношенням сигнал/шум в даний час широко використовується технологія турбокодування. Турбокоди призначені для виправлення помилок, що виникають при передаванні інформації, і мають унікальну здатність забезпечувати характеристики завадостійкості, близькі до теоретично досяжних значень (границя Шеннона) при помірній складності устаткування для кодування і декодування.

Найважливішою відмінністю турбокодів є ітеративне повторення циклів декодування по замкнутому колу. Результат кожної ітерації разом з перевірочними бітами служить вихідною інформацією для наступної ітерації. Турбокоди – це блокові коди з великою довжиною блоку.

Класичний турбокод формується кодовою конструкцією з двох паралельно включених простих згортувальних кодерів і псевдовипадкового перемежувача (рис. 1). Кодове слово розділяють на два систематичних кодових слова, інформаційні частини яких ідентичні з точністю до перемеження. Формування турбокода виконується за допомогою згортувальних кодерів з невеликим, у порівнянні з довжиною кодового слова N , числом станів S кодових ґрат. На початку і наприкінці інформаційного пакета виконується скидання пам'яті кодерів, тим самим початковий і кінцевий вузли ґрат виявляються заданими.



Для декодування використовуються два послідовно включених згортувальних декодери, розділені перемежувачем. При цьому другий декодер використовує результат оцінки правдоподібностей інформаційних символів першого декодера як апіорну інформацію для декодування. Потім перший декодер використовує результат оцінки правдоподібностей інформаційних

символів другого декодера як апіорну інформацію і т.д. У результаті одержали ітеративну процедуру уточнення правдоподібностей інформаційних біт [1]. Процедура обміну припиняється примусово, за допомогою критерію зупину. Результатом декодування є «жорстке» рішення на виході другого декодера.

Для декодування застосовується ефективний алгоритм знаходження максимально правдоподібного шляху на кодових ґратах між двома заданими вузлами (алгоритм максимуму апостеріорної імовірності MAP, чи алгоритм Балу). Він визначає найбільш ймовірне значення інформаційного біта, обчислюючи при декодуванні апостеріорні імовірності для кожного інформаційного біта в кодовому слові. Обчислення апостеріорних імовірностей в алгоритмі виробляється з використанням подвійного проходу кодових ґрат у прямому і зворотному напрямку. При цьому зручно максимізувати не апостеріорну імовірність, а її логарифм. Тому застосовують Max-Log-MAP алгоритм з апроксимацією $\log(e^a + e^b) \approx \max(a, b)$.

Архітектура декодера з «м'якими» входом і виходом показана на рис. 2. Для розрахунку параметрів MAP необхідні наступні функціональні вузли: модулі обчислення метрик гілок; блок накопичення вхідних даних – для збереження обрахованих значень метрик гілок; модулі обчислення метрик станів – здійснюють перемезження/деперемезження двох рівнобіжних потоків даних (прямий і зворотний потоки апіорних значень); блок, що обчислює логарифмічні відношення функцій правдоподібності (log-likelihood ratio – LLR); блок буферизації сум, що видає дані (сума вхідного біта й апіорної імовірності) паралельно з потоком LLR; блок, що виконує формування апіорних імовірностей для наступної ітерації; блок, що виконує деперемезження декодованих біт («жорсткого» рішення); пристрій керування – здійснює керування схемою.

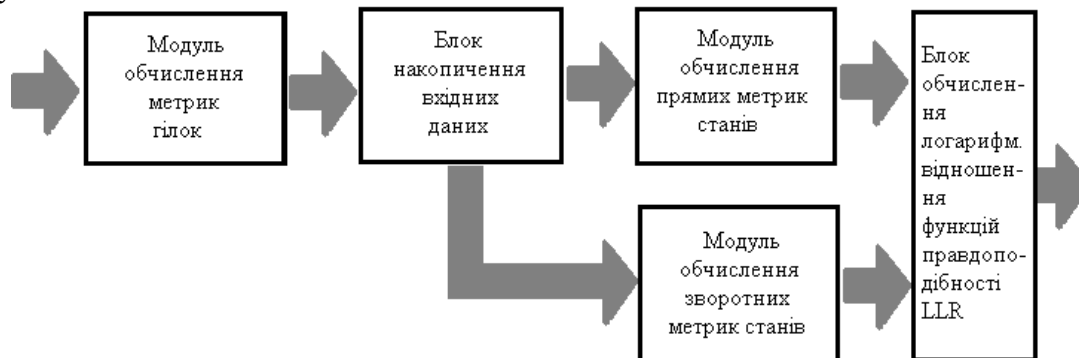


Рис. 2. Архітектура турбодекодера

Турбокодування займає гідне місце в системах рухомого радіозв'язку, супутникового зв'язку і телерадіомовлення. Класична схема турбокодування з 16 станами згортувального кодера затверджена в стандарті передачі телеметричної інформації з космічних апаратів. Використання турбокодів прийнято в стандарті супутникової системи зв'язку Inmarsat, стандарті DVB RCS (ETSI EN 301 790), стандартах мобільного радіозв'язку 3G CDMA2000 і 3G UMTS.

Література

1. Варгаузин В. Вблизи границы Шеннона. // «Телемультимедия» – № 6, 2005. – с. 3-11.

ПОСТРОЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ WINDOWS COMMUNICATION FOUNDATION

Пономарчук Д.М., Донченко Ю.П.

Научный руководитель: Глоба Л.С. д.т.н, проф.

НТУУ «КПИ», институт Телекоммуникационных систем,

E-mail: 3-ton@ukr.net, gls@densoft.com.ua

Distributed systems designing on the basis of technology Windows Communication Foundation

The work deals with the features review of the distributed systems designing, the model of the distributed computing systems interoperating, and also the middleware role in this model. The software products brief review of Microsoft is presented: MSMQ (Microsoft Message Queue Server), Microsoft Enterprise Services, ASP .NET Web Services, .NET Remoting for the distributed systems designing. Windows Communication Foundation technology is discussed for the modern heterogeneous distributed systems designing.

В настоящее время много внимания уделяется технологиям разработки распределенных приложений, охватывающих несколько независимых компьютеров. С точки зрения одного из компьютеров распределенной системы, все другие входящие в нее машины являются удаленными вычислительными системами. Для выполнения требований к распределенным системам функции сеансового и представительского уровня должна взять на себя некоторая промежуточная среда (*middleware*), называемая так же промежуточным программным обеспечением [1]. Наиболее часто используемыми промежуточными средами на сегодняшний день являются ASP.NET Web Services, .NET Remoting, .NET Enterprise Services(DCOM+), и MS Massage Queue.

Использование одной промежуточной среды не позволяет строить полнофункциональные распределенные приложения из-за своей ограниченности. На практике приходилось использовать несколько промежуточных сред, что приводило к усложнению архитектуры систем с точки зрения организации взаимодействия. Для решения этой проблемы корпорацией Microsoft был создан новый продукт, названный Windows Communication Foundation (WCF).

В основе WCF лежит SOA (Service Oriented Architecture) - сервис-ориентированная архитектура. В основе функционирования WCF лежат так называемые конечные точки (endpoint), которые составляет связка "Address - Binding - Contract", "ABC" [2]. Компонента "Address" содержит месторасположение конечной точки. Адрес может быть как абсолютным, так и относительным. Компонента "Binding" задает привязку и, фактически, определяют транспорт, на основе которого будет происходить взаимодействие. В объектной модели Windows Communication Foundation уже определен ряд классов-привязок, например, BasicHttpBinding (простая привязка на основе HTTP),

NetTcpBinding (привязка на основе транспорта TCP) и т.д. Компонента "Contract" задает контракт, на основе которого будет происходить взаимодействие клиента и сервиса. Фактически, определение контракта регламентирует, какие операции "умеет" выполнять сервис. На основе контракта строится класс-прокси на клиенте (рис. 1).

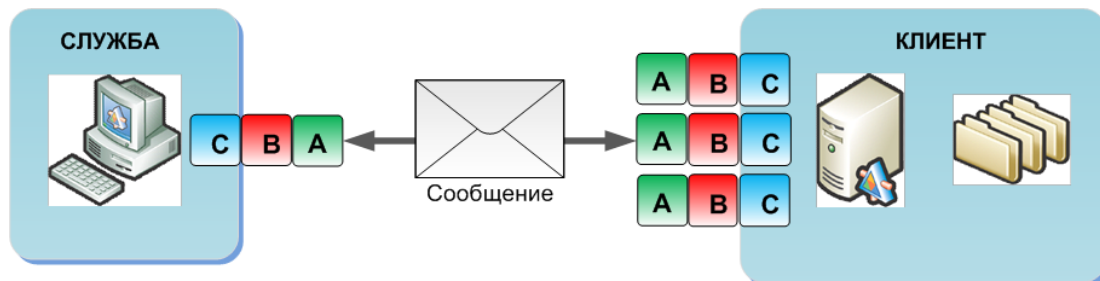


Рис. 1. Соединения сервиса и клиента.

Использование платформы Windows Communication Foundation позволяет строить телекоммуникационные системы любой сложности без отвлечения на вопросы взаимодействия компонентов между собой. В работе предложена методика построения крупномасштабной распределенной системы с помощью WCF. Предложенная методика будет заключаться в создании так называемых доменов сервисов WCF, под управлением федеративного сервиса, задачей которого будет логический сбор и распределение передаваемых данных между узлами системы в агрегированном виде (рис. 2).

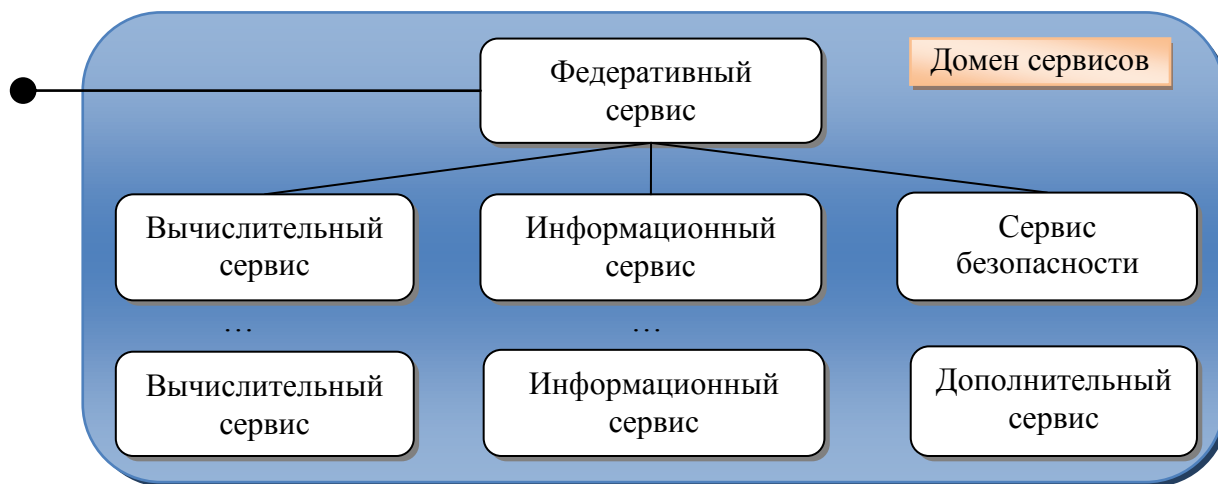


Рис. 2. Структура домена сервисов

Литература

1. Э. Таненбаум, М. Ван Стен. Распределенные системы. Принципы и парадигмы. – изд. «Питер», 2003 г. 880 стр. ISBN: 5-272-00053-6.
2. John Sharp, "Microsoft Windows Communication Foundation Step by Step" – Microsoft Press 2007 (448 pages), ISBN:9780735623361.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ В ШИРОКОПОЛОСНЫХ ЦИФРОВЫХ СЕТЯХ ИНТЕГРАЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Л.С. Глоба д.т.н., проф., М.А. Скулиш

Институт Телекоммуникационных систем НТУУ "КПИ"

e-mail: mb_s@ukr.net

Modeling of management processes in broadband digital networks with integral service

It's the model of communications hub where multiplex traffics of different type into hybrid slots which are distributed to high speed tracts. Criterion of optimization is composite, it's include probability of in time delivery and math expectation of message delay.

Интегральную систему управления (СУ) сетью можно и нужно создавать как в проектируемых, так и в функционирующих сетях, даже несмотря на определенное отставание в сетевых технологиях, которые используются в этих сетях. Создавать интегральные СУ можно поэтапно, реализуя часть определенных функций в соответствии с имеющимися возможностями, но при обязательном использовании международных стандартов на каждом этапе. Одной из основных задач при создании такой СУ является разработка приложений, состоящих из математических и информационных моделей управляемых объектов, а также алгоритмов расчета характеристик сети на основе этих моделей и их ПО.

При моделировании систем управления важно учитывать особенности функционирования широкополосных цифровых сетей интегрального обслуживания (ШЦСИО), в частности нас будут интересовать:

- Поддержка широкого диапазона служб в рамках одной сети (речевые службы, передача данных и изображений любого вида);
- Ряд широкополосных служб предполагает транспортировку нескольких типов информационных потоков (службы мультимедиа ли службы с комплексным представлением информации);
- Использование принципа динамического управления ресурсами, который наиболее полно реализуется при использовании АТМ;
- Проблема - разработка новых методов управления потоками, которые должны обеспечить эффективный доступ пользователей к сетевым ресурсам в условия неоднородного трафика.

Модель статистического мультиплексирования.

Пусть имеется система мультиплексирования с K сходными низкоскоростными каналами и N высокоскоростными каналами. Пропускные способности обеих групп равны соответственно, $\{c_{1ex}, c_{2ex}, \dots, c_{Kex}\}$ и $\{c_{1вых}, c_{2вых}, \dots, c_{Nвых}\}$. Обычно выполняются неравенства вида

$$K > 1, N \geq 1, K \geq N.$$

Обозначим суммарные пропускные способности на входе и выходе мультиплексора соответственно, через $c_{\text{вх}} = \sum_{i=1}^K c_{i\text{вх}}$ и $c_{\text{вых}} = \sum_{j=1}^N c_{j\text{вых}}$. Величина k , задаваемая отношением вида $k = c_{\text{вх}} / c_{\text{вых}}$, рассматривается как коэффициент концентрации. Равенство $k=1$ имеет место в классических системах с частотным или синхронным временным разделением каналов (синхронных мультиплексорах); неравенство $k < 1$ определяет системы асинхронного или статистического мультиплексирования.

Мультисервисный трафик – это трафик состоящий из разных информационных потоков с различными статистическими характеристиками, как то передача речевых сообщений, передача данных или видео роликов. Для передачи разнотипных информационных потоков в рамках мультисервисного трафика могут использоваться разные технологии коммутации. В частности передача интерактивных информационных потоков (речи, видео), требующих синхронной передачи, осуществляется в режиме коммутации каналов, а передача асинхронного потока (трафик данных) осуществляется в режиме с коммутацией пакетов.

Такая схема передачи информации осуществляется с помощью систем гибридного мультиплексирования. Определенное число кадров формирует сверхцикл.

Для целей аналитического моделирования реальный мультиплексор заменяют одноканальной системой массового обслуживания, на вход которой поступает определенный входной поток, в общем случае представляющий суперпозицию многих независимых потоков; каждый из потоков описывается собственным набором параметров.

В своей работе мы предполагаем комплексно оценить работу узла коммутации с функциями гибридного мультиплексора по критериям вероятности своевременной доставки и математическое ожидание времени задержки сообщений. Схема УК показана на рис.1

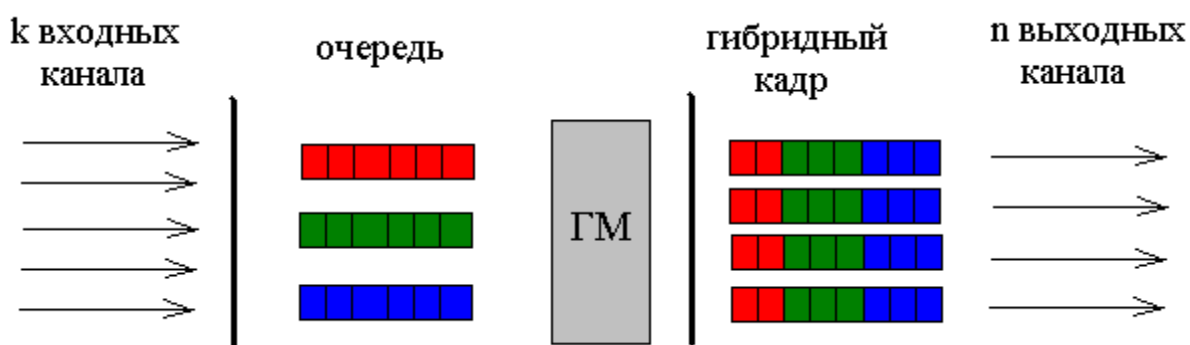


Рис. 1 Схема работы УК

Литература

1. Дымарский Я.С., Крутякова Н.П., Яновский Г.Г. Управление сетями связи: принципы, протоколы, прикладные задачи. М.: ИТЦ «Мобильные Коммуникации», 2003. -384с.

РОЗПОДІЛ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ У CRM-СИСТЕМАХ

Дрозд О.О., Доровских Д.А., Глоба Л.С., Скулиш М.А.
Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»
e-mail: drozd_olga@meta.ua, gls@densoft.com.ua

Information Threads Distribution in CRM-Systems

The basic problems and concepts of CRM-systems are considered in article. Four modules of Mobile Communication Systems are discussed. Methods for increasing the efficiency of heterogeneous channel usage are developed. They are realized by optimization of data threads and voice calls processing.

На відміну від технологій попередніх поколінь, де мова була домінуючим видом послуг, в CRM забезпечується весь спектр сучасних послуг, включаючи передачу мови, роботу в режимі комутації каналів і пакетів, взаємодія з додатками Internet, симетричну й асиметричну передачу з високою якістю - і в той же час гарантувати сумісність із існуючими системами.

Новою якістю CRM-систем є також те, що вони дозволять компаніям-операторам самостійно розробляти прикладні програми, функції й послуги, орієнтуючись на ринкові вимоги в конкретному регіоні й тенденції росту попиту на конкретні послуги. Розглядувані нові послуги стануть масовими в найближчий час й повсюдно використовуваними в бізнесі, побуті, навчанні й медицині.

Для забезпечення належного рівня якості обслуговування та підвищення ефективності використання каналного ресурсу існує велика кількість методів, які були розроблені різними міжнародними асоціаціями та групами [1]. Через значну кількість та неузгодженість таких методів аналіз ефективності їх застосування залишається актуальним.

Мета даної роботи полягає у підвищенні ефективності використання гетерогенних (проводових та радіо) каналів за рахунок оптимізації обробки потоків даних та голосових заявок.

Також для підвищення ефективності пропонується декілька моделей роботи системи мобільного зв'язку на сегменті, який складається з рівня - „центрального сегменту системи» та рівня – «абонентський термінал»:

- Модель №1. Робота базової станції у режимі без черги зі спрощеним порядком передачі даних.
- Модель №2. Робота базової станції у режимі із чергою при спрощеному порядку передачі даних.
- Модель №3. Робота базової станції у режимі без черги при передачі даних по всіх вільних каналах.
- Модель №4. Представляє собою об'єднання другої та третьої моделі.

Перша модель є найбільш спрощеною, тобто модель роботи базової станції, коли дані однієї заявки можуть передаватися лише по одному каналу; всі заявки обробляються без черги, якщо заявка надійшла і всі канали базової станції зайняті обробкою заявок неменшого пріоритету ніж заявка, що надійшла, тоді вона відкидається.

Друга модель дещо ускладнює першу, вона ілюструє функціонування системи за умов, що вводяться затримки для кожного з видів трафіку, таким чином перш ніж бути відкинutoю заявка чекає заданий період часу за який один з каналів може звільнитися, і тоді заявка поступить на обслуговування.

Головна відмінність третьої моделі полягає у характері передачі даних. Згідно з протоколом TCP/IP, який як правило використовується при передачі даних по мобільних радіо мережах, пакети передаються по всіх вільних каналах, які з'єднують пункт відправлення з пунктом призначення даних.

Четверта модель – це модель функціонування базової станції мобільних систем, у якій застосовується черга для заявок, що надходять, а також дані передаються по всіх вільних каналах одночасно. Саме ця модель є найбільш наближеною до реальності.

Література

1. *Шринивас Вегешна*. Качество обслуживания в сетях IP // Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003 г.
2. *Л. Клейнрок*. Коммуникационные сети (стохастические потоки и задержки сообщений) //М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1970 г., 256 с.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ АНАЛИЗА ТРАФИКА ИНФОРМАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Мищенко В.А., Атамась Ю.А.

ВИТИ НТУУ “КПИ”, в/ч А0940

e-mail: mischenko_w@ukr.net

Statistical approach to the analysis of the traffic in information systems

In a lecture speech goes about approach to the statistical analysis of traffic in information systems/

Интенсивное развитие информационных сетей на Украине в условиях ограниченного финансирования определяет актуальность проблемы анализа работы сетей и перспектив их развития и функционирования.

Объем трафика сети является одним из самых важных фактических показателей работы сети, потому что он – наиболее информативный показатель ее работы. Анализ трафика позволяет:

- оценить фактическую нагрузку сети и необходимую емкость ее каналов;

- определить стойкость работы сети и оперативность реакции на всевозможные внештатные ситуации;

- оценить динамику развития сети и планировать сроки ее модернизации;

- регулировать различные информационные потоки на информационно-телекоммуникационных узлах;

- формулировать рекомендации относительно оптимальных режимов исполнения различных коммуникационных задач;

- побочно наблюдать за разветвленностью сети и количеством ее пользователей.

Анализ трафика, благодаря множеству особенностей эксплуатации информационных сетей является достаточно новой и окончательно не проработанной в методологическом плане задачей. Во время анализа характеристик трафика информационной сети войсковой части А0940 были обнаружены такие особенности: нестационарность, неоднородность, периодичность. На основе проведенных экспериментов было сделано предположение, что для анализа параметров функционирования информационных сетей желательно применять статистический анализ временных рядов.

Поэтому, мы считаем необходимым, раскрыть один из возможных подходов для решения задачи статистического анализа трафика

информационных сетей. Суть этого подхода лежит в использовании моделей и методов теории анализа временных рядов для описания трафика, который рассматривается в виде случайного процесса. Такой подход основывается на минимальной информации о трафике и не учитывает статистику получения заявок на обслуживание, длину очереди и другие показатели, которые характерны для теории массового обслуживания.

Математическая модель исследования параметров информационной сети строится на предположении, что последовательные значения характеристик информационных сетей создают временные ряды, значения которых наблюдаются через равные промежутки времени. Так как измеряется много характеристик (временных рядов), то для статистического анализа таких данных необходимо комплексное применение методов анализа временных рядов и многомерного статистического анализа.

Типичный временный ряд значений характеристик информационной сети складывается из таких составляющих:

тренд, функция, медленно изменяющаяся во времени, которая описывает изменения среднесуточной (средненедельной) нагрузки за интервал времени больший, чем суточная периодичность;

периодическая составляющая, которая может быть описана конечным рядом Фурье, который строится на основе экспериментальных данных величин нагрузок;

случайная последовательность, относительно которой вырабатывается предположение, что ее математическое ожидание равно нулю $M[\varepsilon(t)]=0$, с дисперсией $\sigma^2=\sigma^2(t)$.

Таким образом, применяя приведенный выше подход, возможна разработка и внедрение научных методов, программ и алгоритмов для обеспечения контроля и диагностики функционирования информационных сетей с нужной степенью детализации и визуализации.

Литература

1. Олифер Н.А, Олифер В.Г. Средства анализа и оптимизации локальных сетей. Центр Информационных Технологий, 1998, (<http://citforum.univ.kiev.ua/nets/optimize>).
2. Мусаев А.А., Шерстюк Ю.М. Аналитические технологии в системах управления // Электросвязь.– 2002.– № 8.– С. 33–36.
3. Скуратов А.К. Анализ и мониторинг телекоммуникационных сетей на основе статистической системы исследования информационных потоков. Специальное издание Государственного НИИ информационных технологий и телекоммуникаций “Информика”, Москва. – 2006.

УПРАВЛІННЯ ТРАФІКОМ У КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ З ТЕХНОЛОГІЄЮ MPLS

Кухарєва О.В., Кухарєв С.О.

*ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ «КПІ»
e-mail: ostarkova@ukr.net*

Traffic Engineering in MPLS Computer Networks

The problem of selection a traffic engineering system for MPLS computer networks is formulated. Traffic engineering levels are adduced. Program system for traffic engineering in MPLS networks is presented.

У сучасній комп'ютерній мережі з технологією MPLS одночасно передаються великі обсяги інформації різних типів (відео- та аудіоінформація, стиснута відео- та аудіоінформація, а також дані менш чутливі до затримок) з різними показниками якості обслуговування. Перед провайдерами служб дуже гостро стоїть задача забезпечення надійності, а також диференціації служб у мережах з метою надання різних послуг за різними цінами. Для забезпечення цього потрібна підтримка технології перерозподілу потоків у мережах.

Управління трафіком стосується багатьох аспектів роботи мережі, зокрема воно включає в себе забезпечення заданої якості обслуговування (QoS), раціональне використання мережевих ресурсів за рахунок рівномірного розподілу потоків по каналах зв'язку та швидкого відновлення роботи мережі у випадку відмови будь-яких її елементів [1].

Задача вибору системи керування трафіком, зокрема, для забезпечення заданої якості обслуговування є однією з найважливіших задач.

Базовими для технології якості обслуговування є такі *показники*, як загальний час затримки у мережі (сума індивідуальних затримок у кожній системі), варіація затримки (jitter, різниця максимального і мінімального значення затримки) та відсоток втрачених пакетів. При проектуванні мереж необхідно забезпечити виконання вимог QoS.

Задачі управління трафіком включають в себе аспекти покращення показників QoS, а центральною функцією управління трафіком є оптимальне управління пропускнуою здатністю [2].

Управління трафіком можна класифікувати за трьома *рівнями*: управління пакетами, доступом та потоком [3].

До *управління пакетами* належить організація черг пакетів, планування передачі пакетів у комутаторах, маршрутизаторах.

Мережі з комутацією пакетів призначені для надання широкого набору послуг з різноманітними вимогами до якості обслуговування. Для того, щоб виконати ці вимоги послуг, система організації черги повинна підтримувати стратегії, що звуться *плануванням черги*. Деякі з цих стратегій наступні: дисципліна FIFO (пакети передаються у тому порядку, в якому вони надійшли),

пріоритетна черга (забезпечує різні рівні обслуговування для різних класів трафіка), сортування пакетів у буфері згідно з пріоритетною міткою (можливе динамічне надання пріоритету передавання пакету), рівнодоступна дисципліна черги (processor sharing discipline, забезпечує рівноправний доступ до пропускну здатності каналу) [3].

Управління трафіком на рівні потоку призначено для забезпечення заданої якості обслуговування. Мета управління трафіком на такому рівні полягає у тому, щоб керувати індивідуальними потоками та підтримувати роботу при наявності перевантаження. Існує багато алгоритмів управління перевантаженнями, але можна виділити два великих класи: управління з явними втратами (open-loop control) та управління з повторним передаванням (closed loop control) [3].

Управління доступом – мережева функція, що обчислює ресурси мережі, необхідні новому потоку. Вона визначає, чи є такі ресурси впродовж шляху, який треба пройти. Для визначення можливості виконання показників якості обслуговування об'єкт, що керує доступом, повинен знати параметри трафіка та заданий рівень якості обслуговування. Як тільки потік прийнято об'єктом керування доступом, якість повинна підтримуватися протягом часу існування потоку. З метою запобігання порушення контракту мережа повинна безперервно відслідковувати потік трафіка. Механізм контролю за використанням смуги пропускання зазвичай використовує алгоритм під назвою "діряве цебро" [3,4].

Пропонується програмний комплекс, що зараз знаходиться на стадії завершення, для завдання топології комп'ютерних мережі з технологією MPLS, а також її характеристик, моделювання поведінки мережі в залежності від налаштувань її складових та керування різнотипним трафіком.

Засобами даної програми можна спостерігати завантаженість окремих вузлів чи каналів зв'язку мережі при заданих її параметрах, досліджувати поведінку трафіка різних класів при використанні різних технологій забезпечення якості обслуговування, а також обчислювати ключові показники якості обслуговування.

Література

1. Олвейн В. Структура и реализация современной технологии MPLS.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2004. – 480 с.
2. Гольдштейн А.Б., Гольдштейн Б.С. Технология и протоколы MPLS. СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2005.-304 с.
3. www.intuit.ru/departement/network/cnat/7/.
4. Зайченко Е. Ю. Сети ATM: Моделирование, анализ и оптимизация. – Киев, 2003. – 216 с.

ПОДХОД К ОБНОВЛЕНИЮ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ SDR

Глоба Л.С., Курдеча В.В.

ИТС НТУУ «КПИ»

e-mail: vt14m@narod.ru

The approach to the software updating of SDR systems

The mobile network based on SDR demands special methods of the software updating, such as methods of a DB adapted to SDR. This paper represents the approach to the software updating of SDR systems.

Программно зависимое радио (Software-defined radio, SDR) — радио-телекоммуникационная система, которая может быть настроена на произвольную полосу частот и принимать различные виды модулированного сигнала, состоящая из программируемого оборудования с программным управлением. Мобильная сеть на основе SDR требует специальных методов обновления программного обеспечения.

Реализация обновления может быть осуществлена на основе адаптации методов распределенных баз данных с учетом специфики сети с SDR.

Для реализации процесса обновления к общим требованиям распределенной БД должно быть дополнительно учтено следующее:

- обновляемое программное обеспечение отвечает за процесс передачи информации;
- обновляемое программное обеспечение может отвечать (полностью или частично) за работу устройства с SDR в целом (т.е. за работу операционной системы, вычислительных программ и т.д.);
- после обновления программного обеспечения устройству с SDR могут быть недоступны часть «старых» возможностей.

Если программное обеспечение отвечает требованиям доменной модели архитектуры SDR[1], то возможно организовать работу по такому алгоритму:

- 1) Предварительный опрос устройств - наличие в сети, работоспособность, возможность обновления (в зависимости от

количества устройств, организации работы сети, этот этап может отсутствовать);

- 2) Передача блока программного обеспечения с обновляемыми данными на устройства с SDR (в пределах определенного временного отрезка, с подтверждением о получении);
- 3) Одновременное обновление программного обеспечения по команде координатора (или по протоколу обновления);
- 4) Опрос устройств, принятие решения об окончательном переходе на новое программное обеспечение либо «откат» - переход на предыдущие установки и устранение возникших проблем.

Как видно из приведенного алгоритма, обновление можно производить по методике распределенных транзакций[2] с отключением узлов от сети на время обновления программного обеспечения.

Такой подход предполагает вхождение узла в сеть на протяжении определенного промежутка времени – для подтверждения обновления. В случае пересечения используемых ресурсов (например, частотно-временного, кодового, пространственного) «нового» и «старого» режимов работы устройство само может сделать откат и сообщить о невозможности работы в новом режиме. В противном случае такое решение может быть принято по истечении определенного промежутка времени.

Данный подход позволяет координировать процесс обновления программного обеспечения систем SDR.

Литература

1. Eric Christensen, David Dohse. Software defined radio services and device APIs. //Proceeding of the SDR 04 Technical Conference and Product Exposition. www.sdrforum.org.
2. Коннолли, Томас, Бегг, Карелии. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. 3-е издание. : Пер. с англ. — М. : Издательский дом "Вильямс", 2003. — 1440 с.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

Винтураль К.П., Фролов Е.С., Пономарёв Д.Ю. к.т.н.

Сибирский федеральный университет

e-mail: vkp2004@mail.ru, kafaes@krasmail.ru, freon2000@mail.ru

Electronic Educational Resources

It is a new way of receiving the educational information, using Internet global network. The electronic educational resources enable operative updating and addition of the information by the publisher, and take the problems of accommodation carriers or their copies, careful storage of the data away from the users.

Уже несколько столетий в качестве источника информации используются разнообразные полиграфические издания: книги, брошюры, периодика и т.д.

В двадцатом веке монополию книги в образовании попытались нарушить так называемые «технические средства обучения». Кинолента, а затем видеокассета, грампластинка и аудиокассета, комплект фотослайдов стали носителями нового представления объектов и процессов окружающего мира. Следующий шаг в этом направлении сделали образовательные электронные издания и ресурсы, которые принесло нам развитие информатики и вычислительной техники на рубеже двадцатого века.

Электронные образовательные ресурсы (ЭОР) бывают на оптических носителях и в глобальной сети Интернет. До настоящего времени наибольшей популярностью обладают оптические носители информации. Это связано с тем, что в российском секторе Интернет размещаются в открытом доступе только те ЭОР, которые по разным примерам не имеют коммерческой актуальности и значительно уступают по своему содержанию электронным изданиям на носителях. Также сейчас в России не каждое образовательное учреждение имеет доступ в Интернет. Однако, тенденции, отмеченные в развитии некоммерческого Интернет на Западе, показывают, что выявленный разрыв ЭОР на носителях, а также в коммерческом секторе Интернет с закрытым доступом, и в Интернет постепенно преодолевается.

Большой интерес представляют ЭОР, хранящиеся в глобальной сети Интернет, поскольку дают возможность оперативного обновления и дополнения контента издателем, а с пользователей снимает проблемы размещения носителей или их копий, бережного хранения контента и т.д. Пользователь ЭОР (преподаватель, учащийся) принимает непосредственное участие в формировании необходимого материала. Предоставляется две возможности: выбрать необходимую информацию, подготовленную профессиональными разработчиками, или создать информацию своими руками. Понятно, что специальные знания и технологические возможности преподавателя ограничены, но работа с текстовыми элементами и простыми иллюстрациями представляется выполнимой.

После размещения информации, указанные ресурсы автоматически интегрируются в единую программную среду с хорошо продуманным и интуитивно понятным интерфейсом. Педагогический состав получает возможность использовать полученные массивы данных различными способами. Прежде всего, могут использоваться полностью готовые лекции или уроки по большинству предметов, включающие все необходимые текстовые пояснения, мультимедийные объекты, проверочные задания. В отличие от печатной литературы, содержание которых неизменно, любой преподаватель в состоянии скорректировать имеющийся в электронной форме материал в зависимости от конкретной ситуации. Можно изъять или добавить в имеющийся предмет любые фрагменты текста или медиаобъекты, изменить время, отпускаемое на изучение материала и проверочные задания, полностью поменять структуру подачи материала и т.п. Это позволяет сделать учебный процесс более гибким, адаптированным к каждой группе учащихся и потому - более эффективным. Каждый преподаватель может самостоятельно формировать лекции по любым темам, обращаясь к ЭОР в качестве источника данных.

Информация может бесконечно расширяться по объёму - по мере получения новых знаний в предметной области или создания новых, педагогически более эффективных методов обучения. Издатель, поддерживающий весь объем данного ЭОР, заботится о своевременной модернизации программных компонентов продукта, совершенствует технологически содержательные компоненты с тем, чтобы и те, и другие отвечали современному уровню развития аппаратно-программных средств. Однако даже если какая-либо часть устарела (технически, содержательно, методически), изъятие из массива или запрещение к ним доступа осуществляется крайне просто.

Все перечисленные элементы ЭОР, находящиеся в сети Интернет, образуют единое информационное образовательное пространство, в котором объединяются информационные ресурсы, средства управления учебным процессом, средства создания нового контентного наполнения и средства общения. Важно, что пользование этим ресурсом доступно для любого образовательного учреждения страны, обладающего соответствующей технической базой.

В заключение следует отметить, что использование сети по доставке контента окажет огромное влияние на развитие ЭОР в глобальной сети Интернет. Использование ЭОР в сети Интернет даст толчок к развитию активной образовательной деятельности, открывая новые творческие возможности для проведения учебной работы, и является одной из основных тенденций развития электронных образовательных продуктов во всем мире. С помощью сетей по доставке контента любой преподаватель или студент сможет получить высококачественный доступ к необходимой ему информации вне зависимости от их местоположения и времени доступа.

Литература

1. *Моррисси П.* Сети NGN в образовании // Сети и системы связи. – 2004. – №9.
2. *Осин А.А.* Мультимедиа в образовании // Библиотека в школе. – 2005. – №10.

ПОДХОД К РЕАЛИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ПЛАТФОРМЕ MOODLE

Давиденко Е. А., Замирайло Н. В.

научный руководитель: к.т.н., доц. Ладик А.И.
Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»
e-mail: nzamiraylo@ukr.net

Approache to distant learning implementation on program platform Moodle

LMS Moodle features are examined and it's practical embedding in educational process of ITS.

Дистанционное обучения в ИТС реализуется с помощью среды Moodle [1]. По уровню предоставляемых возможностей Moodle выдерживает сравнение с известными коммерческими LMS. Moodle ориентирована на совместные технологии обучения - позволяет организовать обучение в процессе совместного решения учебных задач, осуществлять взаимообмен знаниями.

Первым курсом, внедренным в программную оболочку Moodle и предусматривающий наличие учебно-методического (лекции, лабораторные занятия) и оценивающего материала (тесты, задания, контрольные работы), стал «Основы дискретной схемотехники» под руководством Ладика А.И.

При подготовке и проведении занятий в системе Moodle преподаватель может использовать набор элементов курса, в который входят[2]: глоссарий, ресурс, задание, форум, wiki, урок, тест и др. Варьируя сочетания различных элементов курса, преподаватель организует изучение материала таким образом, чтобы формы обучения соответствовали целям и задачам конкретных занятий.

Глоссарий позволяет организовать работу с терминами, при этом словарные статьи могут создавать не только преподаватели, но и студенты. Термины, занесенные в глоссарий, подсвечиваются во всех материалах курсов и являются гиперссылками на соответствующие статьи глоссария.

В качестве ресурса может выступать любой материал для самостоятельного изучения, проведения исследования, обсуждения: текст, иллюстрация, web-страница, аудио или видео файл и др. Для создания web-страниц в систему встроен визуальный редактор, который позволяет преподавателю, не знающему языка разметки HTML, с легкостью создавать web-страницы, включающие элементы форматирования, иллюстрации, таблицы.

Преподаватель может оперативно проверить сданные студентом файлы или тексты, прокомментировать их и, при необходимости, предложить доработать в каких-то направлениях. Если необходимо, он может открыть ссылки на файлы, сданные участниками курса, и сделать эти работы предметом обсуждения в форуме.

Форум удобен для учебного обсуждения проблем, для проведения консультаций. Форум можно использовать и для загрузки студентами файлов – в таком случае вокруг этих файлов можно построить учебное обсуждение, дать

возможность самим обучающимся оценить работы друг друга. Существует несколько типов форума: обычный форум с обсуждением одной темы, доступный для всех общий форум и форум с одной линией обсуждения для каждого пользователя.

Элемент курса «Урок» позволяет организовать пошаговое изучение учебного материала. Весь материал можно разбить на дидактические единицы, в конце каждой из них дать контрольные вопросы на усвоение материала. Этот элемент курса удобен тем, что он позволяет проводить оценивание работы учеников в автоматическом режиме (нужно лишь задать параметры оценивания).

Элемент курса «Тесты» позволяет преподавателю разрабатывать тесты с использованием вопросов различных типов: вопросы в закрытой форме (множественный выбор); да/нет; короткий ответ; числовой; соответствие; случайный вопрос; вложенный ответ и др.

Вопросы тестов сохраняются в базе данных и могут повторно использоваться в одном или разных курсах. На прохождение теста может быть дано несколько попыток. Есть возможность установить лимит времени на работу с тестом.

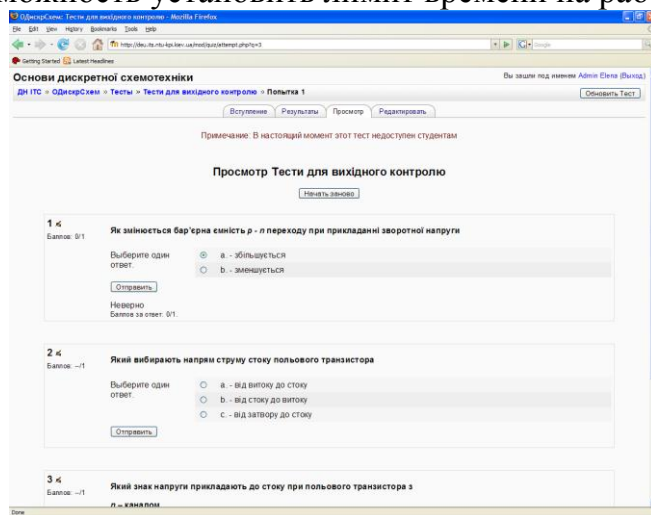


Рис 1.- Иллюстрация использования тестов в ПО Moodle

Трудности, возникающие при разработке дистанционных курсов в ИТС, связаны с недостаточным количеством документальной и технической информации о Moodle. Источниками для изучения программного продукта Moodle могут служить документация на англ. языке, форумы, переписка с главным разработчиком Moodle в Украине и другими создателями дистанционных курсов.

На сегодняшний день сайт дистанционного обучения ИТС доступен по адресу (<http://www.its.ntu-kpi.kiev.ua:81>).

Литература

1. <http://moodle.org/>
2. Инструкция пользователя Moodle из ПО Moodle.

РАСШИРЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ПУБЛИКОВАНИЯ И ПОДПИСКИ НА ВЕБ-ОРИЕНТОВАННЫЕ РЕСУРСЫ

Алексеев Н.А., Молчанов Ю.Н., Feldmann Marius

ИТС НТУУ «КПИ»

e-mail: molchanov_y@ukr.net

Publishing and subscribing systems of web-oriented resources extended classification

In this paper the additional classification based on system functioning features in global networks was proposed.

Модель взаимодействия публикация/подписка становится все более популярной при работе в среде Internet. Она предоставляет свободную схему автономного взаимодействия участников информационного обмена, являясь мощным механизмом взаимодействия при работе в распределенных и мобильных архитектурах, который позволяет подписчикам выражать свой интерес в определенной информации.

Появление информации в системе идентифицируется появлением события или образцом события, а подписчик оповещается о факте появления события, на которое он подписался. Событие генерируется публикующим. Событие асинхронно распространяется всем подписчикам определенной информации, зарегистрировавшимся в сервисе событий.

Во взаимодействии публикация/подписка принимают участие:

- поставщик или публикующий;
- подписчик или потребитель;
- посредник.

В отличие от классической модели взаимодействия запрос/ответ, модель взаимодействия публикация/подписка предоставляет три уровня разделения[1]:

- пространственное разделение;
- временное разделение;
- разделение синхронизации.

Среди систем публикации/подписки (СП/П) выделяют 3 класса[2]:

- темо-ориентированные;

- содержимо-ориентированные;
- тип-ориентированные.

Такая классификация может быть использована для описания СП/П с точки зрения их предназначения, задач, выполняемыми системами, однако для описания СП/П с точки зрения особенностей функционирования систем в глобальных телекоммуникационных сетях целесообразно предложить критерии:

- используемого промежуточного ПО - клиентской или серверной части, например, дополнительных модулей браузера или сервера;
- используемых сетевых сервисов и протоколов, например HTTP, TCP/IP, WebDAV, SOAP, NNTP;
- источников подписки, например БД, службы новостей, RSS

Наиболее целесообразным для сети Internet является разработка содержимо-ориентированной системы, использующей стандартный инструментарий Web 1.0, и более поздние версии платформы, работающей по протоколу HTTP без использования промежуточного ПО, осуществляющей подписку на изменяющийся выбранный пользователем Web ресурс, используя технологию XPath.

Литература

1. *Patrick Th. Eugster, Pascal A. Felber, Rachid Guerraoui, Anne-Marie Kermarrec.* The many faces of publish/subscribe // ACM Computing Surveys (CSUR). – 2003. – v. 35, № P.92-107.
2. *Ramasubramanian V., Peterson R., GunSirer E.* Corona: A High Performance Publish-Subscribe System for the World Wide Web // NSDI.-2006.-P. 15–28.

ПРОЦЕССЫ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Склярова М.А.

научный руководитель: к.т.н., доц. **Алексеев Н.А.**
НТУУ «КПИ», Институт телекоммуникационных систем
e-mail: s_mashka@ukr.net

Distributed information systems software development processes

In the work the main characteristics, features, advantages and disadvantages of the most popular software development processes, that are used nowadays in area of informational technologies, are considered. The main goal of the provided analysis is to determine the best usage area for these software development processes.

Разработка программного обеспечения (ПО) — разновидность человеческой деятельности. Модуляризовать ее можно, выделив набор задач, которые нужно решить для достижения конечной цели — построения достаточно качественной системы в рамках заданных сроков и ресурсов. Для решения каждой такой задачи организуется вспомогательная деятельность, к которой можно также применить разбиение, и т.д., до тех пор, пока не станет понятно, как решать каждую отдельную подзадачу. Т.е. применительно к разработке программного обеспечения методологией являются принципы и способы организации деятельности проектной группы для создания программного продукта.

На основе анализа, проведенного в работе, можно сделать вывод, что все существующие модели делятся на три группы: каскадную, спиральную и комбинированную модель.

Модель водопада является разумным выбором для типовых, стандартных проектов или при наличии жестких требований к качеству (например, при создании mission critical-систем). В таких проектах модель водопада позволяет обеспечить заданный уровень качества (который может быть весьма высоким) и соблюдать бюджетные и временные ограничения. Основными недостатками этого процесса является то, что он неэффективен в проектах с нечеткими или часто меняющимися требованиями, имеет весьма ограниченные возможности оценки и корректировки важных атрибутов проекта – скорости разработки, качества продукта, обоснованности принятых архитектурных решений. Таким образом, недостатки весьма существенны, и для разработки коммерческого программного обеспечения, как правило, существуют значительно более эффективные альтернативы. Одной из таких альтернатив являются группы процессов, относящихся к модели, называемой "спиральной".

Спиральная модель является наиболее распространенной в настоящее время. Самыми известными ее вариантами являются RUP (Rational Unified Process) и XP (eXtreme Programming). Согласно ей создание системы предполагается проводить итерационно, двигаясь по спирали и, проходя через одни и те же стадии, на каждом витке уточняя характеристики будущего

продукта. При этом пользователи начинают знакомиться с продуктом заранее, имея возможность внести необходимые коррективы.

Итеративная разработка обладает рядом преимуществ по сравнению с последовательной моделью. Одним из них является то, что реализация наиболее важных функций может быть завершена в ходе нескольких первых итераций. После их завершения (то есть намного раньше окончания всего проекта) заказчик сможет начать использование системы. Уже в начале проекта пользователи получают возможность оценить функциональность системы и ее соответствие своим потребностям. Необходимые изменения и дополнения могут быть сделаны в течение следующих итераций. Основные проектные риски при использовании данной модели могут и должны быть разрешены на первых итерациях. Например, архитектурное решение, приводящее к неприемлемой производительности может быть обнаружено и исправлено уже в первой итерации.

Главным недостатком спиральной модели является тот факт, что для её реализации необходимы сравнительно большие средства. Кроме того, если в водопадной модели можно создавать и распускать группы специалистов по мере необходимости, то теперь все они должны постоянно участвовать в проекте: архитекторы, программисты, тестировщики, инструкторы и т. д. Более того, усилия различных групп должны быть синхронизированы, чтобы своевременно отражать проектные решения и вносить необходимые изменения.

В отличие от указанных выше моделей существуют и процессы, основанные на комбинировании вышеуказанных моделей, а также на применении так называемых фабрик приложений, то есть неких сред, ориентированных на максимальную автоматизацию производства продукта. Применительно к сфере информационных технологий концепция фабрики ориентирована на максимум того, что можно получить при переходе к индустриально-ориентированному производству программного продукта. Ключевыми целями индустриализации программного производства являются увеличение продуктивности и предсказуемости результатов разработки на каждом этапе жизненного цикла, а также возможность разработки широкого спектра решений, заточенных под нужды конкретного заказчика. Одной из наиболее развитых моделей процессов объединяющей в себе лучшие принципы каскадной и спиральной моделей является Microsoft Solution Framework. Она сохраняет преимущества упорядоченности каскадной модели, не теряя при этом гибкости и творческой ориентации модели спиральной. Наиболее существенным недостатком данной модели является сложность, что ограничивает область ее применения.

Литература

1. Дин Лэффингуэл, Дон Уидриг. Принципы работы с требованиями к программному обеспечению М.Вильямс, 2002.
2. Алстер Коберн. Быстрая разработка программного обеспечения, М.Лорри, 2002.

ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Удовенко А.С.

научный руководитель: к.т.н., доц. **Алексеев Н.А.**

ИТС НТУУ «КПИ»

e-mail: alex_udovenko@mail.ru

In this paper the main SOA implementations by world developers of distributed information systems software creation technologies were analyzed.

SOA – технология построения информационных систем на предприятии, для разработки ПО, основанная на открытых стандартах и обмене сообщениями. В отличие от традиционных архитектур "точка-точка", реализация SOA включает несколько свободносвязанных и множество взаимодействующих прикладных услуг.

Для реализации SOA требуется концепция ESB. Основные функции ESB – обмен сообщениями, преобразование данных, маршрутизация, поддержка Web-сервисов и протоколов, а также "оркестровка" (согласование) сервисов.

EAI – предшественник ESB в сфере связующего ПО. К EAI относят технологии, задача которых вовлечь несколько приложений (реализованных на разных технологиях), используемых в одной организации в единый процесс и осуществлять преобразование форматов данных между ними.

Реализации ESB мировыми поставщиками ПО.

Исходный стандарт Sun для Java Web-сервисов – JAX-RPC 1.0, который проектировался с учетом возможности использования разных реализаций протоколов, но на практике использовался лишь для SOAP-сервисов, а также ограничивал функциональность Web-сервисов. Его назначением была поддержка RPC операций посредством XML. Технической группой было принято решение о моделировании JAX-RPC с использованием существующей технологией Java для обработки вызовов RPC между Java приложениями – RMI, которая обеспечивает хорошую совместимость в работе с SOAP грс/енс, используя операции запрос-ответ через HTTP, но не справляется с асинхронными операциями или другими протоколами передачи данных.

Из-за этих недостатков Sun начала разработку спецификаций JAX-RPC 2.0, основная цель создания которых – обновление стандартов поддержки, реализуемых JAX-RPC 1.x; улучшение поддержки сообщений (включая асинхронные операции и иные протоколы передачи данных, помимо HTTP), улучшение схемы поддержки посредством привязки данных JAXB 2.0, а также ограниченная поддержка REST. Для отражения изменений, имя второй версии изменено на JAX-WS 2.0.

JAX-WS 2.0 выполнил все задачи, поставленные при переработке JAX-RPC 1.x, и привнес дополнительные усовершенствования, но активное использование

комментариев и других свойств Java 5 делает его несовместимым со старыми версиями JVM. Более серьезным недостаток – отсутствие поддержки альтернатив комментариям в структуре Web-сервисов, что снижает гибкость инфраструктуры в долгосрочной перспективе.

Проект Apache тесно связан с работой Web-сервисов в основном на платформе Java. Выпускаемая Apache в настоящее время платформа для Java SOAP Web-сервисов – инфраструктура Axis третьего поколения. Тем не менее, Axis имеет ряд недостатков, так как он спроектирован на основе стандарта JAX-RPC 1.0.

Axis2 – потомок Axis, облегченный и расширяемый сервер обработки SOAP. В отличие от оригинального Axis, Axis2 не ограничен реализацией какого-либо определенного API.

Одна из наиболее удобных характеристик Axis2 – объектная модель AXIOM для SOAP сообщений, является более гибкой за счет новых парсеров XML.

Другая характерная черта Axis2 – поддержка сменной привязки данных, что позволяет выбирать простейший способ работы с информационным наполнением XML документов SOAP.

Существуют проекты, реализующие расширение SOAP поверх Axis2 и включают главные технологии, поддерживаемые WCF за счет модульности.

Microsoft в качестве своего решения ESB предложила BizTalk Server и .Net Framework, которое должно выполнять функции брокера взаимодействий, допускать косвенную адресацию, интеллектуальную маршрутизацию и поддерживать, хотя бы на базовом уровне, Web-службы.

WCF представляет собой следующее поколение технологии Web-служб корпорации Microsoft. Это решение представляет собой платформу для защищенного, надежного и интероперабельного программного обеспечения. Объединение WCF и BizTalk может делать многое из того, на что способны существующие сейчас ESB. Несмотря на ориентированность Microsoft на Windows, WCF обеспечит интероперабельность между всеми платформами, а BizTalk Server предлагает адаптеры для связи с другими средами.

Направление в отрасли распределенных приложений определено на поддержку технологии WCF как ядра для инфраструктур SOAP следующего поколения.

Литература

1. Дэвид Стоддер. ESB как становой хребет SOA. // Сети и системы связи'2006. http://www.ccc.ru/magazine/depot/06_10/read.html?0203.htm.
2. ComputerWorld Russia, <http://www.osp.ru/cw/>.
3. Информационный сайт IBM. <http://www.ibm.com/developerworks/ru/webservices>.
4. Информационный сайт IBM. http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/0509_flurry1/.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Харченко Е.А.

научный руководитель: к.т.н., доц. **Алексеев Н.А.**

ИТС НТУУ «КПИ»

e-mail: unikum4ik@mail.ru

Protection of distributed applications

In this work the series of service-oriented applications protection problems which appears when services are given to their users without any limitations were considered. As the main one the problem of isolation of SOA security standards, interoperability problems, related to plenty of competitive standards were noticed.

Одним из самых распространенных способов совместного использования данных несколькими компаниями являются Web-сервисы. С их помощью предприятие может выборочно открыть использование своих внутренних систем клиентам, партнерам, поставщикам. Но в результате этого могут возникнуть риски, связанные с открытием доступа к внутренним сервисам через web.

Рынок стандартов безопасности находится в состоянии активного роста. Следствием этого является увеличение возможности выбора среди поставщиков более гибких и конкурентных решений. С другой стороны, процесс выбора того или иного решения представляется достаточно сложной задачей, которая осложняется еще и тем, что в настоящее время не существует единых законченных и принятых стандартов безопасности SOA.

Существует семь основных направлений, в которых применяются средства защиты при взаимодействии в сервис-ориентированной среде:

- идентификация;
- аутентификация;
- авторизация;
- целостность;
- конфиденциальность;
- аудит;
- признание участия.

Успешность применения даже базовых решений зависит от масштаба и предсказуемости роста самих web-сервисов каждого конкретного предприятия. Решения по кодированию и авторизации становятся более сложными, если они зависят от стандартов или решений, принятых в нескольких предприятиях. Каждому участнику сети Extranet с web-

сервисами необходимо использовать одинаковые технологии, в то время как сейчас существует несколько конкурирующих стандартов.

Тем не менее, следует отметить, что все технологии защиты web-сервисов основаны на XML Encryption и XML Signature. Это стандарты W3C для вставки зашифрованных данных и электронных подписей в XML-документы. Однако даже использование единых стандартов может не исключать возникновения проблем взаимодействия. Например, с помощью XML Encryption сообщение может быть зашифровано не целиком, а лишь конфиденциальная информация. Такое размещение зашифрованных данных в сообщениях XML влечет за собой вопросы уточнения размещения зашифрованных и открытых данных, обмена ключами. Как развитие данных технологий, организацией по продвижению стандартов структурированной информации OASIS [www.oasis-open.org] был создан WS-Security - стандарт для применения в Web-сервисах XML Security и XML Encryption. Существуют также и другие стандарты обеспечения безопасности в web-сервисах, в том числе и более новые как, например, WS-Federation [schemas.xmlsoap.org/ws/2003/07/secext]. Однако наиболее совершенным из WS-* стандартов, поддерживаемых почти всеми Web-сервисами и поставщиками SOA, является WS-Security. Слабое место этого стандарта в том, что, как и всем WS-* стандартам, WS-Security требуется SOAP (протокол обмена структурированными сообщениями в распределённой вычислительной среде [ru.wikipedia.org/wiki/SOAP]). Хотя WS-Security помогает шифровать и подписывать сообщения SOAP, в нем ничего не сказано о AAA (опознание пользователя, авторизация и учет) или о политике безопасности. Эти данные поддерживаются другими стандартами, которые все основаны на WS-Security.

Литература

1. Andy Dornan. Непростое путешествие по проблемам безопасности в SOA. InformationWeek, <http://pda.erpnews.ru/doc2720.html>.
2. Мердад Джалали-Соху, Хауке Креггер, *AWi Verlag*. Слабо связанная безопасность. <http://www.osp.ru/lan/2007/09/4375982/>.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ИЗМЕНЁННОГО АЛГОРИТМА НАРАСТАЮЩЕЙ ИЗБЫТОЧНОСТИ

Борщ А.А.

Телекоммуникационные системы и сети ФКИТА «ДонНТУ»

e-mail: nunterix@gmail.com

Optimization of Communication of Data on Basis of the Changed Algorithm Incremental Redundancy

Incremental Redundancy is implemented in EDGE systems to achieve maximum efficiency in over-the-air interface. By using incremental redundancy, error correction data is not sent over the air unless the data is received in error, thus making the air interface very efficient. Changed algorithm incremental redundancy allows doing optimization to communication of data.

Производительность является неотъемлемым параметром, который влияет на качество предоставляемых телекоммуникационных услуг. Поэтому ведётся оптимизация процесса передачи данных, затрагивая разработку новых или модификацию проверенных алгоритмов. Одним из таких алгоритмов и является алгоритм нарастающей избыточности (Incremental Redundancy), влияющий на производительность в канале передачи данных с помощью битовой избыточности пакетов.

Алгоритм основан на идее «выкалывания» (puncturing), который использует ресурсы радиointерфейса максимально эффективно, поскольку избыточность при передаче данных увеличивается, только когда в этом есть необходимость.

Функционирование «классического» алгоритма нарастающей избыточности:

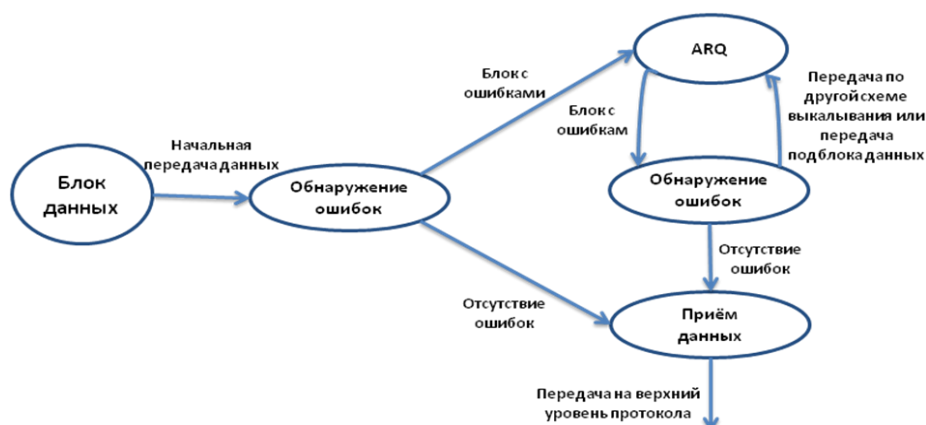


Рисунок 1. Упрощенная схема функционирования с нарастающей избыточностью

Пусть блок данных передается на мобильный терминал. Если передача прошла без ошибок, то блок пропускается для обработки на следующий уровень протокола. Если же в принятом блоке есть ошибки, то мобильный терминал посылает на базовую станцию автоматический запрос повторной передачи (Automatic Repeat Request, ARQ) [1]. В ответ базовая станция повторно передает блок, используя другую схему выкалывания символов (puncturing). Данные этого блока будут рекомбинированы с данными первого блока, наращивая избыточность и увеличивая возможность устранения ошибок при взаимодействии мобильного устройства с базовой станцией [2].

Модифицированный алгоритм нарастающей избыточности:

Алгоритм можно усовершенствовать, за счёт использования различных вариантов избирания битов из свёрточного кода. Тем самым стараясь уменьшить вероятность появления ошибки при декодировании данных. При этом схемы выкалывания для каждого раза – уникальны. Если после «классической» схемы не достигается правильное декодирование исходных битов, то на каждом последующем шаге может избираться уникальная схема выкалывания, пока не будет достигнуто верное декодирование. Вероятность получения верной последовательности увеличивается.

Также алгоритм «выкалывания» можно усовершенствовать, если адаптивно изменять количество свёрточных битов для исходной информационной последовательности. Это будет эффективно сказываться на производительности в канале передачи данных для условий хорошего и плохого приёма радиосигналов. Например, в условиях хорошего приёма, эффективно будет использование 8-ми битного свёрточного кода для 4-х битовой информационной последовательности. А в условиях плохого приёма - 16-ти битный свёрточный код для той же 4-х битовой информационной последовательности.

Использование меньшей адаптивной избыточности, приводит к большей производительности канала передачи данных, структурно не меняя сам канал. Это является выгодным решением повышения производительности, не добавляя дополнительных схемотехнических решений, а используя управление более гибко.

Литература

1. <http://www.wirelessdesignmag.com/pdfs/FEBWDDfeature2.pdf> (Incremental Redundancy).
2. Гольдштейн А.В. Аспекты эксплуатации мультисервисных сетей: сеть доступа // Connect! Мир связи. 2007. №7.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА НАГРУЗОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СЕТЕВОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Кравчук С.А., к.т.н., доц., Тарасенко О.И.

Институт Телекоммуникационных систем НТУУ “КПИ”

e-mail: helland@meta.ua

Use of a method of loading testing by development of the network software

In this article author analysis approaches of using load testing in the iterative development process of high performance web applications.

На фоне быстрого роста количества передаваемой информации, все большее значение имеют системы занимающиеся приемом, передачей и перераспределением потоков информации в сети. Именно они часто становятся «узким горлом» в современных сетях связи, ограничивая скорость работы всей сети и снижая возможность одновременной работы необходимого числа абонентов. В связи с этим предъявляться повышенные требования по эффективности обработки приходящих запросов для сетевого программного обеспечения, отвечающего за управление такими системами.

Разработка сетевого программного обеспечения считается сложным процессом. Причиной этого факта есть как сложность задачи моделирования программой сетевых процессов так и проблема коммуникаций между заказчиками и разработчиками, ведь очень часто встречается ситуация когда заказчик лишь в общих чертах может представить себе, что ему нужно. Как следствие этих проблем, в результате разработки может получиться достаточно неудачный продукт, который не будет удовлетворять требованиям заказчика.

Для того, что бы избавиться от неопределенности во время разработки, и каким то образом адаптировать процесс разработки программного обеспечения используют итерационную схему разработки программно обеспечения. Основная идея этого метода заимствована из теории оптимизации, где программный продукт рассматривают как некий объект который нужно получить на выходе, а процесс работы – постепенное приближение к этому идеалу. Где вся работа выполняется схожими итерациями, каждая из которых состоит из планирования, разработки архитектуры, кодирования и испытаний.

Однако при разработки сетевого программного обеспечения необходимо так же учитывать, что программа будет функционировать под нагрузкой, так как миллионы пользователей захотят получить ресурс к ней одновременно.

По этому для того что б иметь возможность контролировать процесс разработки, оценивая сетевые качества программы после каждого этапа, и принимая, и принимая решения относительно того, каким путем двигаться дальше, необходимо проводить испытания нагрузкой программы.

Данный подход уже используется авторами работы, и показал свою эффективность при разработке, уже на данном этапе он позволил существенно сократить время(а значит и затраты на разработку), коммерческого портала выполняющего трехмерное моделирование mydeco

В связи с этим значительный интерес представляет программно-аппаратная кросс-платформенная система, которая может позволяющая создавать нагрузку близкую к реальной на удаленный узел в сети и оценивать качество существующих алгоритмов работы сети с целью оптимизации работы последних. Хотя изначально программа использовалась для подавления работы серверов, на данный момент она нашла более мирное применение.

Целью данного доклада как раз и является представление такой программно-аппаратной системы, оценка ее эффективности при проектировании кооперативных виртуальных сетей.

Возможность проведения нагрузочных испытаний предоставляет программный комплекс под названием Tsung. Это - программа, распространяемая в рамках проекта GNU (проект разработки бесплатной операционной системы) под лицензией GPL (GPL – лицензия свободного программного обеспечения). Она работает на уровне IP протокола и на данный момент поддерживает работу с такими высокоуровневыми протоколами как HTTP, PostgreSQL, XMPP(Jabber). Так же существует возможность адаптирования программы к любому другому высокоуровневому протоколу. Программа может работать на нескольких пользовательских компьютерах и, при этом, имитировать одновременную работу в сети тысяч пользователей.

Данный программный продукт обладает такими существенными достоинствами:

- бесплатная;
- поставляется с открытым исходным кодом что позволяет значительно доработать ее сетевые возможности (поддержку новых протоколов);
- обладает высококачественной системой предоставления отчетов, что упрощает анализ результатов;
- может одновременно работать с сегментом компьютеров, увеличивая, таким образом, суммарную нагрузку;

Анализ результатов работы данного программного обеспечения позволяет сделать вывод о целесообразности применения его при проведении нагрузочных испытаний.

Литература

1. «Тестирование черного ящика. Технологии функционального тестирования программного обеспечения и системы. – Питер: Борис Бейзер, 2004.- 320 с.
2. Grig Gheorghiu (2006) // <http://agiletesting.blogspot.com/2005/02/performance-vs-load-vs-stress-testing.html>.

ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Мазурян В.М.

научный руководитель: **Алексеев Н.А.**, доц., к.т.н.

Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»

e-mail: godjah@list.ru

Technologies of user interfaces developing for distributed information systems

This article is dedicated to the analysis of existing technologies of user interfaces developing for distributed information systems.

В настоящее время на рынке программного обеспечения присутствует множество технологий и средств разработки пользовательских интерфейсов распределенных информационных систем (РИС). В связи с этим существует проблема обоснования выбора таких технологий в зависимости от нескольких условий, в которых планируется создавать программное обеспечение РИС.

Анализ рынка позволил выделить такие основные технологии как WPF (Windows Presentation Foundation), Silverlight, JavaFX, Macromedia Flash MX, Adobe AIR (Adobe Integrated Runtime), Adobe Flex и Google Gears.

Для того, чтобы систематизировать анализ применимости этих технологий проведём его согласно следующих критериев: особенности технологии, используемый язык программирования, тип создаваемых приложений, на каких операционных системах данная технология поддерживается.

С точки зрения особенностей рассматриваемых технологий можно отметить, что все перечисленные технологии и реализующие их программные продукты обладают широким набором графических средств и средств анимации стандартных элементов управления. При этом часть их имеет собственные интегрированные среды разработки IDE, такие как Visual Studio/Expression Studio в случае WPF, Silverlight. Другие же реализованы как подключаемые модули для универсальных IDE (JavaFX для Eclipse). Также можно выделить как самостоятельные технологии (Google Gears), так и являющиеся частью крупных интегрированных платформ (WPF в составе .NET Framework 3, JavaFX в составе Java2EE и др.)

Каждая из технологий поддерживает широкий набор языков программирования, начиная от общераспространённых HTML и JavaScript

(Silverlight, JavaFX, Adobe AIR, Google Gears), AJAX-технологий в режиме оффлайн (JavaFX, Adobe AIR, Google Gears), специализированного ActionScript для Flash (Macromedia Flash MX, Adobe AIR, Adobe Flex) и заканчивая ориентированными на платформу Microsoft языками - C#, VB (WPF и Silverlight). При этом такие технологии как JavaFX, Flash, Google Gears ориентированы на использование одного языка программирования, в то время как, например, WPF поддерживают для описания обработчиков событий несколько языков одновременно. Отдельно можно выделить поддержку встроенных СУБД (Google Gears).

Среди предложенных технологий стоит выделить WPF, Silverlight и Adobe Flex, так как форматы их исходных файлов базируются на XML.

Проводя анализ данных технологий с точки зрения типов приложений, в создании которых они используются, необходимо отметить, что Silverlight, Macromedia Flash MX, Adobe AIR, Adobe Flex, Google Gears в первую очередь сосредоточены на создании Web-приложений или же на переносе Web-программ на локальные настольные ПК. WPF и JavaFX изначально разрабатывались для создания оконных приложений.

Приложения, использующие приведенные технологии, поддерживаются всеми современными ОС либо напрямую, либо через plug-in к Web-браузеру (Silverlight, Macromedia Flash MX, Adobe Flex, Google Gears). Исключением служит WPF, традиционно разработанная под Microsoft Windows XP и Windows Vista.

Таким образом, можно сделать вывод, что выбор той или иной рассмотренной технологии для создания пользовательского интерфейса РИС, создаваемой для конкретных производственных условий, не может быть осуществлен только с точки зрения имеющегося инструментария по созданию его элементов и обуславливается всем комплексом функциональных и технологических особенностей данной технологии. Наибольшими преимуществами среди проанализированных технологий обладает WPF.

Литература

1. Laurence Moroney. "Foundations of WPF: An Introduction to Windows Presentation Foundation". Изд-во: APRESS. 344 с.
2. Matthew MacDonald. "Pro WPF: Windows Presentation Foundation in .NET 3.0". Изд-во: APRESS. 1000 с.
3. MSDN. Microsoft Developers Network. [http://msdn2.microsoft.com/ru-ru/netframework/aa663326\(en-us\).aspx](http://msdn2.microsoft.com/ru-ru/netframework/aa663326(en-us).aspx).
4. RSDN, Russian Software Developer Network. <http://rsdn.ru>.
5. Alpha-Beta-Release Blog. <http://abrdev.com>.

РАСПОЗНАВАНИЕ РЕЧИ В СИСТЕМАХ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ

Бердников О.М. проф., **Богущ К.Ю.** к.т.н, доцент
ИССЗИ НТУУ „КПИ”
e-mail: spieluhr@mail.ru

Speech Recognition in Artificial Intelligence Systems

The possibility of using pitch period to determine the inflexion of speech, and thus to clarify the statement's sense is considered in this text. A choice for using this parameter of speech for speech recognition in artificial intelligence systems is purposed. An example of computing the pitch's frequency using the software implementation of pitch's extraction algorithm is also given.

Одним из важных направлений систем искусственного интеллекта является распознавание интонации речи (вопросительной, утвердительной, восклицательной, удивления). Данное направление является важным поскольку позволяет точнее определять смысл высказанного предложения. Имеющиеся в настоящее время системы распознавания речи («Руссограф», Dragon Naturally Speaking, ViaVoice) основываются на сравнении определяемых речевых сигналов с большим количеством эталонов, что требует большого объема памяти и высокой производительности процессора – порядка 10^{12} [1]. Кроме того, известная система, лидер рынка Dragon Naturally Speaking разработана для распознавания английского языка, поэтому настройка такой системы на распознавание интонации русского (украинского) языка представляется затруднительной по известным причинам [3].

Для решения подобных задач, а в конечном итоге – построения системы распознавания речи для русского (украинского) языка, в настоящей работе предлагается алгоритм распознавания основу которого составляют следующие элементы:

- программа распознавания, построенная в системе математического моделирования Matlab, позволяющей использовать заданную частоту дискретизации;
- нормированное представление речевого сигнала;
- схема выделения основного тона.

Выделение сигналов основного тона (ОТ) производится многоканальным временным выделителем, алгоритм работы и основные элементы которого аналогичны описанному в [2, 4].

Приведенный алгоритм был программно реализован в системе Matlab, а также проведены пробные вычисления частоты ОТ. В качестве тестовых речевых сигналов были записаны два звуковых файла, в которых

произносилось слово «нет» с различными интонациями (утвердительной и вопросительной). На рис. 1 и рис. 2 приведены значения частоты основного тона речи тестовых сигналов. Из них можно увидеть, что в варианте произношения с вопросительной интонацией частота ОТ довольно сильно (в 2,5 раза) увеличивается на протяжении анализа, в то время как при произношении с утвердительной интонацией частота ОТ – наоборот, незначительно уменьшается.

При исследованиях также был реализован алгоритм выделения параметра ТОН-ШУМ [2, 4], использование которого обуславливалось необходимостью определения шумовых и тональных участков сигнала. Исходя из значения параметра ТОН-ШУМ для текущего участка анализа из

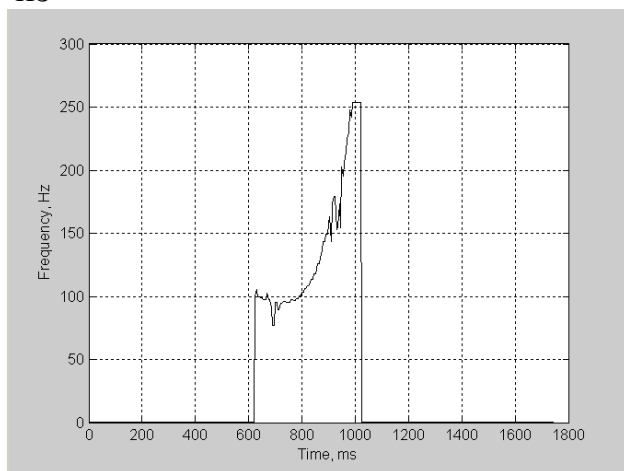


Рис. 1. Изменение частоты основного тона для высказывания с вопросительной интонацией

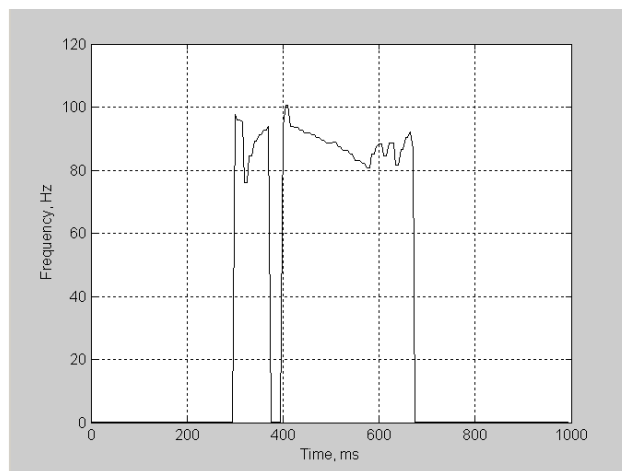


Рис. 2. Изменение частоты основного тона для высказывания с утвердительной интонацией

сигнала отсеивались (не анализировались) участки шумовых звуков – глухие согласные, энергия которых сосредоточена в высокочастотной части спектра. А для участков тональных звуков (гласные и звонкие согласные, энергия которых сосредоточена в низкочастотной части спектра, а форма обычно с большой точностью повторяется через период основного тона), проводились вычисления ОТ.

Полученные результаты позволяют утверждать, что при определённых доработках алгоритма, параметр основной тон применим при смысловом анализе речевых сигналов.

Литература

1. Журнал «Компьютерное обозрение» №6, 2008.
2. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. – М.: МИР, 1978. – 848 с.
3. Бердников О.М., Богуш К.Ю. Використання засобів MATLAB для рішення задач розпізнавання мови // Збірник наукових праць ВІПІ НТУУ „КПІ”. – 2004. – № 4. – С. 5 – 10.
4. Аппаратура АТ-3001М. К.: КВВИУС, 1988. – 96 с.

ИНТЕРАКТИВНАЯ СЕТЬ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, ЧТО ОБСЛУЖИВАЕТ ЕЁ

Яландин П.Н.

научный руководитель: д.т.н., проф. **Сундучков К.С.**

Институт телекоммуникационных систем НТУУ "КПИ"

e-mail: DeveloperUA@ukr.net

Interactive network and the software that supports it

Interactive network, its structure and use was reviewed. Software which used in such networks was described (Fig. 1). Special part was dedicated to network and software demands.

Сеть мультимедиа осуществляет одновременную передачу различных видов информации, предусматривает установление обратной связи от получателя информации к ее источнику.

Ожидаются самые разные применения, что потребует учитывать все возможные направления развития мультимедиа. Пользователям могут предоставляться различные виды услуг: социальная помощь через видеотелефон, быстрый Интернет (мультимедиа для школ), удаленный доступ к банкам данных, телепокупки, телеобучение и телеработа.

Реальное коммерческое предоставление таких услуг в рамках интерактивной широкополосной сети требует ввода целого спектра нового оборудования и программного обеспечения: АТМ/МPLS-коммутаторов, видеосерверов, MPEG-кодексов, мультиплексоров, систем управления и т.п.

Предоставление услуг мультимедиа предполагает наличие оборудования с пропускной способностью на порядок более высокой, чем существует в настоящее время (в частности, видеопрограммы могут занимать память объемом от нескольких гигабайт и выше).

Услуги интегральной широкополосной связи (мультимедийные услуги) предъявляют новые требования к сетям: введение обратных каналов, управление качеством услуг (QoS), гибкая реконструкция головной станции – ГС (Head-End) и оборудования сети, наличие систем клиент-сервер. В этом случае ГС становится центральным звеном (Master-hub или Master Communications Centre) для обеспечения целостности сети и распределения телеуслуг по каналам различной пропускной способности. Вводятся также необходимые функции по управлению сетью (TMN-functions).

Для использования IP-протокола в абонентских сетях были определены пять функциональных ключевых требований: высокая скорость, прозрачность для интегрированных услуг, возможность мультикастинга (одновременной рассылки информации нескольким абонентам), механизм сбережения ресурсов, безопасность наряду с адаптивностью качества обслуживания для IP-применений.

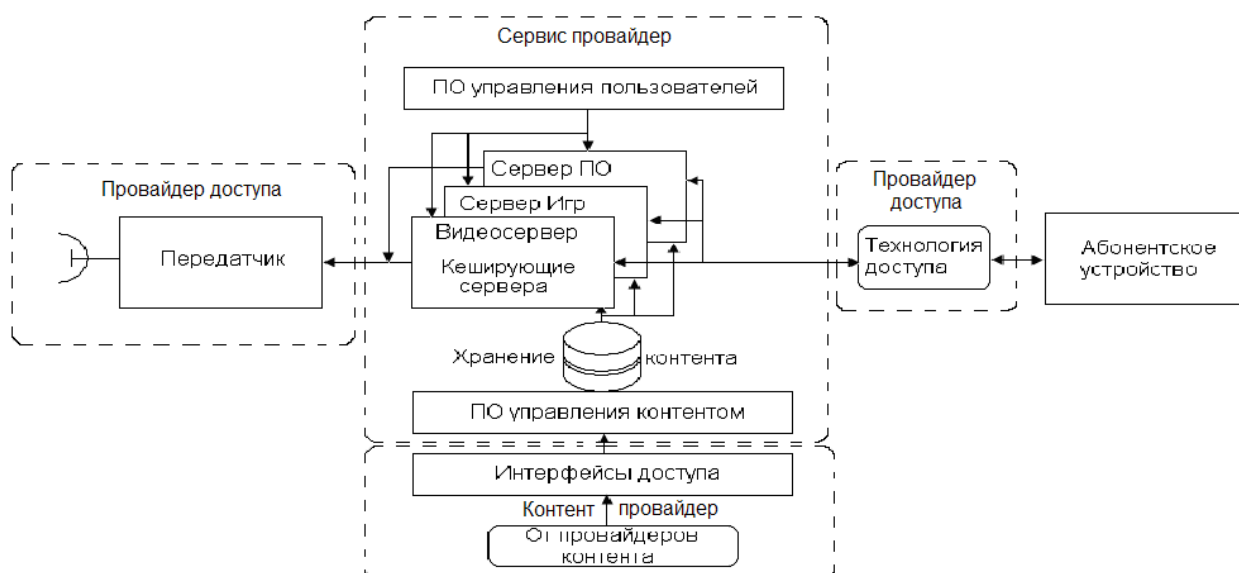


Рис 1. ПО, что используется в интерактивной сети.

Fig 1 Software used in interactive network.

В интеграции контент провайдера и сервис провайдера существует проблема с ПО. У провайдера доступа стоит проблема выбора технологии для передачи информации и организации обратного канала. Хотя абонентская часть хорошо развита и есть много абонентских устройств, однако необходимы общие стандарты доступа к интерактивной сети (рис. 1).

Требования программного обеспечения к интерактивной сети:

- Протокол обязан уметь одновременно устанавливать несколько подключений к различным узлам сети. Это условие в первую очередь продиктовано тем, что абоненты, использующие одну и ту же услугу должны получить её одновременно, а не по очереди.
- Надежная и своевременная доставка пакетов
- Возможность создания виртуального подключения через существующую сеть.

У ПО интерактивной сети есть задачи требующие решения, например:

- Невозможность работы с сетями передачи данных, имеющих разные протоколы.
- Нет стандартов определяющих правила интеграции программного обеспечения в единую систему для удобного управления сетью

Литература

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А.. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 3-е издание // Учебник для вузов. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 958с.: ил.
2. Мартин Фаулер Архитектура корпоративных программных приложений.: Пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2006. – 544 с. : ил.

ОЦЕНКА ДОСТУПНОСТИ ГЛОБАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Зайченко Ю.П. д.т.н., проф., Васильев В.И., Вишталъ Д.М. к.т.н.

НТУУ «КПИ»

e-mail: xrom@users.ntu-kpi.kiev.ua

Estimation of Availability of Global Computer Networks on a Design Stage

The elementary analytical model concerning a class of Boolean models is considered. On the basis of the determined and probable properties of the theory of monotonous structures of a network the exact or interval estimation of average time of stay in a subset of operable conditions of a network is calculated.

Современные компьютерные сети должны удовлетворять весьма жестким требованиям к качеству обслуживания со стороны пользователей.

Понятие “качества обслуживания” можно трактовать широко, включая в него все желательные для пользователя и поставщика сетевых услуг свойства, поддерживающие работу сети. Для того чтобы пользователь и поставщик услуг могли строить свои отношения на формальной основе, используется набор общепринятых характеристик качества услуг, предоставляемых сетью. Эти характеристики можно условно разбить на два класса: характеристики качества транспортных услуг и характеристики качества информационных услуг.

Поскольку характеристики качества информационных услуг трудно поддаются формализации, то обычно понятие “качества обслуживания” трактуют в узком смысле – как набор показателей, характеризующих качество работы транспортного механизма сети. Некоторые из этих показателей на этапе эксплуатации могут быть оценены количественно и измерены при обслуживании пользователей. В качестве количественных показателей доступности сетевых услуг выступают: доля потерянных пакетов, среднее время наработки на отказ системы, вероятность отказа в обслуживании.

Другой качественной характеристикой доступности является свойство отказоустойчивости (живучести) сети [3]. Под отказоустойчивостью обычно понимают способность системы за счет различного рода избыточных ресурсов выполнять свои функции при отказе отдельных элементов.

Для обеспечения требуемого уровня доступности транспортного сервиса сеть должна обладать свойством отказоустойчивости. В большой системе, а глобальная компьютерная сеть является таковой, с необходимостью будут возникать отказы многих элементов – каналов, коммутаторов. В этих условиях сеть должна иметь возможность быстро компенсировать отказы за счет использования альтернативных маршрутов передачи трафика и достаточно быстрых механизмов обнаружения и восстановления отказавших элементов. При реструктуризации сети возможны потери пользовательского трафика, поэтому обеспечение в случае отказов быстрой реструктуризации сети, быстрого обнаружения и восстановления отказавших элементов является главным средством обеспечения отказоустойчивости.

Для высоко надежных систем задача измерения доступности как статистической характеристики на основе реальных статистических данных может потребовать столь большого времени, что сама по себе задача теряет смысл. По этой причине, на основе надлежащим образом формализованных понятий (“система”, “отказ”, “доступность” и тому подобное) [1], строятся по возможности простые и правдоподобные модели, позволяющие оценить количественное значение доступности.

В данной работе рассматривается простейшая аналитическая модель, относящаяся к классу булевых моделей. На основе детерминированных и вероятностных свойств теории монотонных структур [2] в зависимости от размерности и сложности топологии сети вычисляется точная или интервальная оценка среднего времени пребывания в подмножестве работоспособных состояний сети.

Литература

1. М. Месарович, Я. Такахара “Общая теория систем: математические основы”, М., “Мир”, 1978 г.
2. Р. Барлоу Ф. Прошан “Статистическая теория надежности и испытания на безотказность”, М., “Наука”, 1984 г.
3. Зайченко Ю.П., Васильев В.И., Вишталъ Д.М., Хотячук Р. Ф. “Анализ живучести СПД на стадии проектирования”. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції “Інтелектуальні системи прийняття рішень та інформаційні технології” (19-21 травня 2004 р., м. Чернівці).- 2004 с. 48-49.

ТЕХНОЛОГИИ И СТАНДАРТЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМИ СЕТЯМИ

Горошанская Н.А., Романов А.И. д.т.н., проф.

ИТС НТУУ «КПИ»

e-mail: aromanov@mail.ru, nataliya.ogorodnik@gmail.com

Telecommunication networks management: technologies and standards

We discuss management issues with modern communications networks. As a basic management methodology is considered telecommunications network management (TMN). Provisions TMN complemented by modern approaches to the management of business processes operators.

With regard to the challenges of managing the network addresses use of new information technologies and system architectures.

Обсуждаются вопросы управления современными сетями связи. В качестве базовой методологии управления рассматривается сеть управления электросвязью (TMN). Положения TMN дополняются современными подходами к управлению на уровне бизнес-процессов операторов. Приводится базовая информация по структуре и особенностям протоколов CMIP и SNMP, а также особенности управления открытыми системами в рамках стандартов ISO.

Применительно к задачам управления сетями рассматривается применение новых информационных технологий и системных архитектур, таких как ODP, ODMA, CORBA, DCOM (COM+), OSCA/INA, а также разработка систем TMN с использованием средств GDMO и ASN.1. Описываются общие подходы к реализации систем эксплуатационной поддержки оператора связи. Приведен обзор платформ и продуктов сетевого управления производства компаний Hewlett-Packard, Sun Microsystems, Siemens, IBM и др.

Литература

1. Гребешков А.Ю. Стандарты и технологии управления сетями связи - М.: Эко-трендз, 2005. - 287 с.
2. П. Иванов. Управление сетями связи. Часть 1. Стандарты и технологии. Сети, август, 1999.
3. П. Иванов. Управление сетями связи. Часть 2. Компании и продукты. Сети, сентябрь, 1999.
4. Рекомендации ITU-T серии М.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОТОКОЛОВ МАРШРУТИЗАЦИИ В AD-HOC СЕТЯХ

Алексеева Я.А, Мазурук А.В.

Научный руководитель - Терновой М.Ю., к.т.н.

Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»

e-mail: maximter@mail.ru

Distinctive Using of Ad-Hoc routing protocols

This paper is devoted to analysis and testing of OLSR and AODV routing protocols by creating experimental MANET network. According to the comparison of such parameters as delivery ratio, throughput and end-to-end delay the area of using each of them is determined.

Актуальной проблемой развития существующих беспроводных технологий является внедрения сетей MANET, mobile ad hoc networks. MANET представляют собой самоорганизующиеся сети, не имеющие строгой архитектуры, способные к адаптации под динамически изменяющиеся ситуации [1]. Подобные сети могут применяться как для зон стихийного бедствия, военных зон, так и для маленьких домашних офисов, рабочих групп и подразделений.

Традиционные методы маршрутизации, применяемые в проводных сетях [2], не справляются с быстро изменяющейся топологией сетей MANET, поэтому вопрос маршрутизации таких сетей стоит на первом месте. В свою очередь отсутствие в литературе последовательной характеристики различных протоколов, неточность описания условий проведения экспериментов не дает возможности сделать основательные выводы о применении протоколов в различных условиях [3-4]. Таким образом, очевидна необходимость проведения анализа уже имеющихся протоколов маршрутизации сетей MANET с указанием эффективных областей применения каждого из них.

В работе показан сравнительный анализ двух основных протоколов маршрутизации сетей MANET [5], а именно, реактивного Ad-hoc On-

demand Distance Vector (AODV) и проактивного Optimized Link State Routing (OLSR).

Для изучения протоколов была создана экспериментальная модель MANET, состоящая из пяти компьютеров-узлов, структура которой показана на рис. 1. На каждом узле установлена операционная система Ubuntu 7.10 e386. В качестве измеряемых параметров выбрано среднюю задержку, пропускную способность сети и общее количество пакетов, переданных всеми узлами.

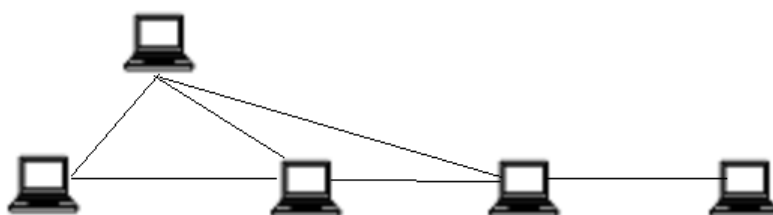


Рис.1. Экспериментальная сеть MANET

Результаты проведенных экспериментов показали, что эффективность работы рассмотренных протоколов зависит от условий применения и выбранных параметров сети. Таким образом, применения каждого из протоколов не универсально, а для достижения лучших результатов необходимо их комплексное использование.

Литература

1. The official IETF MANET working group webpage.
<http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html>.
2. Анкудинов Г.И., Стрижаченко А.И. Сети ЭВМ и телекоммуникации. Архитектура и протоколы: Учеб. пособие.- СПб.: СЗТУ, 2001. -92 с.
3. S. Kurkowski, T. Camp, and M. Colagrosso, "MANET Simulation Studies: The Incredibles," in ACM's Mobile Computing and Communications Review, vol. 9, no. 4, pp. 50-61, October 2005.
4. A. Lagar Cavilla, G. S. Baron, T. E. Hart, L. Litty, and E. de Lara, "Simplified simulation models for indoor manet evaluation are not robust," in Proceedings of the First IEEE Conference on Sensor and Ad-Hoc Networks, Oct. 2004.
5. C. Siva Ram Murthy and B. S. Manoj. Ad Hoc Wireless Networks, Architectures and Protocols. Prentice Hall, 2004.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗГРУЗОЧНЫХ СЕРВИСОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИИ В КОРПОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ

Терновой М.Ю., Штогрин Е.С.

Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»

e-mail: maximter@mail.ru, L_Shtogrina@mail.ru

Using of offloading services for information processing in corporate systems

Running desktop PC-oriented heavier applications for information processing on mobile handsets is challenging. The approach to building and using the applications based on offloading services is described.

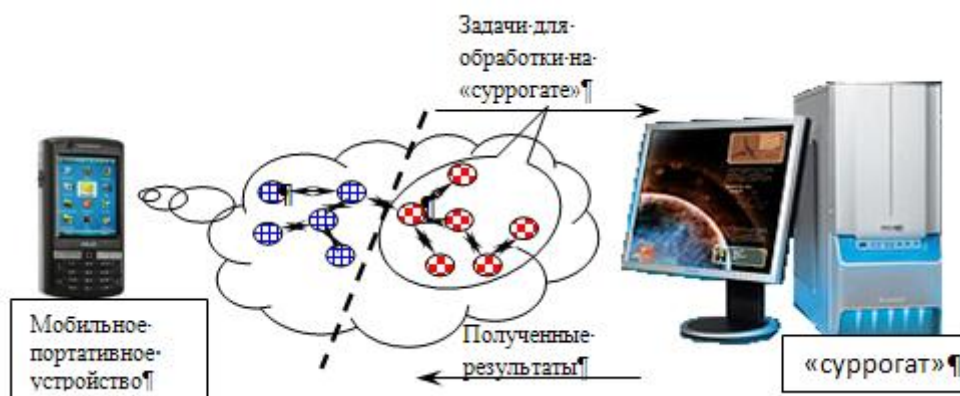
На сегодняшний день информационные технологии составляют основу процесса управления в корпоративных системах, а обработка информации является одной из наиболее сложных частей этого процесса. Использование мобильных портативных устройств для оперативной обработки информации способно повысить эффективность работы не только отдельных пользователей, но и всей организации в целом.

Несмотря на то, что мобильные портативные устройства становятся все более мощными, их производительность ограничена по сравнению с персональными компьютерами (ПК). Они имеют ограниченный объем доступной памяти, как для времени исполнения, так и для хранения данных, обеспечиваются источником энергии существенно ограниченной емкости, а также их архитектура может существенно отличаться от архитектуры ПК. Это не позволяет выполнять на мобильных портативных устройствах ресурсоемкие приложения, ориентированные на стационарные ПК [1]. Одним из возможных способов устранения описанных проблем является использование «разгрузочных сервисов» [2, 3].

В данной работе рассматривается пример построения и использования системы обработки информации на мобильных портативных устройствах с

использованием разгрузочных сервисов. Этот подход предполагает выполнение некоторых задач приложения не на мобильном портативном устройстве, а на заменяющем его вычислительном устройстве, «суррогате», имеющем все необходимые ресурсы.

Для применения данного подхода в приложении были выделены решаемые им задачи и определены ресурсы, необходимые для их выполнения. При этом работа происходит таким образом, что более ресурсоемкие задачи выполняются на «суррогате», а менее – на портативном устройстве. Структурная схема такой работы показана на рис. 1.



Использование данного подхода позволило применять для обработки информации наряду со стационарными ПК и мобильные портативные устройства, тем самым, повысив эффективность и оперативность принятия решений.

Литература

1. Yang K.; Ou S.; Hsiao-Hwa Chen. On effective offloading services for resource-constrained mobile devices running heavier mobile internet applications. Communications Magazine, IEEE Volume 46, Issue 1, January 2008 pp. 56 – 63.
2. Xiaohui Gu; Nahrstedt, K.; Messer, A.; Greenberg, I.; Milojevic, D., Adaptive offloading inference for delivering applications in pervasive computing environments. Pervasive Computing and Communications, 2003. (PerCom 2003). Proceedings of the First IEEE International Conference on 23-26 March 2003 pp. 107 – 114.
3. X. Gu *et al.*, “Adaptive Offloading for Pervasive Computing,” *IEEE Pervasive Comp.*, vol. 3, no. 3, July–Sept. 2004, pp. 66–73.

ПОДХОД К РЕАЛИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ СУБД MS ACCESS

Трубина С.А., Курдеча В.В., рук. Терновой М.Ю., к.т.н.
Институт Телекоммуникационных систем ИТУУ «КПИ»
e-mail: maximter@mail.ru

Distributed data processing approach based on DBMS MS Access

The approach to distributed data processing on the base of DBMS MS Access is described in the paper. This approach was used by the example of building the distributed information system for regional administration of population protection in the aftermath of Chernobyl APP disaster.

В настоящее время невозможно представить себе деятельность современного предприятия или учреждения без использования систем управления базами данных (СУБД) и специальных приложений для работы с ними, которые в совокупности составляют фундамент информационной деятельности и позволяют структурировать, систематизировать и организовать данные для их компьютерного хранения и обработки.

В работе показано решение задачи создания приложений для баз данных региональных отделений управления по делам защиты населения от последствий аварии на Чернобыльской АЭС г. Киева, которые нацелены на хранение и распределенную обработку данных о пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС.

Выбор СУБД обуславливали ограничения предметной области такие, как: компьютеры, производительность которых не позволяет развернуть мощные СУБД; необходимость в минимальных затратах на персонал, обеспечивающий техническое обслуживание БД; наличие только локальных сетей и отсутствие связи с глобальной БД центрального управления. В то же время не стояло жестких требований к обеспечению

безопасности, поскольку данные не являются секретными.

Таким образом, была необходима относительно недорогая, широко распространенная СУБД с низкими системными требованиями, лёгкая в освоении и использовании.

Исходя из описанных выше условий, было принято решение о выборе Microsoft Access в качестве средства для создания приложений. Следует также отметить, что Access является мощной и высокопроизводительной 32-разрядной СУБД, которая обладает удобным интерфейсом и идет в стандартном наборе MS Office [2].

При разработке было принято конструктивное решение о разделении приложения на две части. Первая часть— это файл объектов данных (в нем хранятся таблицы с данными), которая находится на одном из сетевых компьютеров, «сервере». Вторая часть — файлы объектов приложения (в них хранятся все остальные объекты — формы, запросы, отчеты, страницы доступа к данным, макросы и модули VBA), которые размещены на других компьютерах и подключены к «серверу».

Реализованная таким образом распределенная обработка БД сейчас применяется, и успешно используются в региональных отделениях управления по делам защиты населения от последствий аварии на Чернобыльской АЭС г. Киева. Такое решение является наиболее дешевым и технически простым решением для небольших сетей и может быть рекомендовано для решения аналогичных задач.

Литература

1. Коннолли Т., Бегг К., Страчан А. Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. 2-е изд. Уч. пособ. М.: Вильямс, 2000. —1120 с.
2. Гринченко Н.Н., Цуканова Н.И., Пылькин А.Н., Макаров Н.П., Гусев Е.В. Проектирование баз данных. СУБД Microsoft Access. —М.: Горячая линия-Телеком, 2004. —240 с.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВСЕПРОНИКАЮЩИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В ГЕТЕРОГЕННОЙ СРЕДЕ

Андриешина У.А., рук. Терновой М.Ю., к.т.н.

Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»

e-mail: maximter@mail.ru

Using of Pervasive Computing in Heterogeneous Environment

The using of pervasive computing for access to the auditory lessons schedule by the example of Institute of telecommunication systems NTUU "KPI" is described in this paper.

В настоящее время стремительно развивается направление называемое Pervasive Computing, что в переводе с английского означает всепроникающие вычисления [1]. Это направление приобретает все большее распространение для реализации обработки информации в гетерогенной информационно-телекоммуникационной среде, состоящей из различных вычислительных устройств, связанных как проводными, так и беспроводными сетями связи.

Pervasive Computing, базируется на четырёх основополагающих принципах, а именно [2, 3]: децентрализованность, диверсификация, связность и простота, каждое из которых не представляет практического интереса по отдельности.

В работе показано применение pervasive computing для решения задачи доступа к расписанию пар в аудиториях корпуса №30 ИТС «НТУУ КПИ». Схема организации сети для одной из аудиторий приведена на рис.1.

В аудитории находится компьютер, назовем его сервером, на котором доступным является сервис расписания пар в данной аудитории и который вещает в сеть информацию об этом сервисе. Для того чтобы получить доступ к расписанию, компьютеры-клиенты должны подключиться к сети аудитории, в которой находится сервер. Следует отметить, что в случае беспроводной сети данное подключение может осуществляться автоматически при соответствующих настройках компьютера-клиента во время нахождения в данной аудитории. В случае проводной сети

необходимо будет подключиться к сети при помощи сетевого кабеля. Далее, используя соответствующую клиентскую программу, происходит обнаружения сервиса, подписка на него и его использование.



Рис.1 Схема организации сети

Суть всепроникающих вычислений в данном примере состоит в том, что данный сервис для пользователя выглядит таким образом, как будто аудитория сама предоставляет информацию о расписании пар, которые в ней проводятся.

Использование всепроникающих вычислений в различных отраслях деятельности человека позволяет значительно расширить и упростить доступ к информационным ресурсам и работу человека с ними, что объясняет их широкое использование для решения различных задач в современном мире.

Литература

- 1.T. Kindberg, A. Fox. System software for ubiquitous computing. *IEEE Pervasive Computing*, Vol. 1, No. 1, 2002, pp. 70-81.
- 2.S.S. Yau et al. Reconfigurable context-sensitive middleware for pervasive computing. *IEEE Pervasive Computing*, Vol. 1, No. 3, 2002, pp. 33-40.
3. www.srujan.co.in

ПОСТРОЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ СУБД ORACLE

Белодед Б.В., Письменный В.Ю., рук. Терновой М.Ю, к.т.н.

Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»

e-mail: maximter@mail.ru

Building of Distributed Information Systems Based on DBMS Oracle

The building of distributed information system for central directorate of population protection in the aftermath of Chernobyl APP disaster is described in this paper.

На сегодняшний день в корпоративных сетях, как больших предприятий, так министерств и ведомств Украины существует необходимость во внедрении в эксплуатацию программных систем, позволяющих организовывать общий доступ к данным с минимальным использованием системных ресурсов клиентских машин. При этом должно обеспечиваться достаточное быстродействие при обработке больших массивов информации. Также, такие системы должны обладать интуитивно понятным для конечного пользователя интерфейсом.

В работе рассматривается создание распределенной информационной системы (ИС) на примере главного управления по делам защиты населения от последствий аварии на Чернобыльской АЭС г. Киева. Основной задачей такой системы является распределенная обработка данных о пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС.

Одним из определяющих факторов при разработке ИС являлась имеющаяся в наличии техническая база, которая представлена набором клиентских машин, связанных локальной сетью, и центральным сервером, на котором установлена СУБД Oracle.

Ключевым требованием при разработке являлась минимизация участия клиентских компьютеров в вычислительном процессе, поэтому логичным стал выбор схемы «тонкого клиента» для построения ИС. При таком построении все вычисления производятся на сервере, а клиентам предоставляются лишь результаты [1].

Для реализации бизнес логики и пользовательских интерфейсов было принято решение про использование программного продукта Oracle Application Express, так как он разработан специально для работы с СУБД Oracle и представляет инструмент для быстрого создания Web-приложений, предоставляющих удаленный доступ (через локальную сеть либо Интернет) к базе данных [2]. Структурная схема работы системы показана на рис. 1.

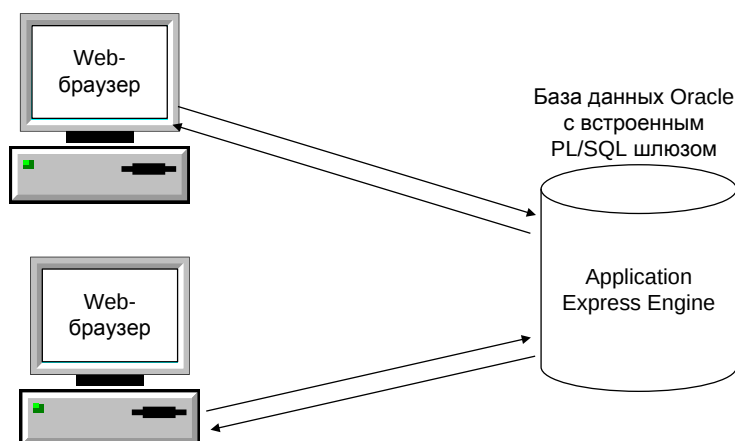


Рис. 1 Структурная схема системы с использованием Application Express

Организованная по такому принципу ИС успешно используется в главном управлении по делам защиты населения от последствий аварии на Чернобыльской АЭС г. Киева. Благодаря своей универсальности такой подход позволяет решать довольно широкий спектр задач, не закрепляясь за определенной платформой либо определенным инструментом доступа и манипуляции данными. Сам доступ к данным возможен как по локальной сети, так и посредством сети Интернет, что дает возможность в будущем организовать обмен данными между несколькими управлениями и дочерними инфраструктурами.

Литература

1. Коннолли Т., Бегг К., Страчан А. Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. 2-е изд. М.: Вильямс, 2000. –1120 с.
2. <http://www.apex.oracle.com>

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ОБОСНОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К ИНФОРМАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ

Гахов С.А.

Национальная академия обороны Украины

e-mail: gakhov@ukr.net

System modelling as a method of a grounding requirement of information systems

To ground the requirements of information systems it is offered to use a method of the formalized specifications which allows to express, prove and verify their system properties.

Быстрый рост уровня информационных технологий, смена и обновление базовых компонентов систем определяет возможность построения информационных систем любой сложности. С другой стороны, практически невозможно сформулировать требования ко всей информационной системе в рамках единого технического задания. Технические задания на отдельные подсистемы должны опираться на единые требования с целью последующей их системной интеграции. В тоже время существует острая необходимость в сокращении цикла разработки и внедрения в эксплуатацию систем.

Передовые технологии проектирования сложных систем перешли к реализации "спиралевидной" модели, которая учитывает требования жизненного цикла информационной системы на длительном отрезке времени и делает проектирование не детерминированным, а гибким эволюционным процессом, который состоит из необходимого числа более мелких этапов проектирования по "каскадной" модели [1].

Требования являются основой для любого проекта и используются на всех этапах системного проектирования, что определяет необходимость исследования и разработки общих методов и подходов к обоснованию требований.

Вводится понятие общего процесса разработки требований (рис.), который рассматривается для области проблем и области решений отдельно [2].

Процесс разработки систем на абстрактном уровне состоит из иерархий процессов разработки требований и иерархий процессов создания и исследование моделей.



Рис. Процесс разработки системы

Основной целью системного моделирования, как составляющей части общего процесса проектирования, являются понимание сути входных требований вместе с предложенным алгоритмом их проверки (тестирования), а также проведение последующих экспериментов с альтернативными вариантами реализации этих требований с дальнейшей разработкой производных требований.

Сегодня информационные системы являются критическими, что определяет основание системного моделирования на формальных методах.

Предлагается использовать метод формализованных спецификаций [3], в котором проектирование информационной системы представляется в виде последовательности этапов, на каждом из которых проект системы представлен с помощью математических моделей, описывающих различные ее части. Функциональные модели определяют функции, которые вычисляет проектируемая система, динамические модели определяют процессы функционирования системы, а структурные модели представляют систему в виде композиции компонент.

При построении моделей применяются алгебраический подход и методы теории конечных автоматов, что дает инструментарий для перехода от одних моделей к другим и, соответственно, для перехода требований более высокого уровня к требованиям более низкого уровня (покрытие требований – требования на верхнем уровне выступают как условия или ограничения для нижнего уровня).

Неотъемлемой частью системного проектирования является моделирование и обоснование требований к системе управления информационной системы, задачами которой являются обеспечение требуемого качества системы и эффективности ее функционирования.

Детерминистский подход к системному моделированию и обоснованию требований к информационным системам позволяет выразить их свойства строгим языком формализованной спецификации, доказать и верифицировать требуемые системные свойства.

Литература

1. *Морозов А.О., Кузьменко Г.Є., Яровий А.Д.* Основні проблеми інформатизації Збройних Сил України на сучасному етапі // Наука і оборона. – 2004. – №3 – С. 16-22.
2. *Халл Э., Джексон К., Дик Дж.* Разработка и управление требованиями: Практическое руководство пользователя (Второе издание) [Электронный ресурс] / Telelogic.– 2005. – 229 с.
3. *Капитонова Ю.В., Летичевский А.А.* Математическая теория проектирования вычислительных систем. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 296 с.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКОВ ЗЕМНЫХ СТАНЦИЙ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ

Яшук А.С., рук. Шелковников Б.Н. к.т.н.

Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»

e-mail: yaas@bigmir.net, bshelk@gmail.com

Computer modeling of terrestrial stations transceivers of satellite communication systems. some aspects

The chosen block diagram mathematical model of the terrestrial station transceiver of the satellite communication system is created; realization of this model in the software for computer modeling is shown.

Спутниковая связь — вид радиосвязи с очень большой зоной покрытия. В настоящее время ГП «Укркосмос» начало работу по созданию национального телекоммуникационного спутника. Данная работа посвящена моделированию приемопередающего тракта земных станций спутниковых систем связи (ЗС ССС).

Структурная схема приемопередающего тракта представлена на рис. 1. Она выбрана исходя из следующих соображений: реализуемость фильтров с крутыми скатами характеристики затухания и узкой полосой пропускания ограничена в мм диапазоне, поэтому используется структурная схема с предварительным преобразованием частоты — так называемая схема супергетеродинного типа. Чтобы не усложнять и не делать приемопередатчик дороже, в передатчике выбрано одно такое преобразование, а в приемнике — два.

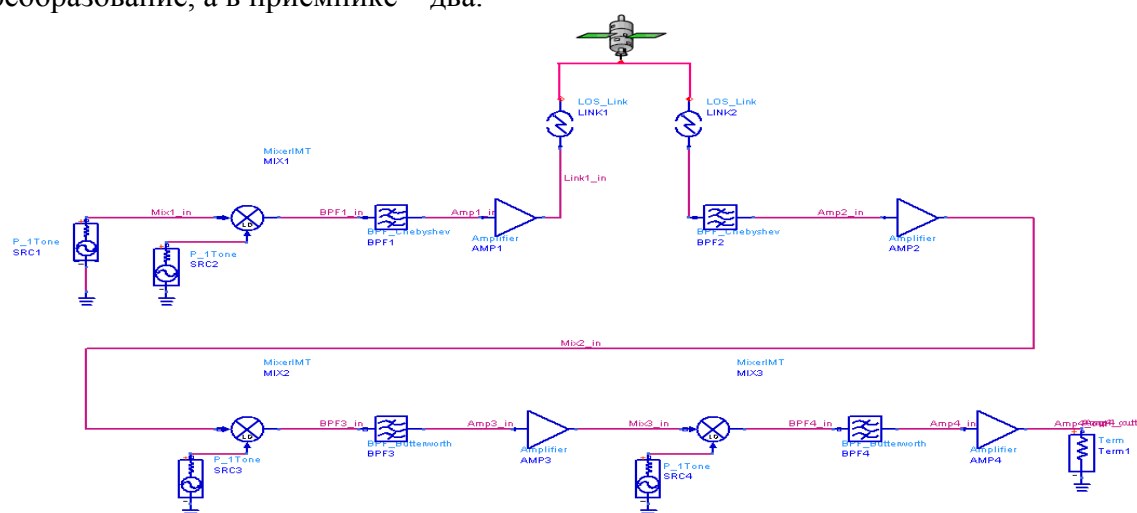


Рис. 1. Выбранная структурная схема приемопередающего тракта ССС

Постановка задачи: составить математическую модель приемопередатчика ЗС ССС на втором уровне (уровне устройств) классификации, предложенной в [1];

решение этой задачи с помощью компьютерного моделирования данной структурной схемы.

Было составлено аналитическое выражение для задачи 3:

$$3 = (\{f_{iex}(Str, K_{\mathcal{Z}}, t, \omega...)\}, \{f_{ibix}(Str, K_{\mathcal{Z}}, t, \omega...)\}, KP \rightarrow \min), \quad (1)$$

где $\{f_{iex}\}$ – множество входных качественных показателей (КП), зависящих

от структуры схемы Str , КП элементов $K_{\mathcal{Z}}$, времени t , частоты ω и др.; $\{f_{ibix}\}$ – множество выходных КП; KP – критерий решения задачи – минимальная разница между выходным и входным сигналом. Выражение (1) однозначно определяет задачу и является ее математической моделью. На основе этого строятся САПР.

При компьютерном моделировании рассматривался ряд подзадач: интермодуляционные искажения и помехи 3-го порядка, усиление и нелинейные искажения тракта приема, фазочастотная характеристика шума на выходе, спектральная мощность сигнала на входе и выходе тракта (рис. 2). Кроме этих подзадач могут быть рассмотрены следующие: воздействие двух источников, воздействие промодулированного сигнала, исследование S-параметров элементов и т.д.

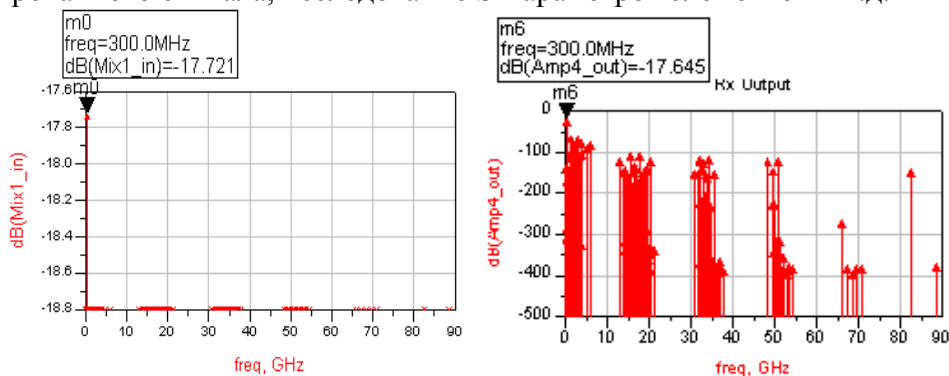


Рис. 2. Спектральная мощность сигнала на входе (слева) и выходе (справа)

Составлена математическая модель приемопередающего тракта предложенной структурной схемы. В ходе работы выдвинут критерий оптимизации схемы и приведено его аналитическое выражение. Результаты помогут выбрать принципиальную схему и элементную базу устройств, входящих в состав схемы (рис. 1). Компьютерное моделирование производилось в режиме гармонического баланса на программном обеспечении Advanced Design System фирмы Agilent Technologies [2]. Результаты работы получены в рамках бюджетной научно-технической темы «Математическое и программное обеспечение проектирования приемопередатчиков земных станций спутниковой связи в миллиметровых диапазонах».

Литература

1. Ящук А.С., Шелковников Б.Н. Моделирование телекоммуникационных беспроводных систем. – В кн.: Материалы 9-й Международной научно-практической конференции СИЭТ'2008. – Одесса: ОНТУ, 19-23 мая 2008 г.
2. <http://www.home.agilent.com/agilent/home.jsp?cc=US&lc=eng&cmpid=4533>.

РАСЧЕТ ОБЪЕМА ОБОРУДОВАНИЯ В УЗЛАХ СЕТИ NGN

Евлаш Д.В., Агеев Д.В., доц.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

каф. Телекоммуникационных систем

e-mail: evlashdv@mail.ru

Calculation of the equipment volume in the NGN network node

One of the major problems of modern communication branch is designing and introduction of a multiservice transmission network. One of design stages is calculation of necessary equipment volume in the NGN network node.

Одна из важнейших задач современной отрасли связи - проектирование и внедрение мультисервисной сети связи. Одним из этапов проектирования является расчет необходимого объема оборудования в узлах пакетной сети NGN. Для этого необходимо определить нагрузку создаваемую источниками и выбрать пропускные способности каналов связи пакетной сети.

В работе [1] был предложен метод выбора пропускных способностей каналов связи путем перемножения суммарной нагрузки, создаваемой абонентами сети ТФОП, на скорость передачи используемого кодека. К полученному результату брался 25% запас пропускной способности. Данный метод справедлив при коммутации каналов и при переходе в пакетную сеть не учитывает особенности пакетной передачи и стохастические свойства трафика. Предлагается решение данной задачи на основе математической модели самоподобных потоков.

При определении суммарной нагрузки поступающей в узел пакетной сети необходимо пользоваться правилам агрегирования потоков [2].

Выбираем пропускные способности каналов связи, при которых обеспечивается передача заданных информационных потоков с минимальной среднесетевой задержкой T_{cp} . Затраты на организацию каналов связи не должны превышать заданной величины W_{max} . При этом исходными данными являются $D(k) = \{\bar{d}_{ij}(k)\}$ - параметры информационных потоков k -го класса; $w_i^k = w^k(\lambda)$ - стоимость организации узла связи; $w_{km} = w(l_{km}, c_{km}, x_{km})$ - затраты на организацию канала связи между узлами a_k и a_m заданной пропускной способности.

С учетом данных параметров математическая модель определения пропускных способностей каналов связи будет иметь следующий вид [3]:

$$\min(T_{cp}(D(k), B)), k = \overline{1..K};$$

$$\sum_i w_i^K + \sum_k \sum_m w(l_{km}, c_{km}, x_{km}) \cdot b_{km} \leq W_{\max};$$

$$1 - \prod_{(r,s) \in M_{ij}} (1 - P_{rs}) \leq P_{\text{п. max}}, \quad \forall i, j, \quad a_i, a_j \in A;$$

$$f_{km} \leq c_{km}, \quad \forall a_k, a_m \in A, b_{km} \neq 0.$$

Вероятности потери пакета для нашего случая можно записать

$$P_{rs} = \exp \left(- \frac{\left(\frac{c_{rs}}{\bar{n}_{rs}} - \lambda_{rs} \right)^{2H_{rs}}}{2k(H_{rs})^2 a \lambda_{rs}} x_{rs}^{2-2H_{rs}} \right),$$

где λ_{rs} - средней интенсивности поступления запросов; a - коэффициент разногласий; $k(H) = H^H (1-H)^{1-H}$.

Для определения среднего время задержки сообщения в сети

$$T_{\text{cp}} = \frac{1}{\Lambda_{\Sigma}} \sum_{r=1}^N \sum_{s=1}^N \left[\frac{\lambda_{rs}^f \bar{n}_{rs}^f}{c_{rs}} \left(1 + \frac{\lambda_{rs}^f \cdot (\bar{n}_{rs}^f)^{1/2(1-H_{rs}^f)}}{c_{rs}} \frac{(\lambda_{rs}^f \cdot c_{rs})^{2H_{rs}^f-1}}{(c_{rs} - \lambda_{rs}^f \cdot \bar{n}_{rs}^f)^{H_{rs}^f/(1-H_{rs}^f)}} \right) \right],$$

где c_{ij} - пропускная способность канала связи, бит/с.

На основании полученных результатов производится выбор моделей и объема оборудования узлов связи, необходимого для обеспечения стабильной работы сети.

Литература

1. Семенов Ю. В. Проектирование сетей связи следующего поколения // ОАО «ГИПРОСВЯЗЬ» 2005.
2. Агеев Д. В., Чернятьев А. В., Самир Махмуд. Выбор пропускных способностей каналов связи при самоподобной характере передаваемых потоков // Радиотехника: Всеукр. межвед. научн.-техн. сб. 2007. Вып. 148. С.87-95.
3. Агеев Д. В., Евлаш Д. В., Самир Махмуд. Параметрический синтез телекоммуникационных систем при самоподобном входящем потоке // Радиотехника: Всеукр. межвед. научн.-техн. сб. 2008. Вып. 149.

ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММ МОНИТОРИНГА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПОЧТОВЫХ СЕРВЕРОВ

Дорошенко Я.В.

*Харьковский Национальный Университет Радиоэлектроники, каф. ТКС
e-mail: ya_doroshenko@mail.ru*

Estimation of characteristics of the programs of monitoring of capacity of postal servers

The program PingPlotter pro, used for monitoring of postal servers, is considered in work. The method of estimation, offered in work, is illustrated on the example of analysis of this program.

Цель данной работы – разработка методики оценки программного обеспечения, используемого для мониторинга почтовых серверов. На сегодняшний день известно большое количество программных продуктов, которые позволяют отображать состояние транзитных узлов в реальном времени.

Методика оценки, предлагаемая в работе, иллюстрируется на примере анализа программы PingPlotter Pro, использующей протокол ICMP. Оценке подлежат следующие параметры: достоверность данных, загрузка системы, глубина анализа.

Анализируемая программа характеризуется наличием центрального хранилища данных, блок сбора статистики со встроенными агентами качества (SmartAgent), клиенты сбора статистики (SmartPinger) и web-интерфейс.

С точки зрения разрабатываемой методики PingPlotter Pro обладает следующим рядом преимуществ: графическое отображение состояния интересующего узла, предоставление данных в процентном соотношении потери пакетов. Указывает джиттер, DNS name, IP адреса узлов, возможность мониторинга за несколькими серверами одновременно,

также ведет учет изменения маршрута, фиксирует дату и время, отображает их в отдельном окне.

На рисунке 1 показан интерфейс программы PingPlotter Pro.

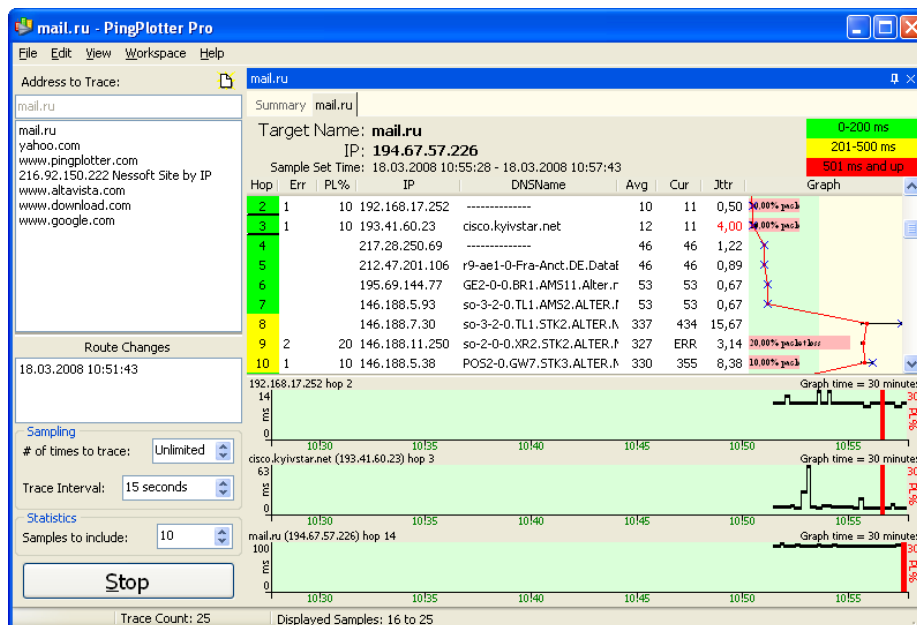


Рисунок 1. Интерфейс программы PingPlotter Pro

ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ

Згурский Б.Д., рук. Глоба Л.С., д.т.н., проф., Терновой М.Ю., к.т.н.

Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»

e-mail: bodman@mail.ru

Approach to Construction the Expert Systems for Decision Support Tasks in the Information-Telecommunication Networks

This paper is devoted to the automated construction of expert systems for any subject domain. It is offered the special software, so called, expert software shell, which allows the automated development of the expert systems for solving different tasks in the information-telecommunication networks.

В последнее время, искусственный интеллект прекрасно окупает вложенные в него средства, в основном в виде так называемых экспертных систем (ЭС) и баз знаний (БЗ), способных принимать и аргументировать логические решения. В мире насчитывается несколько тысяч промышленных экспертных систем, которые осуществляют поддержку принятия решений [1, 2]:

- при управлении сложными диспетчерскими пультами;
- при постановке медицинских диагнозов;
- при поиске неисправностей в электронных приборах, диагностика отказов контрольно-измерительного оборудования;
- по проектированию интегральных схем;
- по управлению перевозками;
- по прогнозу военных действий;
- по формированию портфеля инвестиций, оценке финансовых рисков, налогообложению и т. д.

Экспертные системы также начинают активно использоваться в информационно-телекоммуникационных сетях. При этом наиболее трудоемкой задачей является построение ЭС и наполнение ее БЗ. Таким образом, актуальной становится задача автоматизации разработки ЭС, позволяющая решать очерченные задачи.

Для автоматизации разработки экспертных систем произвольной предметной области в работе была предложена, так называемая, экспертная оболочка (ЭО). В общем виде структура и процесс функционирования ЭО представлены на рис. 1.

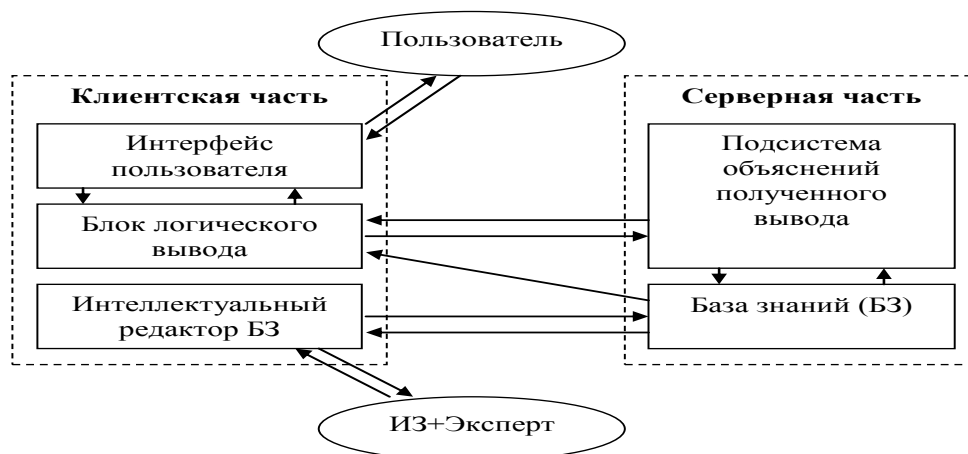


Рис. 1 Функциональная структура экспертной оболочки

Основной особенностью представленной ЭО является ее способность автоматизировать процесс построения экспертных систем для произвольной предметной области, а также решать различные задачи из раздела символьной логики. Для реализации базы знаний ЭО была выбрана СУБД MS SQL SERVER, а для реализации интерфейса пользователя - платформа VISUAL STUDIO .NET. Такой подход к построению ЭО позволяет применять ее для создания и использования экспертных систем в информационно-телекоммуникационных сетях.

Литература

1. Попов Э.В. Экспертные системы: Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ. - М.: Наука, 1987. - 288 с.
2. Частиков А. П., Гаврилова Т. А., Белов Д. Л. Разработка экспертных систем. Среда CLIPS.- СПб.: БХВ- Петербург, 2003.- 608с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕБ-СЕРВИСОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЯХ

Рыбина Е.В., рук. Терновой М.Ю., к.т.н.

Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»

e-mail: maximter@mail.ru

Using of Web-Services for Client-Server Computing in Corporate Networks

The building of the application based on Web-services for the chairs of NTUU "KPI" performance evaluation is described in this paper

На сегодняшний день все большее распространение получают прикладные программы, построенные на основе веб-сервисов. Для обработки информации такие программы обращаются к программе, работающей на другом сервере (т.е. к веб-сервису), и используют ответ, полученный от нее [1]. Другими словами вся обработка информации происходит удаленно.

В общем случае веб-сервисы представляют собой программные системы, идентифицируемые строкой URI, чьи общедоступные интерфейсы определены на языке XML. Описание этой программной системы может быть найдено другими программными системами, которые могут взаимодействовать с ней согласно этому описанию посредством сообщений, основанных на XML, и передаваемых с помощью интернет-протоколов [2, 3].

В данной работе рассматривается создание программного обеспечения на основе технологии веб-сервисов для реализации удаленной обработки информации в корпоративной сети на примере задачи оценки работы кафедры в НТУУ "КПИ".

Деятельность кафедры оценивается с учетом различных показателей, на основе которых высчитываются такие коэффициенты как индекс качества обучения, индекс успешности обучения, индекс вовлечения студентов в научную работу и т.д.

Разработанное программное обеспечение имеет клиент-серверную архитектуру. На сервере находится веб-сервис, который реализует обработку информации на запросы клиентских программ, находящихся на других компьютерах в сети, и исходя из переданной от них информации. Схема использования веб-сервисов для реализации клиент-серверных вычислений в корпоративных сетях показана на рис. 1.

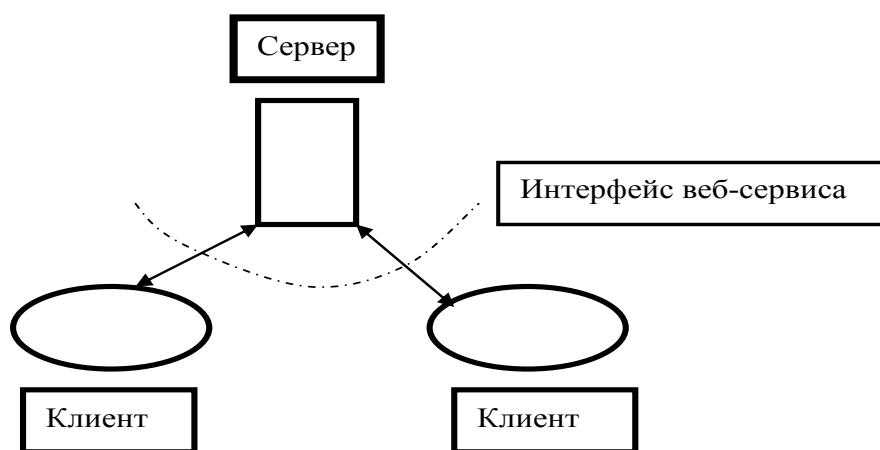


Рис 1. Использование веб-сервисов для реализации клиент-серверных вычислений

Для реализации описанных выше веб-сервиса и клиентских программ использовался язык программирования C#, что позволило добиться мультиплатформенности данной реализации для операционных систем Windows.

Основное преимущество использования описанного подхода к созданию программного обеспечения для оценки деятельности кафедры заключается в том, что работа клиентских программ не зависит от реализации функциональности веб-сервиса, а зависит только от его интерфейса, т.е. от входных и выходных параметров. Это позволит при необходимости изменять алгоритмы оценивания путем изменения только веб-сервиса без необходимости изменения клиентских программ.

Литература

1. Cooney. P. Understanding Web Services. [<http://www.alistapart.com/articles/webservices>].
2. Ньюкоммер Э.. Веб-сервисы: XML, WSDL, SOAP и UDDI. - СПб.: Питер, 2003.- 256 стр.
3. <http://ru.wikipedia.org/>.

ПОДХОД К ТЕЛЕФОНИЗАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ НА ОСНОВЕ IP ТЕЛЕФОНИИ

Пономаренко Д.В., рук. Терновой М.Ю., к.т.н.

Институт Телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»

e-mail: maximter@mail.ru

Telephone Network Building Approach Based on IP Telephony

The approach to building telephone network with the using of VoIP technology is proposed in the paper. This approach was used by the example of building telephone network at the information-telecommunication chair NTUU "KPI".

На сегодняшний день широкое распространение получила технология пакетной передачи голоса по IP сетям (VoIP). Данная технология позволяет осуществить телефонизацию рабочих мест с возможностью осуществления звонков, как на внутренние номера, так и на внешнюю городскую линию [1], и при этом получить материальный выигрыш по сравнению с использованием традиционного подхода к телефонизации офиса.

Так при традиционном походе необходимо покупать мини АТС, прокладывать дополнительно телефонные кабели, покупать телефонные аппараты. В тоже время, преимущество IP телефонии заключается в том, что нет необходимости в покупке большого количества дополнительного оборудования. Вся телефонная сеть строится на основе существующей компьютерной сети и аппаратной базы компании. Мини АТС заменяется программным обеспечением, устанавливаемым на сервер, а роль телефонных аппаратов выполняют программные телефоны (SoftPhone), устанавливаемые на компьютер каждого сотрудника. Это позволяет сократить затраты на телефонизацию. Поэтому для многих организаций, у которых есть в наличии требуемое аппаратное обеспечения и компьютерная сеть задача внедрения VoIP является более приемлемой.

В работе рассматривается задача телефонизации рабочих мест кафедры информационно-телекоммуникационных сетей НТУУ «КПИ» с помощью IP телефонии. Схема организации сети приведена на рис.1.

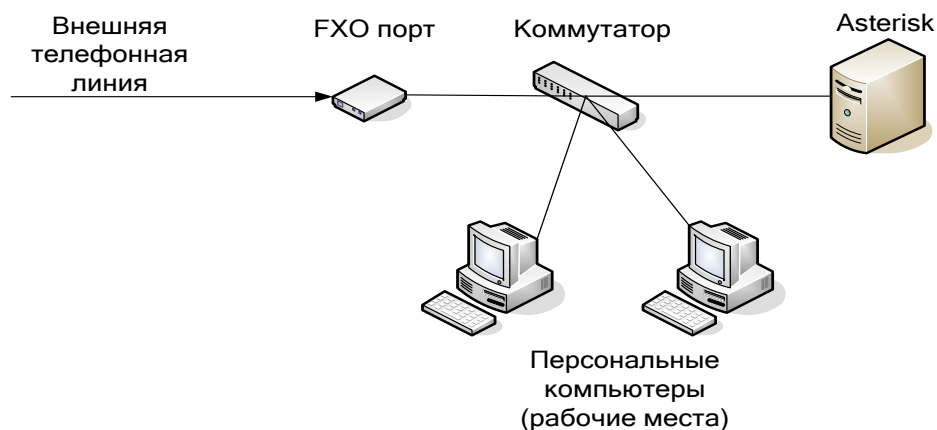


Рис.1 Сеть IP телефонии

В качестве IP АТС было выбрано программное обеспечение с открытым исходным кодом Asterisk, разработанное компанией Digium. Данное приложение работает на операционных системах GNU/Linux, FreeBSD и Solaris и предназначено для создания решений IP телефонии [2].

Для осуществления звонков с рабочих станций применяется бесплатное программное обеспечение X-Lite и компьютерная аудио гарнитура (наушники + микрофон).

Подключение IP АТС к внешней телефонной линии производится путем установки дополнительного оборудования - FXO (foreign exchange office) порта,

при использовании которого появляется возможность принимать и отправлять звонки в телефонную сеть общего пользования. Таким образом, при использовании выше перечисленных программных продуктов и аппаратных средств была получена полнофункциональная офисная телефонная сеть.

Литература

1. Д. Дэвидсон, Д. Питерс, М.Бхатия «Основы передачи голосовых данных по IP сетям. Второе издание». Москва - Санкт-Петербург – Киев, 2007. –396 с.
2. Jim Van Meggelen, Jared Smith, Leif Madsen «Asterisk. The Future of Telephony» O'REILLY – 2005. – 358 с.

ХАРАКТЕРИСТИКА СЕТЕЙ NGN

Мольченко С.В.

научный руководитель - д.т.н., проф. **Сундучков К.С.**

Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»

e-mail: serg_molya@ukr.net

Characteristic of NGN

Characteristics and attributes of Next Generation Network (NGN) were reviewed. Perspectives of development of these networks were reviewed. Architecture and services of NGN were reviewed were described.

Сети NGN означают эволюцию существующих телекоммуникационных сетей отражающуюся в слиянии сетей и технологий. Благодаря этому обеспечивается широкий набор телекоммуникационных услуг с возможностью их добавления и редактирования, начиная с классических услуг телефонии и заканчивая различными услугами передачи данных или их комбинацией.

Очень важным свойством таких сетей является их управляемость, то есть для изменения набора услуг достаточно сделать несколько щелчков мышью в клиентском web-интерфейсе.

Создание сетей нового поколения позволяет полностью решить проблему высокой стоимости обслуживания, вызванную использованием устаревших технологий, устранить сложности, связанные с развитием услуг и оптимизацией сети, улучшить качество обслуживания клиентов и обеспечить предоставление новых услуг.

Главным концептуальным отличием NGN от существующих сетей является смещение акцентов с передачи некоторого количества бит на предоставление пользователям услуг и обеспечение работы необходимых им приложений.

Многие решения в рамках NGN уже находят техническое воплощение в создании операторами связи мультисервисных сетей (МС), которые предоставляют широкий набор как традиционных, так и новых услуг — интеллектуальной сети, инфокоммуникационных, мультимедиа.

В концепцию сетей NGN гармонично вписывается архитектура IMS. Главным преимуществом такой архитектуры есть ее инвариантность к типу сетей доступа.

IMS не только даст возможность пользователю работать с услугами, используя самый широкий спектр клиентских устройств, но и позволит оператору в интересах клиента формировать новые сервисы, используя существующие.

Транспортная архитектура телекоммуникационных сетей включает три уровня. Первый – магистральные сети, второй – опорные и городские сети, и третий – сети доступа. На уровне магистралей в NGN иногда используется технология АТМ, но практически все новые магистральные сети NGN строятся

на основе структур IP/MPLS, которые могут накладываться поверх существующих сетей с коммутацией каналов или создаваться заново. На уровне опорных и городских сетей традиционные АТС (междугородные, городские и районные) постепенно замещаются медиашлюзами, управляемыми программными коммутаторами (SoftSwitch). Медиашлюзы, установленные на границе NGN и традиционной ТфОП, стыкуют VoIP среду и линии TDM или аналоговые телефонные линии.

Протокол инициации сеансов связи (Session Initiation Protocol, сокращенно – SIP), вероятно, станет коммуникационным стандартом для контакт-центров нового поколения.

Ключевое преимущество протокола SIP заключается в том, что он обеспечивает конвергенцию коммуникаций, то есть позволяет объединить различные каналы связи в единую мощную сеть. В условиях современной экономики, когда при осуществлении любых стратегических инициатив в области ИТ во главу ставится их окупаемость, влияние конвергенции на создание, внедрение и успех стратегий распределенных контакт-центров становится одним из важнейших факторов.

На сетевом уровне конвергенция позволяет таким приложениям, как телефония, преодолевать географические границы и беспрепятственно соединять пользователей.

Преимущество широкополосной IP-сети, служащей для доставки мультимедийного информационного содержания, заключается, в первую очередь, в ее разветвленности и интерактивности, благодаря чему набор услуг, которые могут быть предоставлены покупателю, существенно богаче.

Благодаря высоким скоростям передачи, широкополосные IP-сети становятся эффективным механизмом доставки интерактивных услуг, поскольку обеспечивают двустороннюю связь пользователя с центрами услуг.

Существует проблема наличия стандартного и эффективного протокола при создании мультисервисной сети на основе Softswitch, в первую очередь она касается взаимодействия между собой этих устройств. Softswitch должен уметь работать с протоколами сигнализации, имеющими разную архитектуру, и взаимодействовать с транспортными шлюзами, основанными на разных технологиях.

Сейчас, например, устройства Softswitch взаимодействуют между собой по протоколу SIP, а для взаимодействия с подчиненными им коммутационными устройствами используются протоколы MGCP/ MEGACO/H.248.

На данный момент эта проблема является предметом исследований в области построения мультисервисных сетей будущего.

Литература

1. <http://www.connect.ru/>.
2. <http://www.comnews.ru/index.cfm?id=29440>.
3. А.Б.Гольдштейн Устройства управления мультисервисными сетями: Softswitch.

Цема В.Ф.*ИТС НТУУ «КПИ»**e-mail: vitacema@mail.ru***Features of the 3G and 4G Technology of Cellular Communications**

Short history of the cellular communications development during 30 years. The approaching 4G systems are projected to solve still-remaining problems of 3G. Characteristics of the WCDMA parameters.

Бурное развитие мобильности и Интернета привело к тому, что сегодня новейшие коммуникационные сервисы, предлагаемые операторами сотовой связи, касаются именно Интернета, возможностей передачи более высококачественного звука, а в недалеком будущем и видео. Путь от первого поколения связи к четвертому длился около 30 лет (Рис. 1).

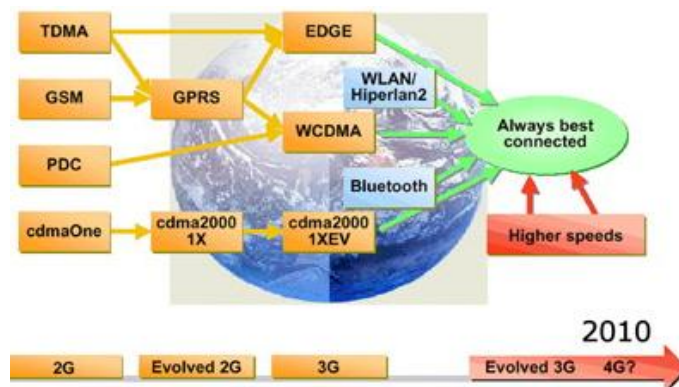


Рисунок 1. Эволюция стандартов сотовой связи

К наиболее важным системам 3G относятся: UMTS (Universal Mobile Telecommunications Service), CDMA2000 и WCDMA (Wideband CDMA).

Основные параметры WCDMA, как радиointерфейса наземного радиодоступа UMTS. В WCDMA определены два режима работы, которые различаются типом дуплексной передачи данных. Парные диапазоны используются в режиме FDD, а непарные – в режиме TDD. Спектральная ширина канала интерфейса WCDMA 5 МГц, чиповая скорость 3,84 Мчип/с, длина кадра 10 мс, временная структура кадра – 15 слотов в кадре. Способы изменения скорости для режима FDD: мультикодировый, многосотовый и OVFSF (ортогональные коды, с переменным коэффициентом расширения), а для режима TDD: мультикодировый и OVFSF. Способ расширения для обоих режимов в нисходящем направлении – OVFSF-последовательности для разделения каналов, укороченные последовательности Голда ($2^{18}-1$) для разделения сот и пользователей. В восходящем направлении – OVFSF-последовательности,

укороченные последовательности Голда ($2^{25}-1$) для разделения пользователей. Коэффициент расширения для FDD – 4-512, а для TDD – 1-16. Канальное кодирование – сверточное кодирование ($R=1/2, 1/3, K=9$); турбо кодирование ($R=1/3$); кодирование, обусловленное услугой. Перемежение межкадровое (10, 20, 40 и 80 мс). Модуляция QPSK. Детектирование когерентное, в FDD на основании пилотных символов, а в TDD на основании обучающей последовательности в средней части пакета. В TDD применяются пакеты с речевыми данными, пакеты синхронизации и пакеты произвольного доступа. Регулировка мощности выделенного канала: быстрая закрытая петля (скорость 1500 Гц) – для FDD; «вверх»: открытая петля (100 или 200 Гц) и «вниз»: закрытая петля (≤ 800 Гц) – для TDD. Мягкий хэндовер на одной частоте для FDD и жесткий для TDD, а хэндовер со сменой частоты – жесткий для обоих режимов. Динамическое выделение каналов в FDD не требуется, а в TDD возможно медленное и быстрое DCA. Подавление помех внутри соты осуществляется совместным детектированием в FDD и усовершенствованием приемников на базовых станциях в TDD.

Модифицированной системой является система 3.5G (HSDPA), которая предполагает увеличение средней скорости обмена данными от 384 кбит/с до 3 Мбит/с, и максимальной скорости – от 2 Мбит/с до 14 Мбит/с.

Эволюционным развитием 3G является следующая система 4G. Инфраструктура стандарта 4G будет базироваться на IP-протоколе (Internet Protocol), что позволит обеспечивать простой и очень быстрый доступ к Интернету. Кроме того стандарт 4G будет единым стандартом (рис. 2), вместо существующих GSM, CDMA, UMTS, WCDMA и так далее.

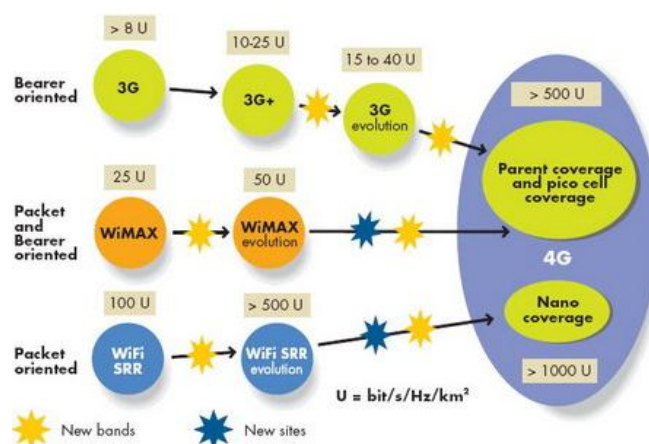


Рисунок 2. Объединение всех существующих стандартов в 4G

Литература

1. Веселовский Кишиитоф Системы подвижной радиосвязи / Пер. с польск. И.Д. Рудинского; под. ред. А.И. Ледовского. – М.: Горячая линия–Телеком, 2006. – 536 с.
2. The Evolution of UMTS. 3GPP Release 5 and Beyond. - 2 June 2004.
3. <http://www.bechteltelecoms.com>
4. <http://www.4gser.com>
5. <http://www.ieeeexplore.ieee.org>

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГНОЗОВАНОЇ І ВІДНОСНОЇ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ В СИСТЕМІ GPS

Михайленко А.В., кер. Терновой М.Ю., к.т.н.
Інститут телекомунікаційних систем НТУУ „КПІ”
e-mail: maximter@mail.ru

Study of GPS Position Localization Predictable and Relative Precision

Nowadays different systems based on GPS are widely used in many areas. The brief overview of GPS and research of position localization predictable and relative precision in GPS are described in this paper.

На сьогоднішній день система глобального позиціонування (GPS) застосовується в найрізноманітніших областях: в цивільних та військових авіації і судноплаванні, для оснащення автомобілів, в рятувально-пошукових роботах, при будівництві надточних проектів, в туризмі та альпінізмі і т. д. Навігаційні системи, що базуються на GPS, надають інформацію про місцезнаходження, швидкість руху і час при будь-яких погодних умовах необмеженому числу абонентів на землі, в повітряному і морському просторі.

Система GPS складається із трьох основних сегментів: космічного, що складається з 24 супутників, які передають навігаційний код і охоплюють всю Землю; наземного керуючого комплексу і абонентських приймачів [1]. При цьому в якості останніх використовуються приймачі самого широкого спектру – від мініатюрних, вбудованих в годинник чи мобільний телефон, до прецизійних двочастотних фазових приймачів, що забезпечують міліметрову і наносекундну точність.

Однією із основних робочих характеристик GPS є точність визначення місцеположення, яка може становити від кількох мм до 100 метрів і більше. Вона залежить від сукупності діючих на систему помилок (затухання в іоносфері і тропосфері, перевідбивання сигналів від оточуючих об'єктів, варіації ходу годинників на супутнику і в приймачі) і взаємного геометричного положення супутників і приймача. Також на точність впливає те, що система GPS є військовою і підконтрольна МО США. Наслідком цього є те, що в загальнодоступних побутових приймачах, точність яких подекуди залишає бажати кращого,

використовується C/A-код – код грубого місцевизначення або код селективного доступу, який отриманий шляхом штучного введення похибки в точний P-код, що доступний тільки військовим або по спецдозволу [2].

В роботі проводиться вивчення прогнозованої і відносної точності визначення місцеположення за допомогою системи GPS в конкретному місці м. Києва. Під прогнозованою точністю розуміють період часу, протягом якого різниця між навігаційним рішенням і відомим контрольним значенням не перевищує заданого порогу: ≤ 100 м в горизонтальній і ≤ 156 м у вертикальній площині в 95% випадків або ≤ 300 м в горизонтальній і ≤ 500 м у вертикальній площині в 99% випадків. Відносна точність це період часу, протягом якого різниця між навігаційним рішенням двох приймачів в одній і тій самій точці і в один і той самий час не перевищує допустимого відхилення: $\leq 1,0$ м в горизонтальній і $\leq 1,5$ м у вертикальній площині в 95% випадків [2].

Вимірювання проводились тричі, зранку і ввечері при сонячній і хмарній погоді в місцях з координатами: $50^{\circ}26'34,75''N$, $30^{\circ}26'35,66''E$ – перед корпусом і $50^{\circ}26'31,71''N$, $30^{\circ}26'50,86''E$ – на стадіоні спорткомплексу. Для проведення вимірювань в якості GPS-навігатора був використаний кишеньковий персональний комп'ютер ASUS MyPal A636, що має вбудований GPS-модуль.

Проаналізувавши отримані результати було зроблено висновок, що значення прогнозованої і відносної точностей визначення місцезнаходження в м. Києві. І тому в областях, які не потребують високої точності, ми можемо використовувати звичайні побутові приймачі, що використовують C/A-код.

Література

1. Ю. А. Громаков, А. В. Северин, В. А. Шевцов «Технологии определения местоположения в GSM и UMTS»: Учеб. пособие. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 144 с.
2. К. Одуан, Б. Гино «Измерение времени. Основы GPS». М.: Техносфера, 2002. – 400 с.

**LINEARIZATION OF POWER AMPLIFIERS BY BASEBAND
DIGITAL PREDISTORTION FOR OFDM TRANSMITTERS**

Dmytro Bondar, Djuradj Budimir, Boris Shelkovnikov

Wireless Communication Research Group, University of Westminster,

National Technical University of Ukraine ("KPI")

e-mail: D.Bondar1@westminster.ac.uk

For the signals with high peak-to-average ratio (PAR), such as WiMax OFDM, power amplifiers need to operate in a compression mode. It results in a non-linear distortion of the output signal. To compensate for this distortion, linearizers are used. However, they decrease efficiency of amplifiers. This paper proposes to use a digital predistortion of baseband signals, which is characterized by a small impact on efficiency and a good linearizing performance, for the OFDM transmitters. The paper describes design of a baseband predistorter and verifies its performances by simulation of a WiMax OFDM signal. Proposed predistorter brings significant improvements in AM/AM characteristic, spectrum re-growth, adjacent channel power ratio (ACPR) and error vector magnitude (EVM).

I. Introduction

Many techniques of linearization have been recently proposed [1]-[4]. The most commonly used linearizers are produced either in RF feedback [2], RF feed-forward [4], RF analog predistortion [2] or digital predistortion (DPD) [1], [3].

In this paper, a baseband signal injection digital predistortion method is proposed. Its main advantages are small size, high efficiency and low cost due to absence of feedback loops. Moreover, described linearizer is simple for realisation and provides good linearizing performances, which has been proved by the WiMax OFDM simulation results.

II. Description of the baseband DPD

The main idea of the proposed technique is find the resulting distorted baseband signals I and Q, extract distortion components and to inject these components into original baseband signal with the same magnitude and opposite phase to compensate for the distortion generated by a PA non-linearity. In real system, tuning of the coefficients near injected distortion components must be provided in order to achieve the best linearization.

The predistorted I and Q signal for the 3rd-order polynomial model look like [1]:

$$I_{\text{DPD}} = (1 - \frac{3V^2 g_3}{4g_1} (I^2 + Q^2))I \quad (1)$$

$$Q_{\text{DPD}} = (1 - \frac{3V^2 g_3}{4g_1} (I^2 + Q^2))Q \quad (2)$$

Where I and Q – are initial baseband signals.

Therefore, predistorted input signal can be written as:

$$V_{IN}^{DPD}(t) = V(I_{DPD} \cos \omega t - Q_{DPD} \sin \omega t) \quad (3)$$

A block diagram of the proposed linearizer is shown on Fig. 1. It realises mathematical operations with I and Q signals described by (1)-(2). The improvements in linear performances achieved by using described baseband DPD linearizer (Fig. 1) for a WiMax OFDM signal are presented in the following section.

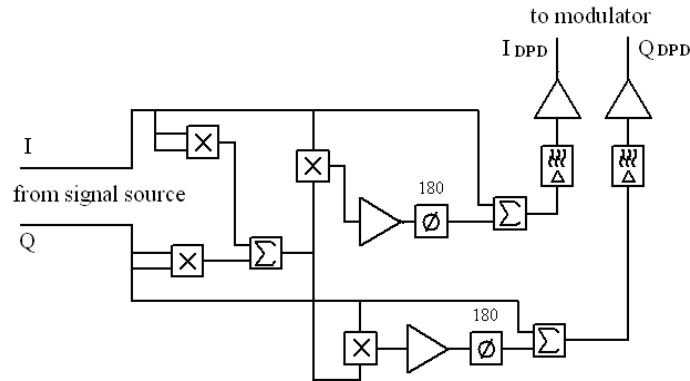


Figure 1. Block diagram of the proposed linearizer

III. WiMax OFDM simulation results

In order to demonstrate linearizing performances of the proposed baseband predistorter (Fig. 1), Advanced Design System (ADS) simulations were carried out with a 256-OFDM 64QAM WiMax signal.

Initial I and Q signals for 64-QAM modulation with $2^3=8$ possible levels are generated in the signal source. These signals are then predistorted according to (2)-(3) in the digital predistorter. Subsequently, they are passed through low-pass filters and multiplied by V in order to achieve a proper level for the modulator input.

Adjusted I and Q signals are modulated for 256-OFDM 64-QAM WiMax signal in the modulator with 3.5 GHz RF carrier frequency, 7 MHz bandwidth, and frequency spacing of 31.25 kHz. Achieved RF signal further goes to a WiMax PA, which operates in a compression mode. The PA performances were investigated for two cases: passing through WiMax signal with and without digital predistortion.

Changing input power from -40 to 25 dBm, the AM/AM characteristics were obtained (Fig. 2).

Furthermore linearizer was investigated for spectrum re-growth. Figure 3 shows output signal spectrums with and without predistortion for 0-dBm input power. 21 dBm improvement was achieved by using proposed method.

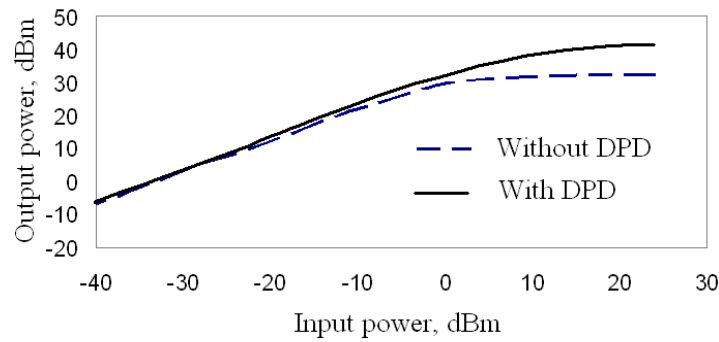


Figure 2. Transfer characteristic of the PA with and without DPD

IV. Conclusion

A baseband injection technique for linearization of power amplifiers has been presented. Performances of the digital predistortion circuit have been investigated. The 256-OFDM 64-QAM WiMax signal with 3 GHz carrier, 7 MHz bandwidth and 31.25 kHz spacing between channels was used. Spectrum re-growth, transfer function, ACPR and EVM improvements were achieved. Spectrum re-growth improvement of 21 dBm was obtained for 0-dBm power input. Proposed linearizer circuit is small-size, low cost, and easy to implement.

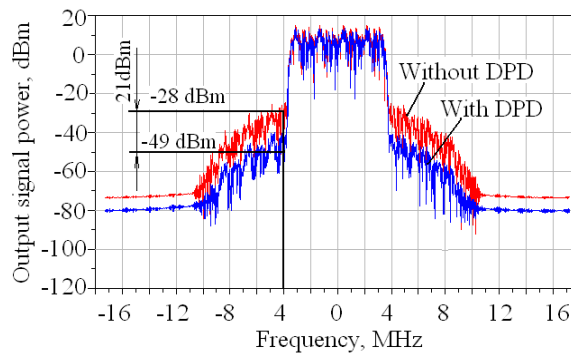


Figure 3. PA output spectrum with 256-OFDM 64-QAM WiMax signal and input power 0 dBm

V. References

1. D. Bondar, and D. Budimir, "WiMax power amplifier linearisation through injection of base-band component", 11th International Symposium on Microwave and Optical Technology (ISMOT-2007), Roma, Italy, 17 – 21 December 2007.
2. Hu Y., Mollier J. C. and Obregon J., "A new method of third order IMD reduction in nonlinear microwave systems", IEEE Trans. Microwave Theory and Tech. MTT-34, pp. 245 - 250, February 1986.
3. K. K. M. Cheng, and C. S. Leung, "A novel generalized low-frequency signal injection method for multistage amplifier linearization", IEEE Trans. Microwave Theory and Tech. Vol. 51, No. 2, pp. 553-559, February 2003.
4. Ogawa T., Iwasaki T., Maruyama H., Horiguchi K., Nakayama M., Ikeda Y., and Kurebayashi H., "High efficiency feed-forward amplifier using RF predistortion linearizer and the modified Doherty Amplifier", IEEE MIT-S Digest, pp. 537-540, 2004

УСИЛИТЕЛЬНО-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ ПЕРЕДАТЧИКА МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

Сундучков И.К., к.т.н.
ОАО НПП «Сатурн»,
E-mail: sun_i@ukr.net

Amplifying-converting transmitter unit for millimeter range

Experimental data of the amplifying-converting transmitter unit with 1,0 watt output power and its millimeter range components presented.

В работе приводятся экспериментальные данные разработки усилительно-преобразовательного модуля передатчика и его составных частей миллиметрового диапазона с выходной мощностью 1,0 Вт.

Выходной сигнал передатчика миллиметрового диапазона в диапазоне $34,9 \div 35,7$ ГГц формируется после преобразования в смесителе, на который подается информационный сигнал в диапазоне частот $1,1 \div 1,9$ ГГц и сигнал гетеродина в диапазоне частот $33,6 \div 34,4$ ГГц. Структурная схема модуля передатчика приведена на рисунке 1.

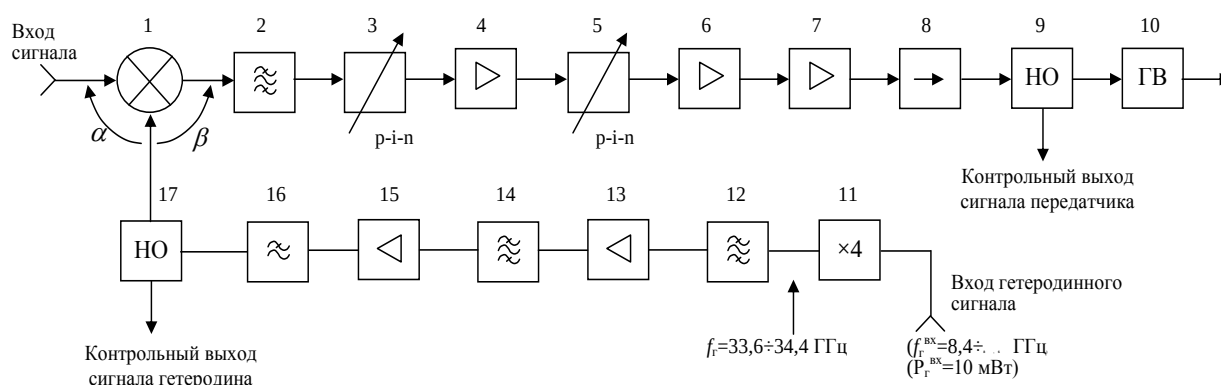


Рисунок 1. Структурная схема модуля передатчика:

1 – балансный смеситель; 2, 12, 14 – полосовые фильтры; 3, 5 – электрически-управляемые р-и-п аттенюаторы; 4, 6, 7, 13, 15 – усилители; 8 – вентиль; 9, 17 – направленные ответвители; 10 – гермоввод; 11 – умножитель на 4; 16 – фильтр нижних частот.

Балансный смеситель 1 имеет «развязки» гетеродинного сигнала на вход модуля $\alpha = -35$ дБ, а на выходной тракт $\beta = -25$ дБ. Потери преобразования в балансном смесителе составили -9 дБ при входном сигнале 6 мВт и порядка -12 дБ при входном сигнале 18 мВт. При этом мощность сигнала на выходе балансного смесителя была 0,75 мВт и 1,0 мВт, соответственно.

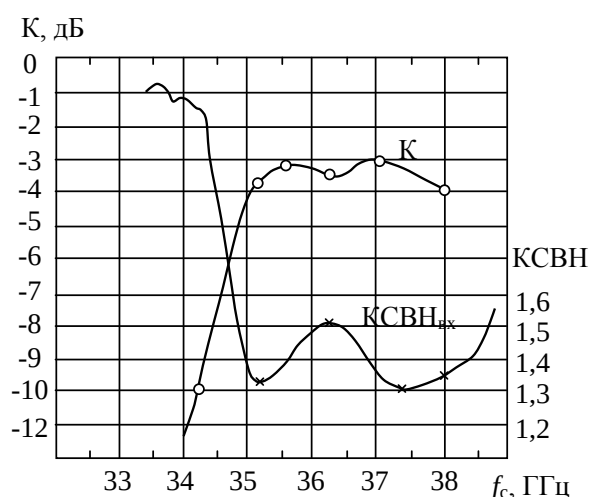


Рисунок 2. АЧХ коэффициента передачи фильтра 2 и его КСВН в диапазоне частот.

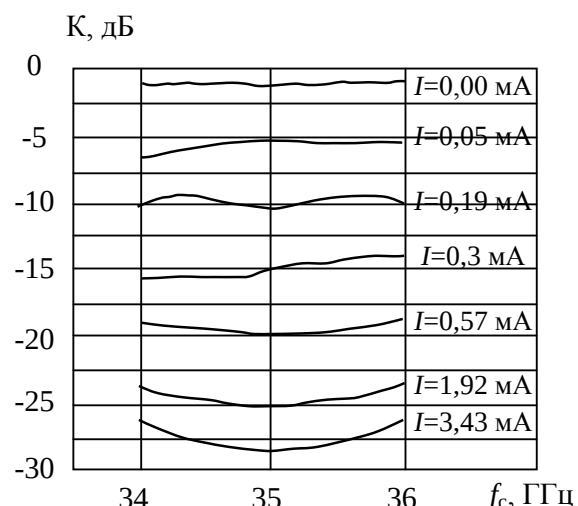


Рисунок 3. Зависимость АЧХ коэффициентов передачи p-i-n аттенюаторов 3 и 5.

Полосовой фильтр 2 дополнительно заграждал прохождение сигнала гетеродина в выходной тракт модуля на -10 дБ. Основные характеристики фильтра 2 приведены на рисунке 2. Данные для элементов трактов измерены и приведены вместе с разъемами оснастки.

Пределы изменения ослабления сигнала в диапазоне частот 34÷38 ГГц в p-i-n аттенюаторах 3 и 5 равны от -0,2 дБ при токе $I=0$ мА до -27 дБ при токе $I=3,43$ мА.

Аттенюаторы 3 и 5 были исследованы в диапазоне частот $(35,2 \pm 1)$ ГГц. АЧХ их коэффициентов передачи в диапазоне частот показаны на рисунке 3 при различных режимах. Зависимости КСВН входа и выхода p-i-n аттенюаторов от величины управляемого тока приведены в таблице 1.

Таблица 1.

I , мА	0,0	0,05	0,19	0,30	0,57	1,92	3,34
КСВН вх.	1,32	1,4	1,55	1,6	1,76	2,05	2,20
КСВН вых.	1,16	1,3	1,50	1,6	1,70	1,80	1,85

Выходная мощность порядка 1,0 Вт обеспечивается усилителем 7. Для его «раскачки» работают четыре узла: усилители 4, 6 и p-i-n аттенюаторы 3 и 5.

АЧХ коэффициента усиления и КСВН входа и выхода усилителя 4 приведены на рисунке 4. Мощность насыщения усилителя 4 при компрессии коэффициента усиления в -1 дБ равна $P_{\text{вх}}=75$ мкВт. При этом

коэффициент усиления в усилителе 4 составил 17 дБ. При входной мощности равной 45 мкВт, выходная мощность его была равна 2,8 мВт.

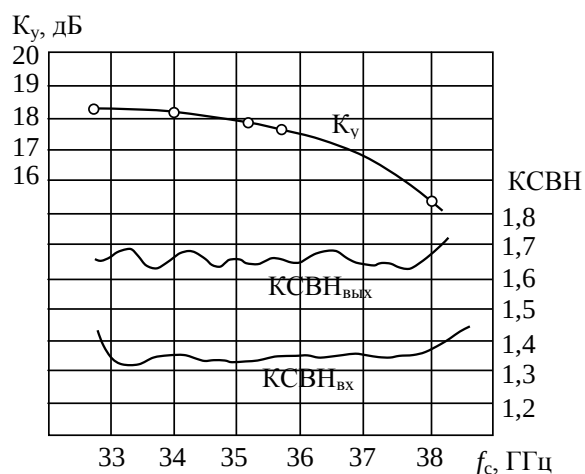


Рисунок 4. АЧХ коэффициента усилителя 4 и его КСВН в диапазоне частот.

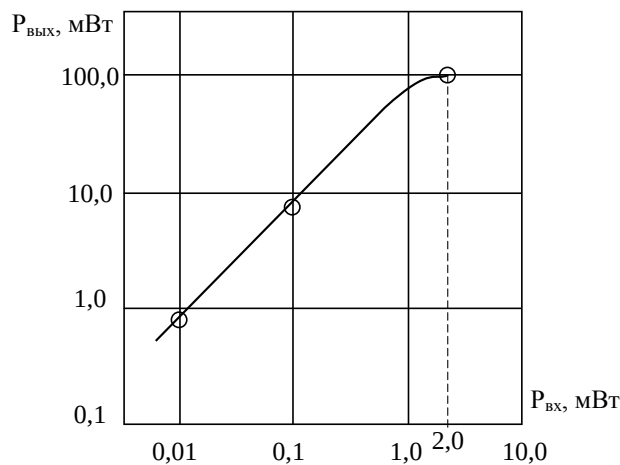


Рисунок 5. Зависимость уровня выходной мощности от входной в усилителе 6.

Уровень мощности сигнала на выходе усилителя 6 представлен на рисунке 5. Измерения проводились на частоте 35,5 ГГц. Коэффициент усиления усилителя в линейном режиме составил +18 дБ. При входной мощности 0,28 мВт уровень мощности сигнала на его выходе был равен 17,6 мВт. Усилители 4 и 6 работают в линейном режиме. При изменении температуры окружающей среды изменяется их коэффициент усиления. В усилителях 4 и 6 при температуре окружающей среды от минус 40°С до плюс 60°С выходная мощность каждого из них изменялась на 10 дБ. Постоянный уровень мощности на выходе усилителя мощности 7 обеспечивается регулируемыеми р-і-п аттенюаторами 3 и 5.

Пределы изменения коэффициента передачи в р-і-п аттенюаторах 3 и 5 оказались вполне достаточными для поддержания постоянного уровня выходного сигнала в усилителе мощности 7 порядка 1 Вт.

Что касается гетеродинной цепи модуля, то она строилась аналогично цепям гетеродина, представленным в работах [1, 2].

Литература

1. Сундучков И.К., Сундучков К.С. Многоканальный восьмимиллиметровый приемопреобразующий модуль. Вісник ДУІКТ, спец. выпуск 2007. С. 41.
2. Сундучков И.К. Двухканальное преобразовательное устройство миллиметрового диапазона. Праці УНДІРТ, №3 (47), 2006. – с.51-52.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ АДАПТИВНЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК ПРИ СКАЧКООБРАЗНОМ ИЗМЕНЕНИИ ЧАСТОТЫ СИГНАЛА В ТРАНКИНГОВОЙ СИСТЕМЕ СВЯЗИ TETRA

Гаркуша С.В.

Полтавский университет потребительской кооперации Украины

e-mail: sv.garkusha@rambler.ru

The analysis of efficiency of algorithms of adaptive antenna lattices at spasmodic change of frequency of a signal in tranking to a communication system TETRA

The analysis of use of spatially time processing of a signal in tranking to communication system TETRA is lead at use of pseudo-casual reorganization of working frequency. In figure 1 dependence of the attitude of a signal to the sum of a handicap and noise is displayed.

Актуальной проблемой в области развития и совершенствования всех систем радиосвязи является повышение их помехоустойчивости. Так одним из эффективных комбинированных способов повышения помехозащищенности средств радиосвязи (СРС) в условиях сложной сигнально-помеховой обстановки, является совместное использование пространственной обработки сигнала, выполняемой адаптивной антенной решеткой (ААР), совместно со случайным изменением частоты (СИЧ) сигнала [1].

Рассмотрены варианты адаптивной пространственно-временной обработки сигналов (АПВОС) для узкополосного варианта (рис.1) на примере алгоритмов, синтезированных по критериям минимума средне-квадратического отклонения (МСКО), максимума отношения сигнал/помеха (МОСП) и минимума выходной мощности (МВМ) на основе градиентного метода. Для получения численных результатов было принято, что управляющий вектор в алгоритме МОСП определяет точное направление на источник сигнала для центральной частоты диапазона и адаптация ААР, реализующая алгоритмы МСКО и МВМ, осуществляется при отсутствии полезного сигнала во входных реализациях.

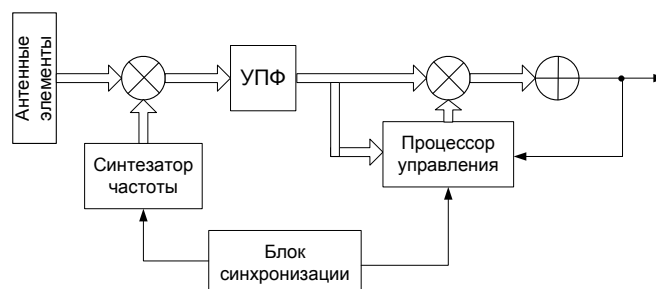


Рисунок. 1- Структурная схема ААР, реализующей узкополосный вариант обработки

Моделирование производилось для четырех-элементной линейной ААР. Для моделирования использовался сигнал транкинговой системы связи TETRA с характеристиками: промежуточная частота сигнала $f_n=380$ МГц, мощность сигнала 5 дБ, угол прихода сигнала $\theta_c=0^0$. Для передачи сигнала используются две частотные позиции. При этом был использован код, который включает в себя коэффициенты для первой частотной позиции $f_1=0,95f_n$ и для второй частотной позиции $f_2=1,05f_n$. Было принято, что одна частотная позиция поражена помехой. В данном случае помеха приходит от источника расположенного под углом $\theta_{n1}=30^0$ по направлению к антенной решетке, мощностью 1 дБ, на частоте $f_{n1}=0,95f_n$. В результате моделирования были получены пошаговые значения отношения сигнал/помеха+шум (ОСПШ) на выходе ААР для алгоритмов МСКО, МОСП и МВМ приведенные на рис. 2.

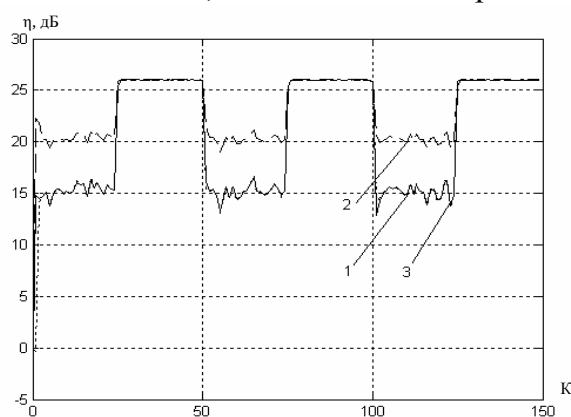


Рисунок. 2 - Пошаговые значения ОСПШ на выходе ААР использующей узкополосный вариант обработки в случае когда одна частота поражена помехой для алгоритмов:
1 – МСКО, 2 – МОСП, 3 – МВМ

Характеристики ААР одинаковы для алгоритмов МСКО и МВМ, в случае же использования алгоритма МОСП, сигнально-помеховая обстановка, на время скачка частоты пораженного помехой, улучшается по сравнению с предыдущими алгоритмами. Система на всем промежутке скачка, пораженного помехой, не успевает перейти в установившееся состояние. Это, в свою очередь, вызывает такие нежелательные влияния, как паразитная фазовая и амплитудная модуляция полезного сигнала, а также увеличение вероятности ошибки при приеме сообщений системы TETRA, так как они являются дискретными [2].

Литература

1. Борисов В.И. и др. Помехозащищенность систем радиосвязи с расширением спектра сигналов методом псевдослучайной перестройки рабочей частоты. - М.: Радио и связь, 2000. 384 с.: ил.
2. Марчук Л.А. Пространственно-временная обработка сигналов в линиях радиосвязи. ВАС. С. 1-136.

СПОСОБ КОРРЕКЦИИ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПТИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ НА ТОНКИХ ПЛЕНКАХ

Сукач Г.А., Манько А.А., Манько В.А.

*Государственный университет
информационно-коммуникационных технологий
E-mail: manko_kiev@mail.ru*

In paper the principle of corrective action of the transmission characteristics of thin-film optical filters guessing importation of a determined optical losses level into the chosen concrete optical layer is considered. The offered method allows at inappreciable boosting of a losses degree to receive practically planar transmission characteristic and linear phase characteristic in a transmission band.

В докладе рассматриваются принципы коррекции передаточных характеристик (амплитудно-частотной и фазо-частотной) тонкопленочных оптических фильтров, предполагающие выбор значения мнимой части показателей преломления определенных оптических слоев.

В работе было проведено исследование конструкции фильтра, использующего две пленки, с применением метода численного моделирования, предложенного в [1]. Этот метод включает использование для определения прохождения светового сигнала через тонкопленочный фильтр метод Монте-Карло. Коэффициенты отражения на границах между слоями сред определяют вероятность отражения светового кванта от границы раздела [2]. В качестве выходного сигнала рассматривался сигнал, отраженный от слоистой структуры. Величина показателя преломления первого и второго слоя составляла n_1 и n_2 соответственно. Между показателями преломления слоев и значениями их толщины x_1 и x_2 выполнялось соотношение: $(n_1/n_2) \times (x_1/x_2) = 1$.

Этим обеспечивалось равенство фазовых сдвигов в каждом слое для квантов с одинаковыми длинами волн. С учетом приведенного соотношения в предлагаемой работе был проведен расчет передаточных характеристик в зависимости от фазового сдвига на толщине оптического слоя и предложен метод коррекции передаточных характеристик фильтра, заключающийся во внесении определенного уровня потерь в конкретный оптический слой.

С целью уменьшения неравномерности характеристики в полосе пропускания в работе было проведено исследование влияния на передаточные характеристики за счет внесения в конкретные оптические слои определенного уровня потерь. При внесении потерь в первый слой, по мере увеличения затухания, наблюдалось значительное ухудшение параметров (уменьшение потерь в полосе заграждения и увеличение их в полосе пропускания). При этом относительная неравномерность амплитудно-частотной (начальная величина порядка 2 дБ) и фазо-частотной (начальная величина порядка 0,1 рад) характеристики в полосе пропускания оставалась довольно заметной.

При внесении потерь во второй слой, ухудшение параметров также имело место, но его уровень был заметно меньше, чем в первом случае. При этом была достигнута практически незначительная неравномерность передаточной характеристики (амплитудно-частотной) в полосе пропускания (не более 0,02 дБ). Неравномерность фазо-частотной характеристики также стала незначительной, так что она приобрела практически линейный вид. Полученный результат можно объяснить коррекцией степени влияния квантов, отраженных от внешней границы второго слоя, на неравномерность передаточной характеристики в полосе пропускания. Внесение потерь во второй слой и подбор их значения позволяет уменьшить уровень отраженного потока квантов достаточно, чтобы сгладить ход передаточной характеристики в полосе пропускания, сделав значение внесенного затухания в этой полосе практически постоянным. При этом фазо-частотная характеристика становится практически линейной. Возможное некоторое увеличение затухания в полосе пропускания в этом случае можно компенсировать путем применения в линии связи оптических усилителей.

Литература

1. A.A. Manko, V.A. Manko, G.A. Sukach The numerical modeling method of transmission characteristics of multilayer thin films optical filters // Материалы VI Международной конференции Лазерная физика и оптические технологии. – Гродно, Республика Беларусь, 25-29 сентября, 2006. – С. 135-137.
2. R. Feynman: QED – The Strange Theory of Light and Matter, Princeton, New Jersey: Princeton University Press. 1985.

ОСТАТОЧНЫЕ ШУМЫ В СИНТЕЗАТОРАХ ЧАСТОТЫ НА ОСНОВЕ СИСТЕМ ФАПЧ С НАКОПИТЕЛЕМ ЗАРЯДА И АНАЛИЗ ПУТЕЙ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Харченко Д. А.

ДонНТУ

E-mail: unclenorton@mail.ru

The article deals on the analysis of residual noise causes in PLL frequency synthesizers. An improvement in the phase-frequency detector structure, shown in the fig. 1, is proposed to minimize this noise.

Основной проблемой разработки и проектирования синтезаторов частот на основе систем ФАПЧ является неизбежное увеличение выходного уровня фазовых шумов при расширении диапазона перестройки. Однако, в спектре выходного сигнала также могут присутствовать шумы и паразитные гармоники, кратные частоте сравнения, причиной которых является несовершенство структуры синтезатора и неидеальность логических схем, входящих в его состав, в частности, частотно-фазового детектора (ЧФД).

В настоящее время, наиболее широкое применение имеют два варианта построения структуры ЧФД – на элементе «исключающее ИЛИ» и на двух D-триггерах.

Для современных высокочастотных устройств связи большое значение имеет линейность характеристики, что делает целесообразным использование фазового детектора на основе «исключающего ИЛИ» [1].

Поскольку ЧФД, собранный по такой схеме, не имеет зоны нечувствительности, основной проблемой становится тот факт, что процесс перехода в установившийся режим в общем случае длится бесконечно долго.

Для решения этой проблемы можно фильтровать импульсы управления, проходящие на генератор подкачки, по ширине. Таким образом, искусственно создаётся зона нечувствительности, в пределах которой, в отличие от ЧФД на сбрасывающихся триггерах, управляющий сигнал, подающийся на генератор подкачки, отсутствует, а фазовая ошибка компенсируется лишь при достижении границы этой зоны, при помощи

импульса, пропорционального ширине последней. Результатом является значительное снижение шумов в спектре выходного сигнала.

Обратным эффектом такого подхода является снижение точности перестройки, однако в большинстве случаев можно достигнуть компромисса между временем перестройки, её точностью, и уровнем фазовых шумов на выходе.

В качестве варианта реализации зоны нечувствительности можно использовать интегратор со сбросом. Конечная структура системы представлена на рис. 1.

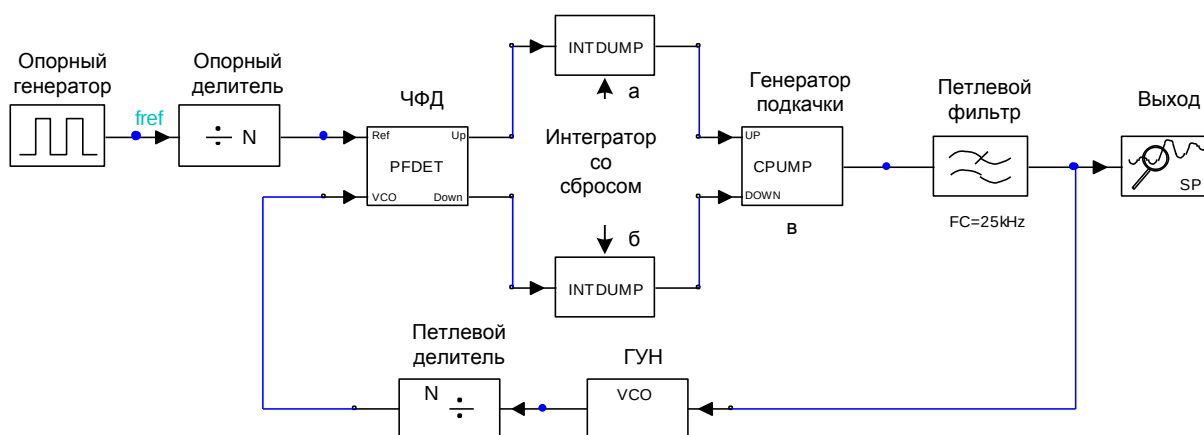


Рисунок 1 – Усовершенствованная структура синтезатора

Одним из простейших способов дальнейшего снижения частоты переключений или полного их устранения является введение в цепь «петлевой фильтр – ГУН» звена, выполняющего операцию скользящего усреднения. Однако, проведя анализ спектра полученного таким образом сигнала, можно заметить, что устранение «блуждания» управляющего напряжения ГУН даёт лишь незначительный выигрыш в точности перестройки и уровне фазовых шумов. Следовательно, можно сделать вывод, что в зоне квазиустановившегося режима наибольшее влияние на спектр выходного сигнала оказывает частота колебаний управляющего напряжения ГУН.

Литература

1. Michael H. Perrott, “A Modeling Approach for Sigma-Delta Fractional-N Frequency Synthesizers Allowing Straightforward Noise Analysis”, IEEE Journal of Solid-state Circuits, vol. 37, no. 8, August 2002.

ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ СУБГАРМОНИКОВЫХ СМЕСИТЕЛЕЙ СВЧ ДИАПАЗОНА ДЛЯ АППАРАТУРЫ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Левченко Л.В.

ДонНТУ, факультет КИТА

E-mail: levchenkoliliya@yandex.ru

Design issues of UHF sub harmonic pumped mixer for telecommunications equipment

Main problems solved at designing mixers of telecommunication systems' transceivers are considered in the article. It's offered to use sub harmonic pumped mixers as a decision. The fig.1 presents a basic scheme of mixer working on the second harmonic of oscillator signal.

В настоящее время частотный ресурс околоземного пространства в освоенных диапазонах истощается, наблюдаются тенденции к сдвигу несущих частот приемопередатчиков телекоммуникационных систем в миллиметровую область СВЧ-диапазона (К-диапазон). Это дает практическую возможность реализации широкополосных систем связи для целей телекоммуникации.

Таким образом, построение приемопередатчиков К-диапазона – важная задача, и ее важность в соответствии с наблюдаемыми тенденциями развития телекоммуникаций будет только возрастать со временем.

Смесители – неотъемлемая часть приемопередатчиков радиоканалов, их применение упрощает задачу приема и передачи информации. Можно выделить несколько основных задач, возникающих при построении СВЧ смесителя для К-диапазона [1]:

1. Реализация гетеродина с достаточно высокой стабильностью частоты сигнала
2. Обеспечение достаточного уровня мощности сигнала гетеродина
3. Минимизация уровня собственных шумов гетеродина
4. Сложность реализации элементов смесителя, в частности, цепей развязки.

При использовании в составе приемопередатчиков смесителей, которые работают с субгармонической накачкой, задача построения смесителя облегчается: во-первых, существенно упрощается проблема обеспечения достаточного уровня мощности гетеродина, так как частота сигнала гетеродина снижается, во-вторых, упрощается реализация цепей развязки сигналов в смесителе.

Таким образом, цель работы заключается в расширении области применения субгармонических смесителей в приемопередатчиках

телекоммуникационных систем.

В результате анализа процессов развязки и согласования цепей сигналов в смесителе [2] предложена наиболее простая топология смесителя, работающего на второй гармонике сигнала гетеродина (рисунок 1).

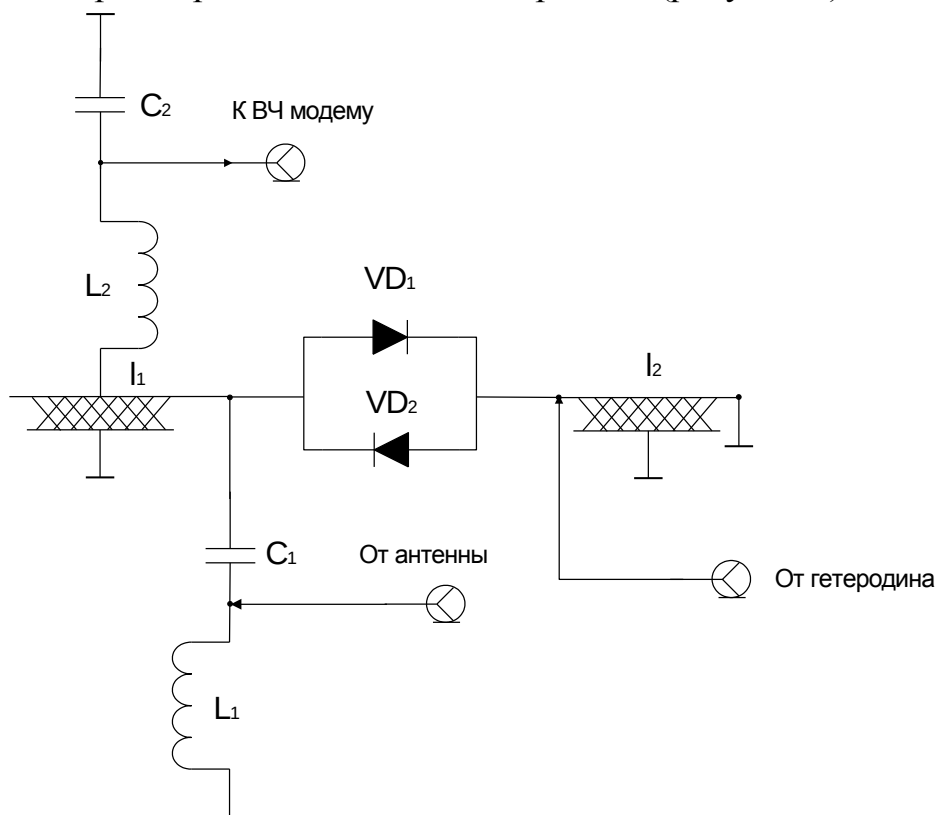


Рисунок 1 – Принципиальная схема субгармонического смесителя

Моделирование такой топологии в пакете Microwave Office для частоты входного сигнала 1296МГц, частоты сигнала гетеродина 576МГц и сигнала промежуточной частоты 144МГц позволяет достичь вполне удовлетворительных характеристик, в частности, реализации потерь преобразования смесителя не хуже 11,5дБ.

Результаты исследований, проведенных на относительно низких частотах, позволили установить некоторые особенности смесителей данного типа, подтвердить целесообразность использованных методов экспериментально. Полученный опыт может быть применен при проектировании СВЧ смесителя К-диапазона.

Литература

1. Проектирование радиоприемных устройств. Под ред. А.П. Сиверса: Учебное пособие для ВУЗов. М.: Советское радио, 1976г.
1. Микроэлектронные устройства СВЧ. Под ред. Г.И. Веселова. – М.: Высшая школа, 1988. – 280с.

УДК 621.372.

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОВОЛНОВЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ЦИФРОВЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Карнаух В.Я., Пинчук Л.С.

НИИ телекоммуникаций НТУУ «КПИ»

its@ntu-kpi.kiev.ua

Microwave Filters Characteristics Realization Features for Digital Telecommunication Systems

Our research will be carried out on the new approaches development at the recipient filter creation with optimal frequency response curve of signal transmission in broadband radioaccess system such as WiMAX. The filter realization with resonators fractional actuation applying or dual-channel waveguide dielectric resonator applying is offered. At this approach the heightened gain slope of damping on the microwave filter band pass boundary will be realized also.

В современных телекоммуникационных системах для максимального увеличения скорости убывания спектра сигнала за пределами полосы пропускания применяются специальные методы модуляции (манипуляции) и специальные фильтры, формирующие на выходе передатчика спектры заданной формы. При этом формирование амплитудно-частотной характеристики передачи канала связи с большей крутизной в области за пределами полосы пропускания не есть оптимальным решением. В этом случае возникает проблема межсимвольной интерференции, поскольку соседние по времени сигналы оказывают друг на друга влияние, как это отражено на рис. 1б.

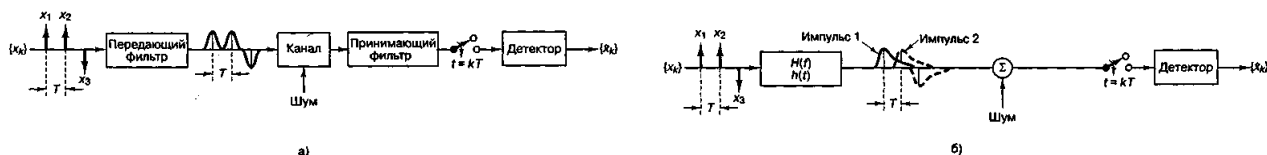


Рис. 1. Межсимвольная интерференция в процессе обнаружения: а) типичная узкополосная цифровая система; б) эквивалентная модель

На рисунке 1а отражен переход от реальной модели канала связи к обобщенной модели, где учитывается только обобщенная характеристика передачи $H_0(f)$

$$H_0(f) = H_t(f) \cdot H_c(f) \cdot H_r(f),$$

где $H_t(f)$ - частотная характеристика передающего фильтра, $H_c(f)$ - частотная характеристика фильтрации в канале, $H_r(f)$ - частотная характеристика входного фильтра (принимающий/выравнивающий фильтр).

Наши исследования проводятся по созданию оптимального фильтра приемника с частотной характеристикой $H_0(f)$ системы широкополосного радиодоступа типа WiMAX.

Стандартом IEEE 802.16-2004 для этих систем, где используется базовая модуляция QPSK, определен оптимальный вид характеристики фильтрации в канале типа корня квадратного из приподнятого косинуса.

Требования к входному фильтру приемника были определены к характеристике фильтров для системы WiMAX, работающей в диапазоне 8 ГГц. При этом в составляющей $H_c(f)$ учитывалась только фильтрация сигнала на промежуточной частоте.

Используя методику [1], была синтезирована частотная характеристика фильтра по исходным данным и определена функция:

$$H_r(f) = -105010151296512072 \cdot i / (33.282\xi^4 - 188433666945\xi^2 + 12573918989 + i(\xi^5 - 1102019177\xi^3 + 225064015536766\xi)),$$

где ξ - обобщенная расстройка. Была получена результирующая обобщенная характеристика $H_0(f)$, по которой с использованием преобразования Лапласа была получена импульсная характеристика фильтра (рис.2):

$$h(t) = -2.54\exp(-2.4t) + 3.35\exp(-1.91t)\cos(3.11t) - 1.8\exp(-1.91t)\sin(3.11t) - 0.8\exp(-0.81t)\cos(5.32t) + 0.97\exp(-0.81t)\sin(5.32t)$$

Из приведенных исследований импульсной характеристики фильтра видно, что переходные процессы при передаче символа заканчиваются при длительности посылки более 5 мкс (остается уровень остаточных колебаний не более 10%). Для минимизации межсимвольных искажений длительность передачи символа должна быть примерно 2 мкс или больше 5 мкс.

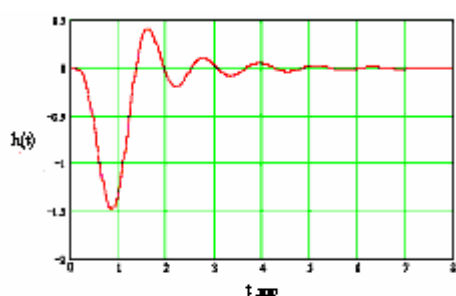


Рис. 2 - Импульсная характеристика фильтра.

При реализации фильтра с такой импульсной характеристикой необходимо обеспечить большое затухание на частоте $\pm \frac{1}{2T}$ для низкочастотного прототипа, где

T - период передачи одного символа. Это может быть реализовано с применением

частичного включения резонаторов фильтра или применением двухканального ВДР [2]. Однако, необходимо учитывать эффективное расширение полосы канала на СВЧ (модуляция шумоподобным сигналом). При этом подходе реализуется также повышенная крутизна затухания на границе полосы пропускания микроволнового фильтра.

Литература

1. Ильченко М.Е. *Проектирование СВЧ твердотельных фильтров*. Электронная техника. Сер. Электроника СВЧ, 1986, вып.1 (385), с. 13-16.
2. Ильченко М.Е., Карнаух В.Я., Пинчук Л.С. *Исследование особенностей реализации микроволновых фильтров для цифровых телекоммуникационных систем*. Международная Крымская конференция КриМиКо 2007 “СВЧ техника и телекоммуникационные технологии”.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТАМАТЕРИАЛАХ И ПРИМЕРАХ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Иснюк Т.В., к.т.н. Шелковников Б.Н.

*НТУУ «КПИ», Институт телекоммуникационных систем
e-mail:oskolki_neba@mail.ru*

Overall information about metamaterials and the examples of their usage

Annotation- With the help of software suite CST Microwave Studio it was held a computer simulation of the electromagnetic wave, which refracts in prism on basis of metamaterial with negative refractive index. There were got the results corroborating the correctness of theoretical computation and the main presentations about the subject.

Веселаго в работе [1] показал теоретически, что при некоторых условиях в среде возникает искусственное вещество, называемое электромагнитным метаматериалом, у которого структурированные материальные свойства не встречаются в природе. В данной работе анализируются основные свойства метаматериалов, проведено рассмотрение различных устройств, построенных на использовании материалов с отрицательным показателем преломления и одновременно отрицательными μ и ε . Если μ и ε отрицательны в данном диапазоне длины волны, то можно записать: $\mu = |\mu| \cdot e^{j\pi}$ $\varepsilon = |\varepsilon| \cdot e^{j\pi}$. Из этого вытекает, что

$$n = \sqrt{|\mu| \cdot e^{j\pi} |\varepsilon| \cdot e^{j\pi}} = \sqrt{|\mu||\varepsilon| \cdot e^{j2\pi}} = \sqrt{|\mu||\varepsilon|} \sqrt{e^{j2\pi}} = -\sqrt{|\mu||\varepsilon|}$$

Применение метаматериалов многообразное: фазовые компенсаторы, направляющие структуры (волноводы, двухдиапазонный шлейфовый ответвитель, направленные ответвители, фазовозвращатель, антенные линии передачи), фильтры, суперлинзы, и т.д. Рассмотрим в частном случае моделирование преломления в призме.

Постановка задачи: проведем машинное моделирование электромагнитной волны, которая преломляется в призме из метаматериала с отрицательным показателем преломления с целью проверки правильности теоретических выражений для частотных характеристик диэлектрической и магнитной проницаемостей, а также свойств отрицательного преломления. В структуре метаматериала, состоящей из решетки металлических проводов и удвоенных кольцевых резонаторов частота резонанса равна:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{2}{\pi R_0 \frac{8\mu_0 \mu l}{\pi} \frac{8\varepsilon_0 \varepsilon w (2R_0 + w + s)}{dl}}} = \frac{c_0}{4n} \sqrt{\frac{2d}{R_0 w (2R_0 + w + s)}} \quad (1)$$

Подставляя численные значения $R_0 = 1,2$ мм, $d = 0,7$ мм, $w = 0,2$ мм, $s = 0,1$ мм, $n = 1$, в результате имеем: $f_0 \approx 12,4$ ГГц (где R_0 (внутренний радиус), w (ширина проводимого кольца), s (дистанция между витками резонатора), l (длина кольца) и d (расстояние между двумя кольцами резонатора) —параметры экспериментального резонатора). Соответственно магнитная плазменная частота,

которая зависит от частоты резонанса, составляет $f_{mp} \approx 13,2$ ГГц. Т.е., согласно расчёту, в диапазоне 12,4 – 13,2 ГГц массив кольцевых резонаторов дает отрицательную магнитную проницаемость. Принимая во внимание, что отрицательная диэлектрическая проницаемость должна существовать при частоте меньшей 13,34 ГГц, то где-то в этом диапазоне показатель преломления должен стать отрицательным. Экспериментальная установка, которая является примером моделирования, состоит из волновода с входным портом (источником электромагнитных волн определенной частоты), двух экранов, призмы, которая находится на выходе из волновода. Так как из волновода волна падает на призму нормально, то относительно нормали на выходе призмы можна откладывать углы преломления и выяснить положительные они или отрицательные. Над такой установкой было проведено полное волновое моделирование методом конечных элементов в диапазоне частот от 12 до 14 ГГц.

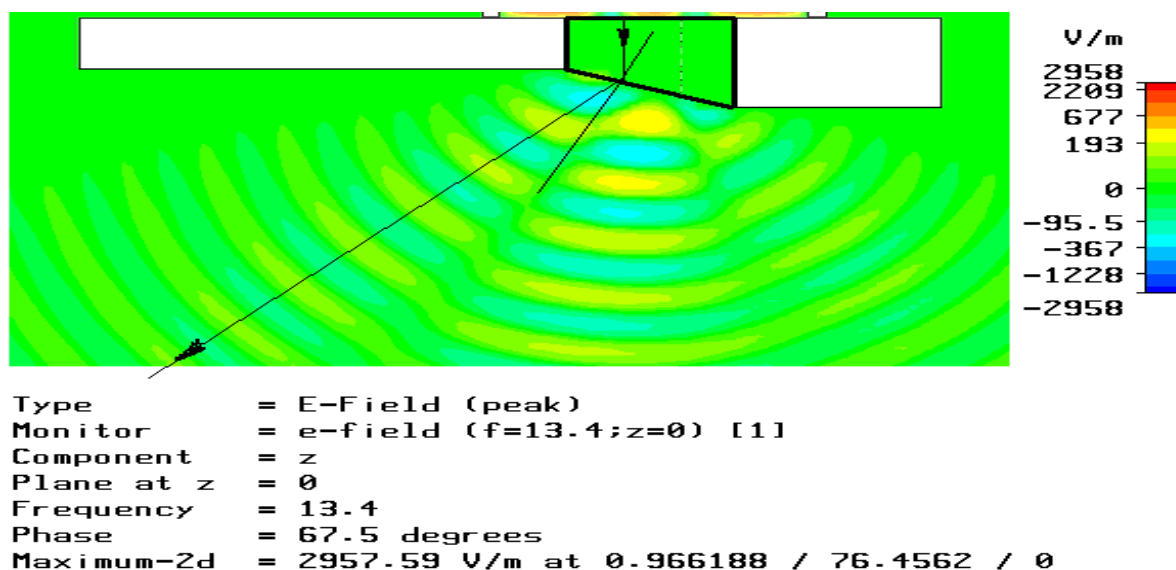


Рис. 1. Результат моделирования: z-составляющая электрического поля волны на частоте 13,4 ГГц в экспериментальной установке. Вид сверху. Черной линией показан путь луча.

Из рис. 1 видно, что один из отдельных лучей показывает отрицательный угол преломления, приблизительно равный углу падения. Это говорит о том, что показатель преломления метаматериала, из которого изготовлена призма, близок к -1 .

В данной работе теоретически обосновано явление отрицательного преломления. Использование метаматериалов позволяет создавать элементы с размерами, меньшими за длину волны. Изготовление приборов на метаматериалах серийное, интегральное, а возможность их реализации в микрополосковых технологиях позволяет снизить их стоимость.

Литература

1. V. G. Veselago, "The electrodynamics of substances with simultaneously negative values of ϵ and μ " *Soviet Phys. Uspekhi*, vol. 10, no.4, pp. 509–514, Jan.–Feb. 1968.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДВОЙНОЙ РАЗНОСТИ ФАЗ В МИКРОВОЛНОВЫХ ФАЗОВЫХ СИСТЕМАХ

Войтко Ю.Н, Якорнов Е.А., к.т.н., проф.

ИТС НТУУ «КПИ»

e-mail: its@ntu-kpi.kiev.ua

The definition of a double phase difference in microwave phase systems

Describes the approaches to creation of measuring sets, which allow to determine new information parameter in microwave phase systems – the double phase difference.

В настоящее время при пространственно-временной обработке сигналов микроволнового диапазона начинают [1] использовать их фазовые соотношения более высокого порядка, например, двойную разность фаз $\Delta\Delta\varphi = \Delta\varphi_{12} - \Delta\varphi_{32}$ между тремя приемными антеннами. Вопросам определения указанного параметра и посвящен данный доклад.

Определение параметра $\Delta\Delta\varphi$ в микроволновых фазовых системах можно осуществить, на наш взгляд, тремя путями: 1) применением двух стандартных фазометров, например, интерференционного типа [2] и вычитателя (рис.1); 2) схемной реализацией на основе мостов; 3) созданием алгоритмов обработки на выходах антенн, позволяющим непосредственно вычислить $\Delta\Delta\varphi$.

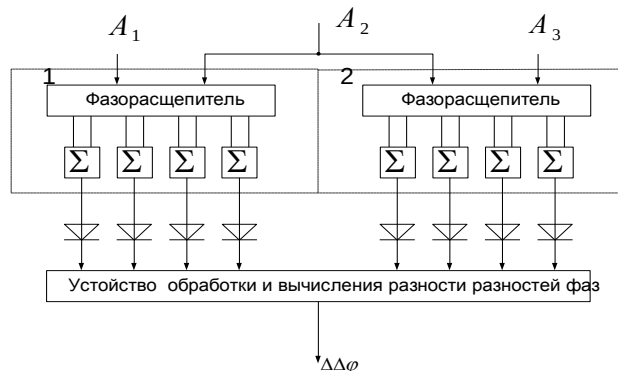


Рис. 1

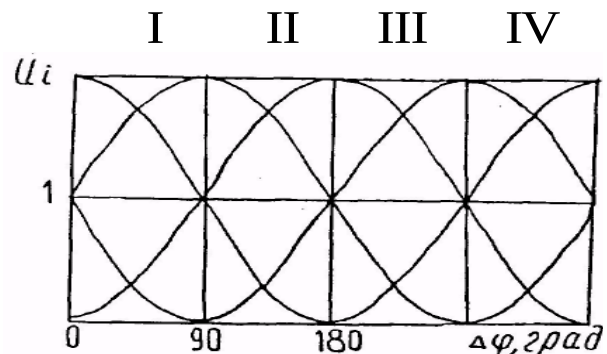


Рис. 2

Схемная реализация второго пути предполагает подключение к выходам антенн (рис. 1) двух синфазно-противофазных мостов, разностные выходы которых соединены с входами третьего моста. Тогда на выходах последнего образуются соответственно суммарные $A_{\Delta\Delta}^+$ и разностные $A_{\Delta\Delta}^-$ колебания, а в устройстве обработки определение двойной разности фаз производится с помощью соотношений

$$\Delta\Delta\varphi = 4\arccos\frac{A_{\Delta\Delta}^+}{2\sqrt{2}E_m}, \quad \Delta\Delta\varphi = 4\arcsin\frac{A_{\Delta\Delta}^-}{2\sqrt{2}E_m}, \quad (1)$$

где E_m - максимальная амплитуда принимаемых сигналов на выходах антенн.

Отметим, что для всех измерителей $\Delta\Delta\varphi$ амплитуды сигналов на их входах должны быть одинаковы. Это достигается подбором коэффициентов усиления антенн или с помощью усилителей. Кроме того, в измерителях имеет место неоднозначность фазовых отсчетов (см. рис. 2, на котором показаны напряжения u_i на выходах квадратичных детекторов (рис. 1) в зависимости от фазовых сдвигов в фазометрах интерференционного типа).

Некоторые алгоритмические подходы к устранению этого недостатка предложены в работе [2].

Более перспективным, на наш взгляд, является третий вариант построения измерителей $\Delta\Delta\varphi$ путем программной реализации устройства обработки благодаря разработке аналогово-цифровых преобразователей (АЦП) микроволнового диапазона или переносу обрабатываемых сигналов в диапазоны устойчивой работы АЦП с одновременным их усилением. Для этого сигналы с выходов антенн поступают на АЦП, а затем в цифровом виде обрабатываются по следующему алгоритму: 1) деление пополам, причем от центральной антенны дважды; 2) сдвига одного из поделенных сигналов по фазе на $\pi/2$; 3) попарное перемножение сдвинутых и несдвинутых сигналов с антенных пар с последующим суммированием результатов перемножения. При этом на выходах сумматоров сигналы будут описываться следующими простыми соотношениями

$$A_{12}^x = E_m^2 [\cos(\omega t + \varphi_1) \cdot \cos(\omega t + \varphi_2) + \cos(\omega t + \varphi_1 + \pi/2) \cdot \cos(\omega t + \varphi_2 + \pi/2)] = \\ = E_m^2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2) = E_m^2 \cos\Delta\varphi_{12};$$

$$A_{32}^x = E_m^2 \cos(\varphi_3 - \varphi_2) = E_m^2 \cos\Delta\varphi_{32}. \quad (2)$$

(в выражениях (2) $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ - начальные фазы сигналов на входах АР); 4) по выражениям (2) находятся $\Delta\varphi_{12}$ и $\Delta\varphi_{32}$ и далее $\Delta\Delta\varphi$.

Последний пункт алгоритма цифровой обработки можно построить и иначе, а именно: проделать программно операции (2) еще раз для A_{12}^x и A_{32}^x и

$$\text{получить } A_{\Delta\Delta}^x = E_m^4 \cos(\Delta\varphi_{12} - \Delta\varphi_{32}) = E_m^4 \cos\Delta\Delta\varphi. \quad (2.a); \quad \Delta\Delta\varphi = \arccos\frac{A_{\Delta\Delta}^x}{E_m^4}. \quad (3)$$

В докладе представлены структурные схемы различных измерителей $\Delta\Delta\varphi$.

Литература

1. Абросимов В.Н., Алексеева В.И., Гребенко Ю.А. и др. Использование системы NAVSTAR для определения угловой ориентации объектов. Зарубежная радиоэлектроника. 1989, №7.
2. Войтко Ю.Н., Якорнов Е.А. Определение фазовых сдвигов в широкополосных четырехдетекторных фазоизмерительных схемах. Известия ВУЗов – Радиоэлектроника, К.: 1995, №5.

СПОСОБ УВЕЛИЧЕНИЯ ПОЛОСЫ ПРОПУСКАНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЗОНАНСНЫХ АНТЕНН

Трубаров И. В.
ИТС НТУУ «КПИ»
e-mail: trubarov_igor@mail.ru

The method of DRA Bandwidth increasing

The method of increasing the bandwidth of antenna on dielectric resonators using subsidiary resonator is considered.

Альтернативой микрополосковым антеннам в миллиметровом диапазоне может стать использование диэлектрических резонаторов (ДР) в антенных системах. Существенным свойством ДР является их высокая добротность. Благодаря этому приборы на ДР обладают высокими избирательными свойствами, так что антенна на ДР может совмещать в себе не только качества антенны, но и выходного полосового фильтра. Однако, с другой стороны, из-за высокой добротности сложно реализовать широкую полосу пропускания антенн на ДР. В настоящем сообщении предложен способ расширения полосы пропускания антенны на ДР при сохранении ее высоких избирательных свойств.

В рассматриваемой антенной системе на ДР фидером является прямоугольный волновод, закороченный медной диафрагмой, а ДР имеют цилиндрическую форму. В пластине имеется щель, в которую наполовину погружен диэлектрический резонатор, обозначенный на рис. 1 как ДР1. Он переизлучает часть энергии падающей на него волны в открытое пространство. Вне волновода может находиться решетка из ДР, переизлучающая поле ДР1. Эта решетка позволяет сформировать требуемую диаграмму направленности антенны, однако именно ДР1 определяет полосу пропускания антенны.

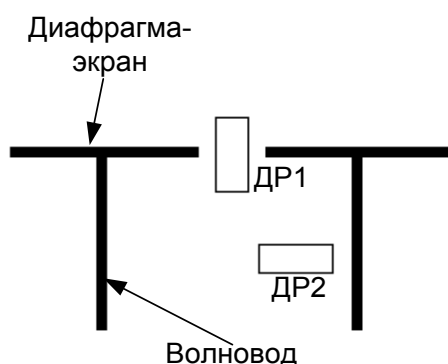


Рис. 1. Схема расположения ДР в волноводе

Подобная схема питания антенны описана, например в [1], однако ее относительная полоса пропускания по уровню -3 дБ составляет 1,4%, что является недостаточным для современных радиосетей связи (например, Wi-Fi, Wi-Max).

Для расширения полосы пропускания в питающий антенну волновод был введен дополнительный цилиндрический ДР (на рис. 1 – ДР2), ось симметрии которого совпадает по направлению с осью волновода. При этом элемент связи питающего фидера с внешней излучающей решеткой состоит из двух резонаторов, как показано на рис. 1.

При экспериментальных исследованиях использовались ДР диаметром 10,17 мм и высотой 2,4 мм. Использовался прямоугольный волновод сечением 58x25 мм². Рабочая частота системы – 4,2 ГГц. Математическое моделирование осуществлялось по методике, изложенной в [2]. На рис. 2 приведены результаты измерений коэффициента отражения исследуемого элемента связи и результат моделирования этой системы.

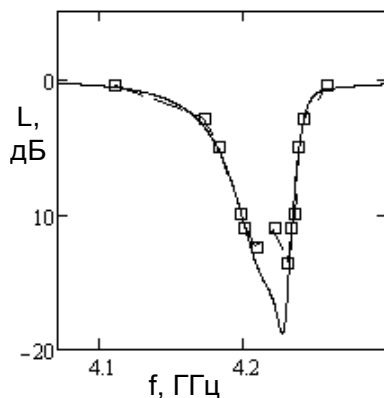


Рис. 2. Частотная зависимость коэффициента отражения системы (сплошная линия – результат моделирования, штриховая – эксперимент)

Относительная полоса пропускания предложенного элемента связи составляет 3% по уровню -3 дБ (по измерениям зависимости коэффициента пропускания системы от частоты). В диапазоне 4,2 ГГц полоса пропускания составляет около 130 МГц.

Таким образом, применение дополнительного ДР позволяет увеличить полосу пропускания антенны в 2 раза.

Литература

1. Трубин О. О., Шмиглюк Г. С. Моделювання параметрів антенної решітки на циліндричних діелектричних резонаторах// Вісник Національного технічного університету України "КПІ". Серія – Радіотехніка. Радіоапаратуробудування. – 2006. – №33. – С. 101-108.
2. М. Е. Ильченко, А. А. Трубин. Электродинамика диэлектрических резонаторов. – Киев: Наукова думка, 2004. – 265 с.

ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К УСИЛИТЕЛЯМ В КАНАЛАХ СВЯЗИ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ВОЛН И АНАЛИЗ ПУТЕЙ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

Матвийчук Е.Н.

ДонНТУ

E-mail: eugene_dn@mail.ru

Validation of Requirements to Amplifiers for Millimeter Waves Transmission Links and the Analysis of Ways of Their Realization

Principles of construction of the ultramicrowave amplifiers based on integrated microcircuits are envisaged. The basic requirements to characteristics of the amplifiers and parameters of components defining them are specified. Methods of increase of stability and broadbandness, and decrease of noise level due to perfection of matching circuits' and decoupling circuits' design are considered.

Первоочередной задачей при разработке средств радиосвязи СВЧ диапазона является обеспечение выходной мощности передатчиков, достаточной для компенсации потерь при распространении волны в пространстве, а также создание приемников, обладающих минимальным уровнем внутренних шумов, и способных принимать ослабленные сигналы. Именно эти параметры в конечном итоге определяют дальность связи и скорость передачи информации.

Чувствительность приемника зависит главным образом от коэффициента шума первого каскада, т.е. усилителя СВЧ. Мощность же выходных усилителей определяет мощность передатчика в целом.

В настоящее время наибольшее распространение получили усилители на базе полупроводниковых интегральных микросхем (ИМС). Существуют ИМС, предназначенные для работы в частотном диапазоне вплоть до 70-80 ГГц, и при этом обеспечивающие коэффициент усиления на уровне 15 дБ и выше. Наиболее малошумящие из них имеют коэффициент шума в пределах 3-4 дБ, что сопоставимо с уровнем внешних помех и поэтому является пределом целесообразного снижения шумов входных каскадов. Ширина рабочей полосы таких ИМС составляет до 8-10 ГГц. Усилители на их основе отличаются компактностью и относительно низкой стоимостью.

Кроме того, к усилителям СВЧ выдвигаются требования, касающиеся их широкополосности и устойчивости. Помимо характеристик самого усилительного элемента на данные параметры существенное влияние оказывают внешние цепи – цепи согласования, а также цепи развязки по питанию и смещению.

Цепь согласования может быть представлена в виде отрезка МПЛ,

который играет роль трансформатора сопротивлений. Как показывают результаты моделирования в пакете Microwave Office, обеспечивая достаточную широкополосность, такой подход позволяет, изменяя длину МПЛ трансформатора, выполнить согласование усилителя практически с любым сопротивлением по входу и выходу. При выборе согласующих цепей важным критерием является обеспечение устойчивости усилителя.

Цепи развязки по питанию и смещению применяются для минимизации взаимосвязи различных каскадов, которая вызвана использованием одного источника и может привести к возникновению паразитных обратных связей и потери устойчивости устройства. Цепи развязки позволяют уменьшить влияние шумов, вносимых неконтролируемыми источниками (как на рабочей частоте, так и на отличных от нее частотах), которые могут стать причиной возникновения интерференционных и интермодуляционных помех.

Недостатки, присущие цепям развязки в диапазоне СВЧ, построенным на основе элементов с сосредоточенными параметрами (относительная сложность изготовления, возможность появления нежелательных наводок и помех и др.) могут быть в значительной степени решены, путем использования в качестве внешних цепей развязки распределенных микрополосковых цепей на основе неоднородных линий.

В качестве цепей развязки предлагается использовать МПЛ в форме кругового сектора, центр которого является точкой соединения с микросхемой, а внешняя сторона посредством конденсатора поверхностного монтажа с заземленной обкладкой соединена с источником питания. Следует отметить, что размер линии (радиус сектора) может превышать длину волны, что упрощает его реализацию на СВЧ. На основе моделирования установлено, что коэффициент передачи S_{21} такой цепи в диапазоне 30-50 ГГц составляет -50 ... -60 дБ, что вполне достаточно для осуществления качественной развязки.

Литература

1. Ключарев М.Ю. Малошумящие транзисторные усилители СВЧ: Учебное пособие. – М.: Изд-во МАИ, 1998. – 32 с.: ил.
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи с распределенными параметрами: Учеб. пособие для вузов. – М: Высш. школа, 1980. – 152 с.
3. Руденко В.М., Малошумящие входные цепи СВЧ приемных устройств. – М.: Связь, 1971.
4. Y.Y. Wei, P. Gale and E. Korolkiewicz. Effects of Grounding and Bias Circuit on the Performance of High Frequency Linear Amplifiers http://www.mwjjournal.com/article.asp?HH_ID=AR_4828. - Электрон. версия печ. Публикации.
5. Матье М., Радиорелейные системы передачи. – М.: Радио и связь, 1982.

АНТЕННА ДЛЯ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Савочкин А.А. к.т.н., доц., **Попросименко О.В.**

Севастопольский национальный технический университет

E-mail: savochkin_mail@mail.ru

Antenna For Mobile Communication Networks

In the given work features of use of the antenna in the form of a strip line piece are analysed. The design of the antenna provides an opportunity of formation of a radiation pattern maximum under the set corner in a vertical plane. Results of calculations are discussed.

В современных системах мобильной связи для организации базовых пунктов обычно используются панельные антенны с секторной диаграммой направленности. Для таких антенн диаграмма направленности должна иметь малую ширину в вертикальной плоскости и требуемую ширину лепестка в горизонтальной плоскости (обычно 50...100°). Также желательно, чтобы конструкция антенны обеспечивала возможность формирования максимума диаграммы направленности под заданным углом в вертикальной плоскости.

В данной работе проанализированы особенности использования для поставленных целей антенны в виде отрезка полосковой линии. Излучение такой антенны обеспечивается модуляцией волнового сопротивления, осуществляемой периодическим изменением ширины полоска.

С целью проведения анализа антенны была рассчитана ее модель в системе электродинамического моделирования *HFSS*. В докладе приводятся результаты расчетов. Антенна отличается простотой конструкции, т. к. модуляция сопротивления путем изменения ширины полоска освобождает от необходимости включения реактивных нагрузок, что значительно упрощает реализацию антенны, а также позволяет снизить активные потери, что предоставляет возможность реализации антенн длиной до нескольких десятков длин волн. Еще одно достоинство антенн такого типа — широкий класс реализуемых диаграмм направленности. Выбором соответствующего углового параметра, высоты подвеса, длины антенны и реализуемого тока, можно сформировать необходимое направление максимального излучения.

Литература

1. Franceschetti G. Recent developments in the analysis of reflector antennas. A review / G. Franceschetti, A. Mohsen // *IEEE Proceedings*. — 1986. — Vol. 133. Ph. H. — № 1. — P. 65—75.
2. Айзенберг Г.З. Антенны УКВ / Г.З. Айзенберг, В.Г. Ямпольский, О.Н. Терешин. — М.: Связь, 1977. — ч. 1. — 384 с.

КОНТРОЛЬ КОМПЛЕКСНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОЛНОВОДНЫХ ТРАКТОВ СУДОВОЙ АППАРАТУРЫ ГМССБ

Афонин И.Л. доц., канд. тех. наук,

Бугаёв П.А., Тумар А.А.

Севастопольский национальный технический университет «СевНТУ»

E-mail: Igor_Afonin@inbox.ru

Complex parameters control of waveguide transmission lines of GMDSS ship's equipment

Questions of diagnostics and serviceability prediction of GMDSS equipment ship's complex were considered within the Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS). Four-detector variant of initial converter of measuring complex to determine the complex parameters of antenna-feeder sections of ultrahigh frequency range (UHF) was offered.

Основной функцией Глобальной морской системы связи при бедствии и для обеспечения безопасности мореплавания (ГМССБ), является передача сигнала бедствия двумя независимыми средствами связи, используя комплекс судового оборудования ГМССБ. Связь оборудования и антенны, установленной на мачте, производится, как правило, коаксиальной линией связи. Так как на судах чаще всего отсутствует радиоспециалист в настоящее время становится актуальной проблема прогнозирования работоспособности фидерных линий связи и оборудования ГМССБ в целом. Целью данной работы является разработка первичного преобразователя, который позволит измерять комплексные параметры антенно-фидерного тракта, по которым можно анализировать работоспособность комплекса ГМССБ для принятия решения судоводителям [1].

Как известно [2], магнитная компонента напряжения элемента связи имеет фазовый сдвиг относительно электрической компоненты, равный 90° , поэтому, если один из детекторов коаксиального преобразователя возбуждается емкостным элементом связи, а другой — индуктивным, то и фазовый сдвиг между сигналами на СВЧ диодах составит 90° на всех частотах рабочего диапазона.

Учитывая вышеизложенное, предлагается вариант построения четырехдетекторного первичного преобразователя со следующим

расположением элементов связи:

— емкостной и индуктивный элементы связи расположены в одной поперечной плоскости;

— смешанные индуктивно-емкостные элементы связи смещены симметрично этой плоскости на расстояния равные $L_0/2$.

При таком расположении элементов связи фазовые сдвиги между каждой соседней парой ответвляемых сигналов близки к 45° и зависят от отклонения $\Delta\varphi$.

В результате был разработан четырехдетекторный вариант первичного преобразователя, лишенный недостатков трехсигнального преобразователя [3]. Исключение доминирующих погрешностей осуществлено, во-первых, использованием в качестве калибровочной нагрузки короткозамыкателя, а во-вторых, разработанной методикой обработки измерительных сигналов, которых должно быть не менее четырех. В результате относительные погрешности измерения модуля и фазы ККО не превышают $\pm 1\%$ и $\pm 1,2^\circ$ соответственно.

Таким образом, разработанный микроволновый преобразователь может быть широко использован для контроля, диагностики и прогнозирования состояния параметров антенно-фидерных трактов судовой аппаратуры диапазона ультра высоких частот.

Литература

1. Шишкин А.В. Глобальная морская система связи для безопасности мореплавания / А.В. Шишкин, В.И. Купровский, В.М.Кошевой. — Одесса: Изд-во ОНМА, 2003. — 296 с.
2. Фрадин А.З. Измерение параметров антенно-фидерных трактов / А.З. Фрадин, Е.В. Рыжов. — М.: Связь, 1972. — 352 с.
3. Афонин И.Л. Трехсигнальный коаксиальный преобразователь / И.Л. Афонин, И.В. Лашенко // Электроника и электротехника. — Литва, Каунас: Технология. — 1999. — №4 (22). — С. 36—37.

ХАРАКТЕРИСТИКИ МНОГОРЕЗОНАТОРНЫХ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ В ВОЛНОВОДАХ

Трубин А.А. д.т.н., проф.
НИИ Телекоммуникаций НТУУ «КПИ»
E-mail: atrubin@ukrpost.net

Multiresonator dielectric filter parameters in the waveguides

It's examined a bandstop filters that contains 20 – 50 number of DRs. It's demonstrated that this filters will have more than 5% frequency band value and more than 200 dB of attenuation. It's demonstrated to that the one-dimensional periodic DR structures in the regular waveguide can have a frequency isolated high - Q coupling resonance with the Q-factor that one equal to 10^{15} and one localized in the region of the discontinuity.

В данном сообщении приводятся результаты исследований собственных колебаний и рассеяния волноводных волн на системах, состоящих из большого числа связанных диэлектрических резонаторов (ДР) в прямоугольном волноводе. Рассмотрены параметры 20–50-звенных режекторных фильтров. Показано также, что между двумя, последовательно соединенными режекторными фильтрами существует изолированный по частоте “запертый” высоко добротный тип резонансных колебаний. На рис. 1 показаны многорезонаторные режекторные фильтры, выполненные на цилиндрических и сферических ДР, расположенных в прямоугольном регулярном волноводе.

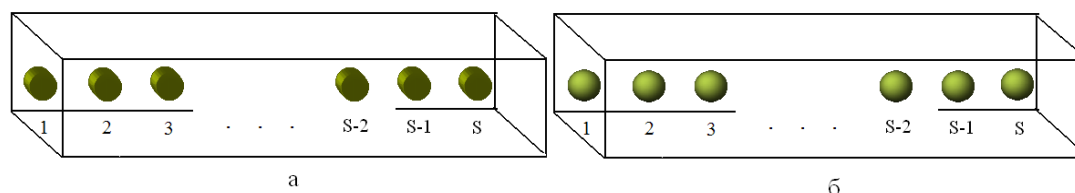


Рис. 1. Многорезонаторные структуры на цилиндрических (а),
сферических (б) ДР в прямоугольном волноводе.

Данные теоретических вычислений параметров рассеяния таких фильтров приведены на рис. 2, б. На рис. 2, в также показано распределение амплитуд вынужденных колебаний ДР 20-звенного фильтра при падении на него волноводной волны, распространяющейся слева - направо.

Из расчетных данных видно, что поле внутри режекторного фильтра быстро убывает в процессе распространения через систему резонаторов. Вместе с тем, в случае, если на режекторный фильтр падает импульс конечной длительности (рис. 3), часть его мощности может проходить за его пределы, даже в многорезонаторных структурах (рис. 3, б).

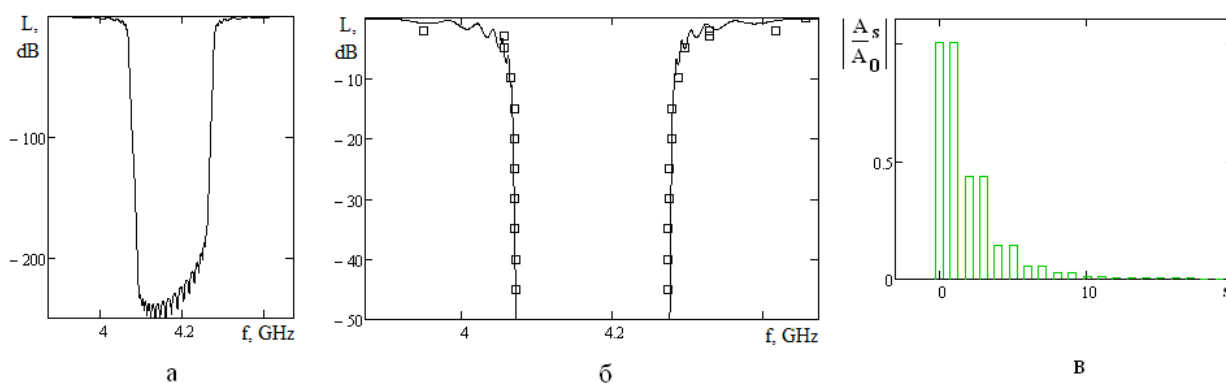


Рис. 2. АЧХ оптимизированных 20-звенного режекторного фильтра выполненного на цилиндрических ДР в прямоугольном волноводе (точки – измеренные данные). Распределение относительных значений амплитуд вынужденных колебаний ДР при рассеянии волноводных волн (в).

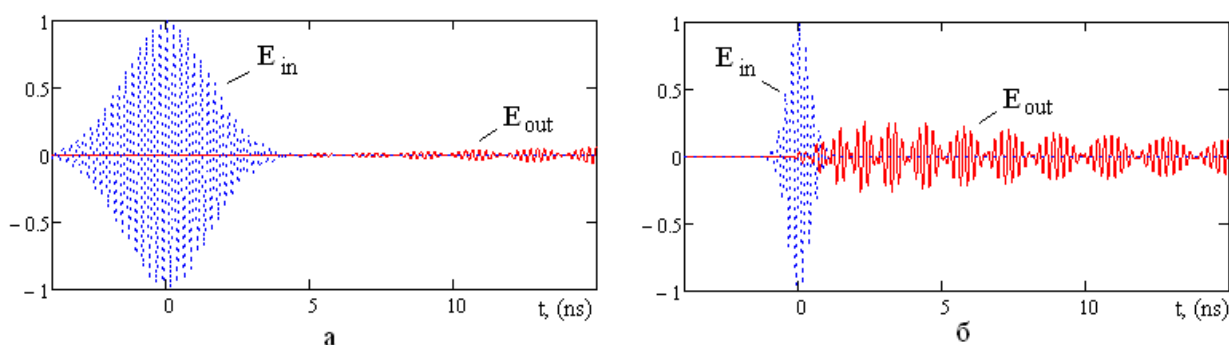


Рис. 3. Форма падающего и прошедшего импульсов при рассеянии на 50-звенном режекторном фильтре, выполненном на основе сферических ДР.

В настоящее время многоэлементные диэлектрические структуры исследуются не только с точки зрения синтеза различных фильтров, но и с целью возможной реализации новых искусственных материалов, обладающих негативной рефракцией [1], а также с заданной полосой запираия – фотонных кристаллов [2]. При этом, наибольший интерес представляют электромагнитные волновые свойства различных неоднородностей в таких структурах.

Нами исследовалась двух связная макроструктура, состоящая из 40 сферических ДР, симметрично разделенная “щелью” длины d в прямоугольном волноводе либо регулярном (рис. 4), либо в виде отрезка запердельного волновода, расположенного между двумя полу бесконечными регулярными (рис. 5).

Относительное расстояние между соседними ДР в группе равнялись $\lambda/4$. В случае, если размер щели между макроструктурами $d = \lambda/2$, то в регулярном волноводе возникал один высоко добротный резонанс, локализованный в области неоднородности (рис. 4, б). Если же подобная структура резонаторов располагалась в запердельном волноводе, этот резонанс отсутствовал (рис. 5, а).

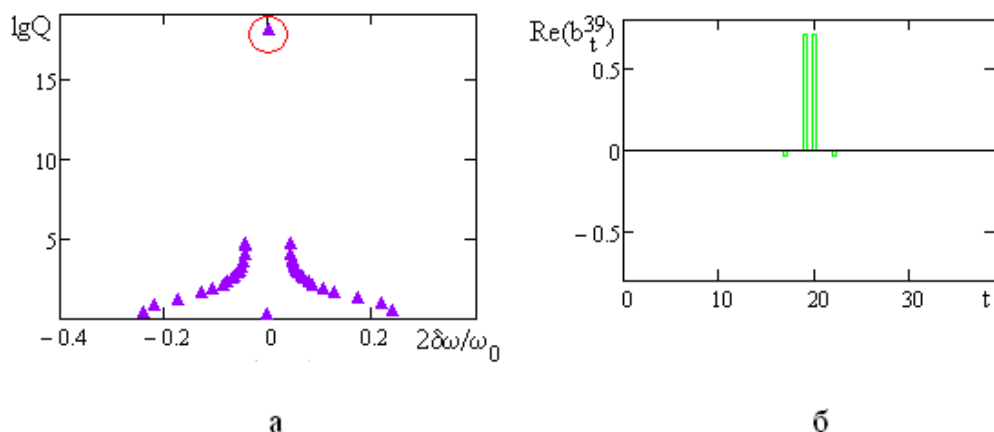


Рис. 4. Распределение параметров связанных колебаний линейной двух связной макроструктуры ДР на плоскости частота – нагруженная добротность (а). Распределение амплитуд собственных колебаний максимальной добротности двухсвязной макроструктуры ДР в регулярном волноводе (б).

Проведенные исследования показали возможность реализации диэлектрических фильтров с рабочей полосой частот, превышающей 5%. Исследованы высоко добротные резонансы, возникающие в области неоднородности периодической структуры ДР в волноводе, реализованные на связанных колебаниях. Установлено, что теоретическая добротность таких колебаний в больших системах связанных ДР в регулярном волноводе может превышать величину 10^{15} .

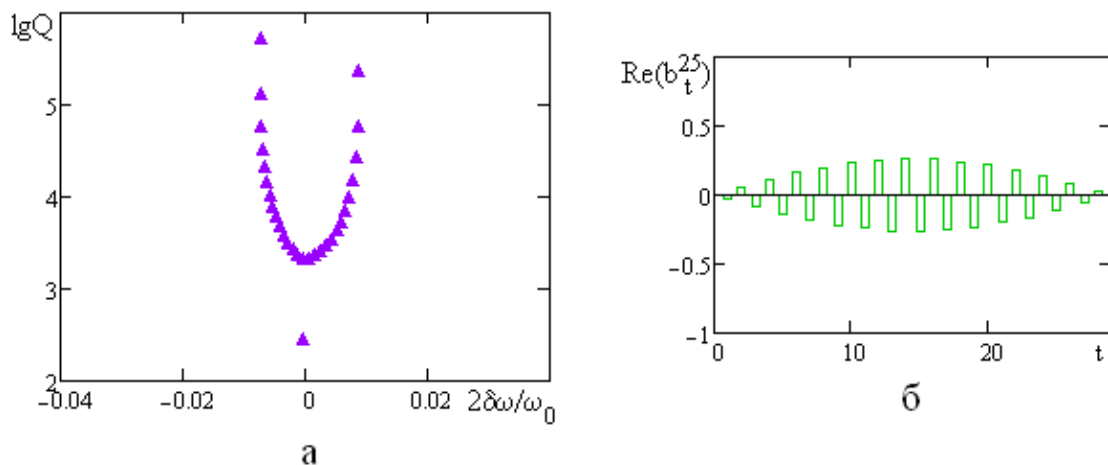


Рис. 5. Распределение нагруженной добротности от частоты связанных колебаний линейной макроструктуры ДР, расположенных в отрезке запредельного волновода (а). Распределение амплитуд парциальных резонаторов наиболее добротного колебания (б).

Литература

1. Ueda T., Lai A., Itoh T. Demonstration of Negative Refraction in a Cutoff Parallel-Plate Waveguide Loaded With 2-D Square Lattice of Dielectric Resonators. – IEEE Trans. MTT, v. 55, N6. – 2007. – p. 1280-1287.
2. Vuckovic J., Loncar M., Mabuchi H., Scherer A. Design of photonic crystal microcavities for cavity QED. – Phys. Rev. E., v. 65, 016608. – 2001. – p. 1-11.

КОМПЛЕКСНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ СВЯЗИ СФЕРИЧЕСКИХ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЗОНАТОРОВ В ПЛОСКОМ ВОЛНОВОДЕ

Трубин А.А. д.т.н., проф.
 НИИ Телекоммуникаций НТУУ «КПИ»
 E-mail: atrubin@ukrpost.net

The Complex Coupling Coefficients of Spherical Dielectric Resonators in the Flat Waveguide

It's a new electro dynamical calculation for Spherical DR a complex coupling parameters in the Flat Waveguide has been realized. The fig. 1 presents that the real and imaginary parts of the coupling coefficients have congruous value so therefore it will take into accounts.

Моделирование устройств, выполненных с использованием диэлектрических резонаторов (ДР) в гибридно-интегральных схемах микроволнового диапазона, требует знания значения комплексных коэффициентов взаимной связи в различных планарных структурах, рассчитанных с учетом их взаимодействия как по распространяющимся, так и не распространяющимся типам волн. Вычисления, проведенные в работе [1], учитывают указанное выше взаимодействие ДР только по не распространяющимся волноводным волнам, поэтому для создания более полной модели, требуется проведение дополнительных исследований. В настоящем сообщении приведены результаты электродинамического моделирования коэффициентов взаимной связи сферических ДР с основными типами колебаний H_{1m1} , расположенных в плоском металлическом волноводе (Рис. 1, а). Нами получены общие аналитические соотношения, учитывающие связь резонаторов по всем типам волн. При этом, также как и ранее в [1], мы использовали метод преобразования коэффициентов разложения поля каждого из резонаторов по волнам прямо угольного волновода, содержащего пару сферических ДР, при неограниченном увеличении размера широкой стенки [2] в интеграл Фурье. Однако, по сравнению с [1], здесь одновременно учитывались волны как затухающие, так и распространяющиеся вдоль оси волновода.

На рис. 1 показаны результаты вычисления полученных зависимостей взаимной связи пары одинаковых сферических ДР, выполненных из материала относительной диэлектрической проницаемости $\varepsilon_{1r} = 9$. В данном случае также предполагалось, что относительные координаты центров резонаторов в плоскости x, y остаются постоянными, равными $k_0 \delta x = k_0 |x_1 - x_2| = 1$, а $y_1 = y_2 = b/2$, где b - высота планарного волновода, а $k_0 = \omega/c$. Здесь ω - круговая частота, а c - скорость света в открытом пространстве.

Как видно из проведенных вычислений можно сделать вывод о том, что действительные и мнимые значения коэффициентов взаимной связи ДР сравнимы между собой по величине, поэтому влияние их на частоты и

добротности связанных колебаний в системе резонаторов также будут иметь тот же порядок. Коэффициенты взаимной связи для колебаний H_{11l} , заметно больше по отношению к коэффициенту связи колебания вида H_{10l} , что легко может быть объяснено специфическим распределением поля излучения магнитного диполя для этих основных типов. При этом уменьшение связи при увеличении относительного расстояния между центрами ДР менее заметно по сравнению, например, с открытым пространством из-за заметного влияния волновода на внешнее поле обоих резонаторов.

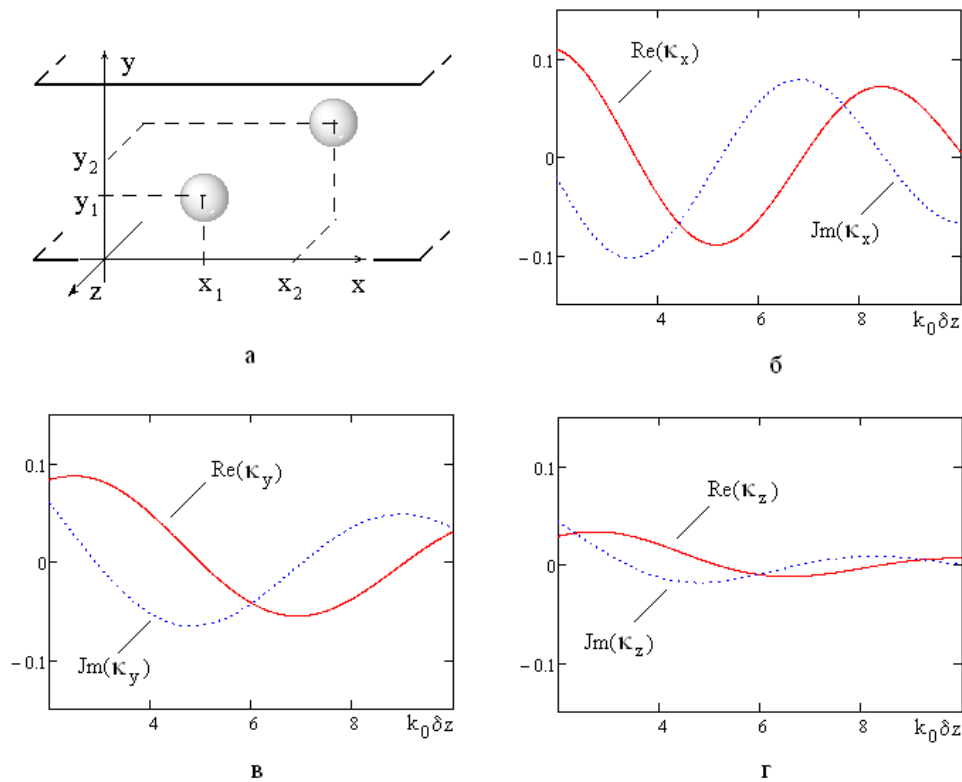


Рисунок. 1 а – сферические ДР в плоском металлическом волноводе. Зависимости действительной и мнимой части коэффициента взаимной связи от относительного расстояния между центрами резонаторов $\delta z = |z_1 - z_2|$; б – для основных магнитных колебаний H_{11l} с поляризацией магнитного поля в центрах ДР параллельных оси X ; в – для магнитных колебаний H_{11l} с поляризацией магнитного поля в центрах ДР параллельных оси Y ; г – для основных магнитных колебаний H_{10l} с поляризацией магнитного поля в центрах ДР параллельных оси Z .

Литература

1. Трубин А.А. Параметры связи сферических диэлектрических резонаторов в полу бесконечных прямоугольных металлических структурах // Вестник Политехн. ин-та, Радиотехника, вып. 29, Киев. 1992 г., с. 18-28.
2. Трубин А.А. Коэффициенты взаимной связи сферических диэлектрических резонаторов в прямоугольном волноводе // Вестник Политехн. ин-та, Радиотехника, вып. 28, Киев. 1991 г., с. 27-32.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛИЗОВАННЫХ КОЛЕБАНИЙ В ОДНОМЕРНОЙ СТРУКТУРЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДР

Трубин А.А. д.т.н., проф.

НИИ Телекоммуникаций НТУУ «КПИ»

E-mail: atrubin@ukrpost.net

The experimental investigation of localized mode in one-dimensional structure of cylindrical dielectric resonators

The goal this work is the experimental detection a coupling oscillation localized in the region of enclosure that is in the regular linear structure of DRs in waveguide. It's demonstrated that this resonance may be observed in the waveguide and have high Q-factor.

Целью настоящей работы является экспериментальное обнаружение связанного колебания, локализованного в области неоднородности (полости) в регулярной структуре связанных диэлектрических резонаторов (ДР) в прямоугольном металлическом волноводе (рис. 1), существование которого предсказано теоретически [1].

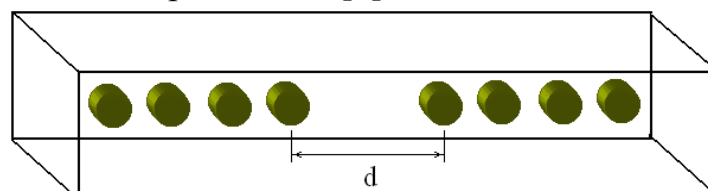


Рис. 1. Двух связная одномерная структура на цилиндрических ДР в прямоугольном волноводе.

Трудность наблюдения локализованных колебаний в одномерных линейных структурах ДР заключается в очень малой связи их с регулярным волноводом, поскольку в этом случае поле системы оказывается сосредоточенным только в ДР,

расположенных в области воздушной полости d (см. Рис. 2, а). Поэтому в большинстве случаев этот вид колебаний никак не проявляет себя. Самый простой способ наблюдения подобных локализованных колебаний

заключается в искусственном увеличении их связи с волноводом, что может быть достигнуто либо путем уменьшения общего числа парциальных резонаторов, либо уменьшением связи каждого из них с волноводом. Однако такое изменение параметров сопровождается уменьшением собственной добротности системы, поэтому в этом случае следует выбирать компромиссные значения как общего числа резонаторов, так и их связи.

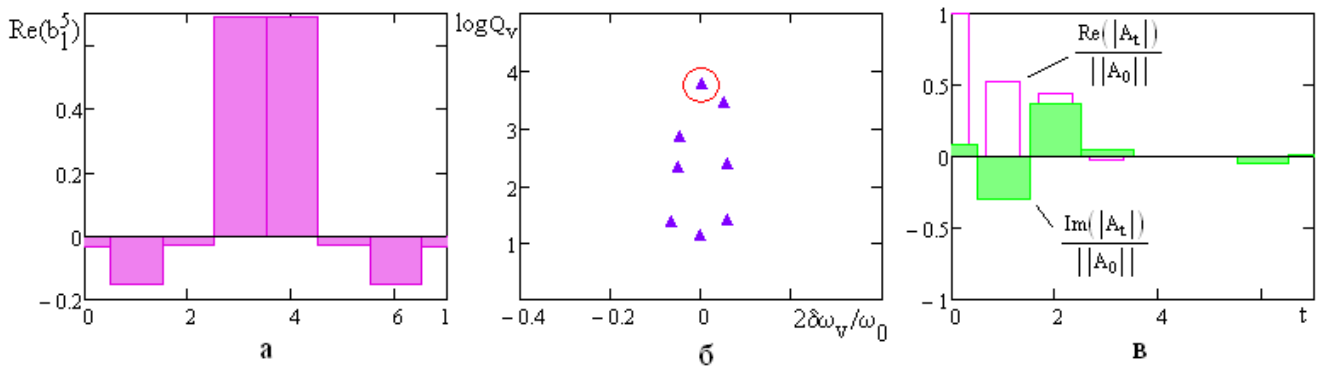


Рис. 2. Распределение амплитуд собственных колебаний максимальной добротности двухсвязной макроструктуры ДР в регулярном волноводе (а). Параметры собственных колебаний линейной двух связной макроструктуры цилиндрических ДР на плоскости частота – нагруженная добротность (б). Распределение амплитуд вынужденных колебаний в системе ДР при рассеянии волны, падающей слева-направо (в).

Для проведения экспериментального исследования локализованных колебаний мы использовали линейную регулярную структуру, состоящую из 8 одинаковых цилиндрических ДР с $\epsilon_{1r} = 36$ относительных размеров $L/2r_0 = 0,414$. Все резонаторы разделялись на две группы и располагались на одинаковом расстоянии $x_0 = 15$ мм от узкой стенки прямоугольного волновода сечения 58×25 мм² в положении, показанном на рис. 1. При этом, соседние ДР одной группы располагались на расстоянии $\lambda/4$ друг от друга, а расстояние между соседними резонаторами разных групп равнялось $d = \lambda/2$. Здесь λ - длина волны H_{10} на частоте резонанса. Расчитанные параметры связанных колебаний системы показаны на рис. 2, а – б, где $\delta\omega_v = \omega_v - \omega_0$ расстройка круговой частоты v -го связанного колебания относительно частоты собственных колебаний ω_0 парциальных ДР, а Q_v - нагруженная добротность v -го колебания системы ДР.

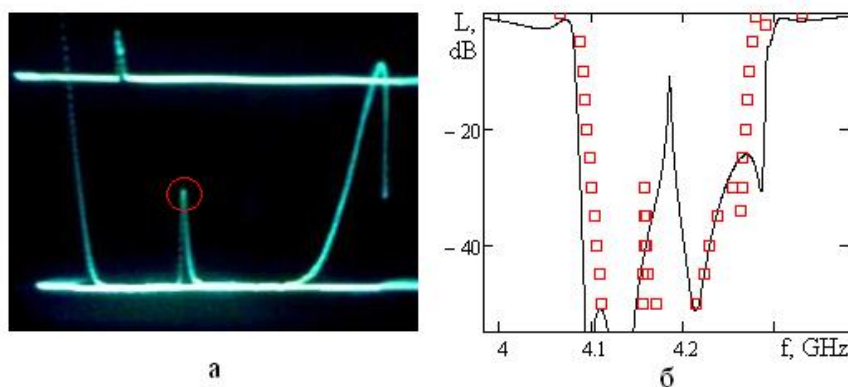


Рис. 3. Коэффициент передачи 8-ми ДР в прямоугольном регулярном волноводе. Кружком (а) отмечен локализованный резонанс. Расчетная и экспериментальная (точки) зависимость коэффициента передачи (б).

Как следует из данных, приведенных на рис. 2, б, максимальной добротностью обладает колебание (обведенное кружком), локализованное в области внутренних ДР, примыкающих к полости d . Распределение амплитуд парциальных ДР этого колебания показано на рис. 2, а. При выбранном расположении, амплитуды удаленных от полости ДР остаются конечными и поле рассеяния (рис. 2, в) частично проникает в систему. В этом случае на кривой зависимости коэффициента передачи от частоты появляется пик “отражения”, также отмеченный кружком на рис. 3, а. Расчетная кривая частотной зависимости коэффициента передачи представлена на рис. 3, б., а измеренные значения показаны точками. Как показали вычисления, частота пика отражения на этих кривых в точности соответствует частоте локализованного колебания, отмеченного на рис. 2, б кружком.

Таким образом, проведенные исследования подтверждают существование локализованных вблизи полости регулярной структуры высоко добротных колебаний.

Литература

1. Трубин А.А. Собственные колебания высокодобротных резонансных макроструктур инфракрасного и оптического диапазонов на системах связанных диэлектрических резонаторов. – Тр. 17-я Межд. Крымская конференция “СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии”. Севастополь. 2007. с. 473-476.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЗОНАТОРОВ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Трубин А.А. д.т.н., проф., **Каневский В.И.** к.т.н., доц.

НТУУ "КПИ", ДУИКТ

e-mail: atrubin@ukrpost.net, vikanev@hotmail.com

Calculation of DR eigenvalue problem using finite element method

The solution of eigenvalue problems for 3D dielectric resonators using hybrid version edge finite element method is shown.

Рассмотрены особенности применения метода конечных элементов (МКЭ) для решения внешней задачи электродинамики, а именно: расчет собственных функций и собственных значений диэлектрических резонаторов, имеющих произвольную 3D структуру.

В качестве уравнения, описывающего диэлектрический резонатор, использовано векторное уравнение Гельмгольца. Областью исследуемого объекта являются собственно сам резонатор и среда, в которую он помещен.

Выбор МКЭ для решения данной задачи обусловлен, прежде всего, универсальностью метода, позволяющего эффективно рассчитывать поля и частоты диэлектрического тела неправильной формы.

Моделирование открытой области исследуемого объекта в большинстве случаев осуществляется с помощью комбинации МКЭ и метода граничных элементов или с помощью метода поглощающих границ [1], реализация которых предполагает исключение отраженных волн.

Как правило, МКЭ базируется на интегральной формулировке вариационного или проекционного типов. Вариационное представление является соответствующим функционалом, который необходимо минимизировать. Представителем проекционных методов выступает метод взвешенных невязок.

Основная идея МКЭ заключается в разбиении 3D области на систему подобластей (конечных элементов), причем на каждой из них искомая функция (напряженность электрического или магнитного поля)

аппроксимируются полиномом выбранной размерности с неопределенными коэффициентами. Если считать, что значения искомой величины известны, например, в узлах конечного элемента, то этого достаточно для определения неизвестных коэффициентов. Применение метода конечных невязок к произвольному конечному элементу исследуемой области с учетом полиномов, описывающих изменение искомой величины в пределах конечного элемента, позволяет получить матрицу жесткости данного элемента. На этом этапе учитываются как граничные условия между элементами, так и граничные условия (внешние и внутренние) всей задачи. Суммирование матриц жесткости расчетной области позволяет получить глобальную матрицу жесткости, искомые распределения полей во всей расчетной области.

Особенностью задач электродинамики является необходимость учета электрических параметров диэлектриков исследуемой структуры, что влечет необходимость равенства тангенциальных составляющих полей вдоль ребер соседних элементов. Это в свою очередь влечет необходимость использовать конечные элементы, в которых в качестве базовых элементов используются не узлы, а грани.

Результатом расчета данной задачи выступают собственные частоты, собственные функции и добротности исследуемого диэлектрического резонатора.

Для решения поставленной задачи может быть использован программный пакет ANSYS. Он обладает мощной системой препроцессорной подготовки данных и постпроцессорной обработкой результатов. Кроме того, ANSYS позволяет также осуществлять расчет задач излучения и дифракции.

Литература

1. J.L.Volakis, A. Cbatterjee, L.C.Kempel Finite Element Method for Electromagnetics IEEE Press, New York, 2003

ОСОБЕННОСТИ PLC - ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СЕТЯМ

Ткаченко В.Г.

*Государственный университет информационно-коммуникационных
технологий*

e-mail: 77_valerka@ukr.net

THE PLC FEATURES ARE TECHNOLOGIES FOR DATA COMMUNICATION ON ELECTRIC NETWORKS

Power line communication (PLC), also called power line carrier, mains communication, power line telecom (PLT), or power line networking (PLN), are terms describing several different systems for using electric power lines to carry information over the powerline.

Electrical power is transmitted over high voltage transmission lines, distributed over medium voltage, and used inside buildings at lower voltages. Powerline communications can be applied at each stage. Most PLC technologies limit themselves to one set of wires (for example, premises wiring), but some can cross between two levels (for example, both the distribution network and premises wiring).

All power line communications systems operate by impressing a modulated carrier signal on the wiring system. Different types of powerline communications use different frequency bands, depending on the signal transmission characteristics of the power wiring used. Since the power wiring system was originally intended for transmission of AC power, the power wire circuits have only a limited ability to carry higher frequencies. The propagation problem is a limiting factor for each type of power line communications.

Технология PLC (Power Line Communication) - новая телекоммуникационная технология, которая базируется на использовании силовых электросетей для высокоскоростного информационного обмена.

Эксперименты по передаче данных по электросети велись довольно давно, но низкая скорость передачи и слабая помехоустойчивость были наиболее узким местом данной технологии. Но прогресс не стоит на месте, и появление мощных DSP - процессоров (цифровые сигнальные процессоры) дали возможность использовать сложные способы модуляции сигнала, такие как OFDM модуляция (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), что позволило значительно продвинуться вперед в реализации технологии PLC.

Несколько лет назад лидеры на рынке телекоммуникаций объединились в альянс, который получил название HomePlug Alliance, с целью общего проведения научных исследований и разработок, а также принятия единого стандарта на передачу данных по системам электропитания.

Прототипом PowerLine является технология PowerPacket фирмы Intellon, положенная в основу создания единого стандарта HomePlug 1.0 specification (принятый альянсом HomePlug 26 июня 2001 г.), в котором определена скорость передачи данных до 14 Мб/сек.

Основой технологии PowerLine является использования частотного распределения сигнала, при котором высокоскоростной поток данных разбирается на несколько относительно низкоскоростных потоков, каждый из которых передается на отдельной частоте, со следующим их объединением в один сигнал. Реально в технологии PowerLine используется 84 частоты в диапазоне 4-21 МГц.

При передаче сигналов по бытовой электросети могут возникать большие затухания на определенных частотах, которые могут привести к потере данных. В технологии PowerLine предусмотрен специальный метод решения этой проблемы - динамическое включение и выключения передачи сигнала (dynamically turning off and on data-carrying signals). Суть данного метода заключается в том, что устройство осуществляет постоянный мониторинг канала передачи с целью выявления участка спектра с превышением определенного предельного значения затухания. В случае выявления данного факта, использование этих частот на время прекращается до восстановления нормального значения затухания.

Существует также проблема возникновения импульсных помех (длительностью до 1 микросекунды), источниками которых могут быть галогенные лампы, а также включение или выключение мощных бытовых электроприборов, оборудованных электрическими двигателями.

Преимущества PLC-технологии в сравнении с существующими технологиями

- не требует наличия сети кабельного телевидения и, следовательно, дорогостоящих работ, связанных с прокладкой дополнительного кабеля;
- обеспечивает предоставление услуг практически во всех местах, где есть электропроводка;
- не требует частотного ресурса и соответствующих лицензий;
- относительно недорогое оборудование обеспечивает низкие начальные капиталовложения и очень быстрое развертывание;
- возможность поэтапного наращивания по мере необходимости;
- возможность комплексного предоставления энергетических и телекоммуникационных услуг одним поставщиком

Следует подчеркнуть важность решения проблемы создания телекоммуникационных сетей, которые одновременно используют все три фазы сети электропитания.

Наибольшую перспективу применения имеют локальные компьютерные системы на основе сети электропитания в пределах одного офиса или дома с выходом в сеть Интернет. При этом имеются предпосылки достичь скорости передачи информации до 40 Мбит /с на расстоянии до 500 м.

Литература

1. Семенко А.И., Юрчук А.П. Использование сети электропитания для построения информационных систем// Технология и конструирование в электронной аппаратуре.- №2(62).-2006.-С3-6.
2. Никифоров А. Технология Powerline Communication (P.L.C) //Сети и системы связи".- №5.-2002.- С. 11-15.

КЛАССИФИКАЦИЯ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ УСЛУГ МЕТОДОМ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА

Павлов С.В.

Одесская государственная академия холода

e-mail: semyen@rambler.ru

Classification of infocommunication services by method of discriminant analysis

In this lecture classification of infocommunication services by the method of discriminant analysis is considered taking into account the results, resulted in [4] and for the chosen space of the parameters indicated in [1]. Methods are resulted researches and his results.

Объект и область исследования указаны в [4]. Актуальность исследования и особенности предоставления инфокоммуникационных услуг (далее – ИКУ или услуги) и необходимость в их классификации освещены в работе [1]. В этой же работе выделены параметры предоставления услуг в соответствии с рекомендациями Международного союза электросвязи [2], которые в совокупности с результатами, полученными в [4], являются исходными для проведения анализа, осященного в докладе. Основные задачи исследования приведены в [3].

В данном докладе выполнена классификация ИКУ методом пошагового дискриминантного анализа с включением, определена переменная, определяющая предстоящую группировку ИКУ. В работе определено как отличаются совокупности показателей предоставления ИКУ по среднему значения по отношению к выделенной переменной – параметру «Вид передаваемой информации». Выделены формулы, предсказывающие поведение новых услуг – их принадлежность к той или иной группе.

В качестве исходных данных для дискриминантного анализа задействованы две совокупности групп параметров предоставления ИКУ.

Первая группа, полученная в [4]:

1. «Время доступа к службе»;
2. «Информационная скорость доступа»;
3. «Вид передаваемой информации»;
4. «Готовность сети».

Вторая группа, полученная в [1], дополняет первую следующими переменными:

1. «Допустимый коэффициент ошибок»;
2. «Допустимое время задержки».

В результате применения пошагового дискриминантного анализа с включением, получено значение статистики лямбды Уилкса, стремящееся к нулю, что свидетельствует о хорошей дискриминации.

Важным результатом данного исследования являются полученные функции классификации. С помощью этих функций можно вычислить классификационные значения для новых услуг. Для соотнесения новой услуги к одному из обозначенных классов, необходимо подставить значения параметров предоставления этих услуг в вычисленные формулы. Новая услуга относится к тому классу, для которого классификационное значение максимально.

Полученные результаты проверены пошаговым дискриминантным анализом со стандартным методом (соответствие полное). Соотнесение к классам услуг по полученным функциям классификации для двух совокупностей переменных проверено программным путем. Для этого было разработано программное приложение, определяющее класс услуги по введенным данным на основании классификационных формул, дающее рекомендации о технологии, которую целесообразно применять для построения сетей, где планируется предоставление услуг определенного класса. Результат отнесения услуги к классам ИКУ, выделенным по каждой из совокупностей, оказался идентичен.

Таким образом, в результате данного исследования сформировано шесть классов ИКУ. Определены классификационные функции для определения класса новых и существующих услуг.

Литература

1. Гайворонская Г. С., Павлов С. В. Классификация инфокоммуникационных услуг и разработка требований к сети для их предоставления // Сб. науч. тр. IV семинара «Информационные системы и технологии». (Приложение к журналу Холодильна техніка і технологія). – Одесса: ОДАХ, 2006. – С. 12-13.
2. «Международный союз электросвязи», Интернет-ресурс: <http://www.itu.int>.
3. Павлов С.В. Снижение размерности пространства параметров предоставления инфокоммуникационных услуг // I научно-техническая конференция «Проблемы телекоммуникаций»: Тезисы. – Киев: НТУУ КПИ, 2007. – С. 169.
4. Снижение размерности параметров предоставления инфокоммуникационных услуг методом факторного анализа. // III Міжнародна науково-технічна конференція «Сучасні інформаційно-комунікаційні технології»: Тезисы. – Киев: ДУІКТ, 2007. – С. 63.

ОСОБЕННОСТИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Линькова О.В.

ДонНТУ, факультет КИТА

E-mail: lexpolskij@mail.ru

Peculiarities of telecommunication system in manufacturing firms

Brief review of tire Fieldbus and it's protocols CAN, FIP, Profibus are represented in this work. Also a comparative analysis of them was made, and there are recommendations in choosing the most appropriate protocol for optimal communication of industrial appliances on the manufacturing level.

Несмотря на то, что сложные распределённые системы управления играют всё большую роль в автоматизации производства, связь приборов с контроллерами по прежнему выглядит как соединение «точка-точка». Однако всё более широко распространяется концепция внедрения локального интеллекта в промышленные приборы и обеспечения связи между равноправными узлами сети. Успех этого подхода зависит от коммуникационной сети, которая связывает промышленные приборы на производственном уровне. Такой сетью является система fieldbus.

Целью работы является осуществление сравнительного анализа трёх перспективных протоколов fieldbus, а именно: Controller Area Network (CAN), Process Fieldbus (PROFIBUS) и Field Instrumentation Protocol (FIP), выработка рекомендаций по выбору наиболее подходящей.

Fieldbus – это полностью цифровая двунаправленная многоточечная коммуникационная система, используемая для связи приборов на объектах с системами в операторской. Одно из основных свойств системы fieldbus состоит в том, что она поддерживает двунаправленную связь со множеством переменных величин. Физически в fieldbus могут использоваться три вида топологий межсоединений: двухточечная, древовидная и многоточечная. Каждая система fieldbus должна поддерживать общую Службу сообщений fieldbus (FMS), чтобы обеспечивать выполнение пользовательских требований.[2]

В настоящее время на рынке среди 50 различных промышленных шин выделяют следующие 3 вида fieldbus:

- CAN – протокол последовательной связи, эффективно поддерживающий распределённое управление в реальном времени с очень высоким уровнем

защиты. Система имеет широкий диапазон применений: от высокоскоростных сетей до недорогого уплотнённого монтажа. До 40м данные могут передаваться со скоростью 1 Мбит/с, при 1км скорость падает до 50 кбит/с.[3]

- PROFIBUS – в стандарте определяются технические и функциональные характеристики fielbus. Система включает ведущие и ведомые устройства. Т.о., может быть реализована либо централизованная система, либо система, полностью работающая в режиме точка-точка, либо гибридная. Скорость передачи от 9,6 Кбит/с до 2 Мбит/с. Для критичных ко времени задач рекомендуется система с 32 ведущими станциями. Возможна как ациклическая, так и циклическая передача данных с 255 байтами в кадре.[1]

- FIP – представляет собой многопрофильную систему реального времени для управления процессами и комплексных автоматизированных производств. Используются как витые пары, так и оптоволокно. Скорость передачи от 31,25 Кбит/с до 2,5 Мбит/с. Система имеет периодический трафик. Адрес источника – имя точно идентифицированного объекта.[2]

Проведенный анализ показывает, что PROFIBUS и FIP – сильные соперники в приборном оснащении технологических процессов. В то время, как в FIP реализуются новые концепции, например разделение пропускной способности шины, путём выделения интервалов времени при использовании синхронизированных тактовых генераторов, Profibus основывается на обычной передаче маркера с циклическим информационным обслуживанием для удовлетворения потребностей в реальном времени. Изучение затрат на внедрение показывает, что протоколы Profibus могут быть реализованы с незначительным дополнительным оборудованием, поскольку основная передача данных асинхронна и ведется посимвольно. Что касается CAN, то они прекрасно подходят там, где требуется весьма незначительное время ожидания (порядка 5 мс) и необходимо соединить большое число при малых издержках.

Литература

1. Журнал Мир компьютерной автоматизации - PROFIBUS – открытая шина промышленного применения.
2. Журнал АСУ Технологических Процессов – Новые Технологии.
3. КАСКОД «CAN интерфейс».

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ АТС CORAL FLEXICOM СОВМЕСТНО С КОМПЛЕКСОМ ШАХТНОЙ ДИСПЕТЧЕРСКОЙ СВЯЗИ «САТ» В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

Хищенко А.С.

Донецкий Национальный Технический Университет

e-mail: k512ej@yandex.ru

Using Digital PBX “Coral FlexiCom” with mining dispatching complex “SAT” in coal mines

Creation and research of a high-quality, reliable communication system on base of Digital PBX “Coral FlexiCom” and complex “SAT” is considered. Spark-protecting is reached by galvanic of spark-dangerous and spark-protected chains.

В связи с глобальным развитием современных телефонных сетей, а также морального и физического износа действующей аналоговой коммутационной аппаратуры возникает вопрос внедрения в промышленные телефонные сети более нового, надежного, отвечающего не только украинским, но и европейским стандартам, оборудования. Особенно остро эта задача стоит для диспетчерской связи угольных шахт, которая кроме требований по качеству связи и скорости соединения должна быть искро- и взрывобезопасной, иметь низкое энергопотребление, обладать специальными функциями громкоговорящего оповещения, предупредительной сигнализации и прослушивания производственных шумов.

Актуальным становится совместное использование коммутационной системы Coral FlexiCom, которая обеспечивает всестороннее решение вопросов коммутации, и комплекса шахтной диспетчерской телефонной связи и оповещения «САТ», выполняющего следующие функции: обычный (рабочий) и аварийный вызов диспетчера абонентом, индивидуальное и групповое громкоговорящее оповещение абонентов с диспетчерского пульта, прослушивание производственных шумов в местах установки телефонных аппаратов, контроль наличия телефона на линии, передача сообщений различным группам телефонных аппаратов, подача аварийной предупредительной сигнализации на телефонные аппараты, опрос бинарных входов и управление бинарными выходами телефонных аппаратов, запись переговоров диспетчера на магнитный носитель, диспетчерское управление производственными процессами.

Совместная схема включения ЦАТС Coral FlexiCom и комплекса «САТ» приведена на рис. 1.

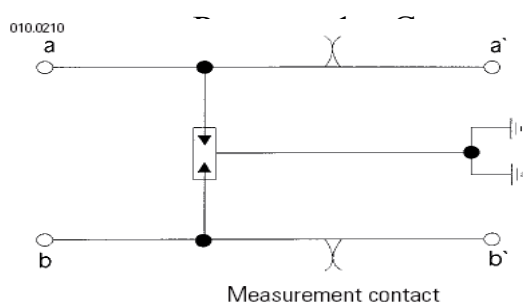
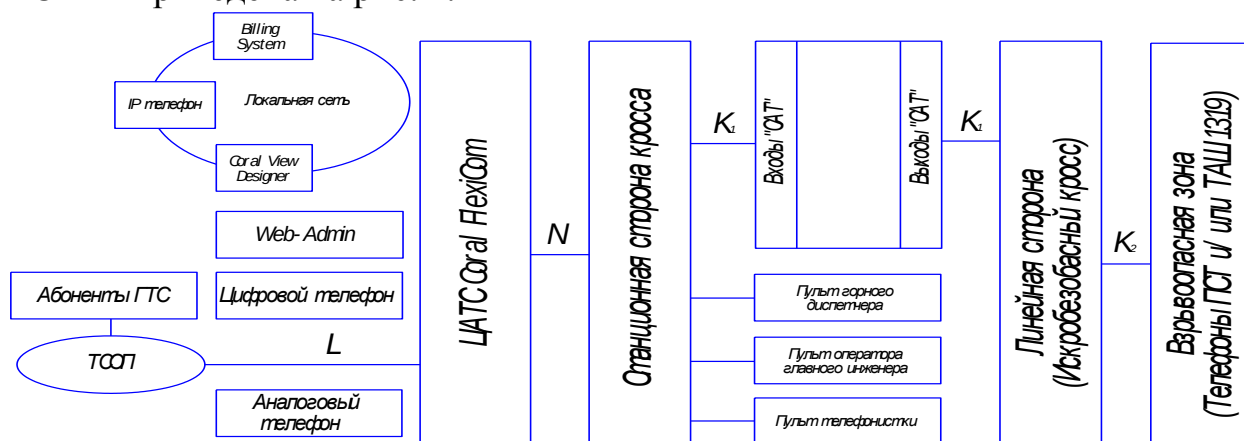


Рисунок 2 – Схема защиты по напряжению абонентской линии.

местного использования двух телефонной связи.

в комплексе достигается за счет исных и искробезопасных цепей, а также тока в абонентских линиях.

В результате совместной работы эти два комплекса предоставят абонентам сети связи дополнительные сервисные функции; упростят процесс обслуживания для технического персонала узла связи; обеспечат функций диспетчерской телефонной связи, прослушивания производственных шумов, громкоговорящего оповещения и предупредительной сигнализации для подземных абонентов; предоставят возможность связи абонентов между собой посредством набора номера или через телефонистку; обеспечат возможность самостоятельного выхода поверхностных абонентов на ТфОП, междугородную и международную сети посредством набора индекса выхода и телефонного номера.

Литература

1. Tadiran Telecom business system Общее описание «Цифровая универсальная телекоммуникационная система Coral FlexiCom». К: 2002.
2. ЧК «Дейта Экспресс». Конструкторская документация «Комплекс шахтной диспетчерской громкоговорящей связи, предупредительной сигнализации, аварийного оповещения и прослушивания производственных шумов».
3. НПАОП 10.0-1.02-05 «Правила безопасности в угольных шахтах».

МЕТОДИКА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО МНОГОПОЗИЦИОННОГО СИГНАЛА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ЦИФРОВОГО КАНАЛА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СЕТИ

Чумак В.К., Толупа С.С.

ВИТИ НТУУ «КПИ»

e-mail: tolupa@ukr.net

The method of choice of signal is optimum a lot of position for building effective digital channel of control of intellectual system of network

Productive management modern intellectual networks now impossible without an effective digital channel, built on optimum a lot of positions signal, therefore this theme is actual and requires the detailed study

Задача выбора оптимального многопозиционного сигнала для построения эффективного цифрового канала передачи управляемой информации (ЦКПУИ) состоит из задач двух типов. Первым из них является рассмотрение возможности применения каналов передачи информации пользователей сети в качестве ЦКПУИ. Такой тип задач решается путем выбора такого канала, который отвечает требованиям к ЦКПУИ в наибольшей степени. Вторым типом задач построения эффективного ЦКПУИ является разработка специальных каналов. Этот тип задач, в свою очередь, разделяется на две группы: к первой группе принадлежат задачи создания специального ЦКПУИ в другом цифровом канале, ко второй группе принадлежат задачи создания специального ЦКПУИ на основе аналогового канала. Для управления сетями связи Украины задача является актуальной в результате распространения сетей диспетчерской связи, которые базируются по большей части на аналоговых принципах и отличаются низким уровнем стандартизации.

Большое значение ЦКПУИ в функционировании сети связи и большое соотношение количества переданной информации пользователей сети к количеству управляемой информации в большинстве случаев делают исходные требования к ЦКПУИ из надежности, а также из достоверности и задержки при передаче управляемой информации более жесткими, а экономические требования – умереннее, чем для каналов передачи информации пользователей. Это дает возможность обеспечить для ЦКПУИ отношение средней мощности сигнала в полосе канала к спектральной плотности мощности шума больше 10 дБ. При таких соотношениях «сигнал/шум» становится возможным определение фазы сигнала на входе демодулятора с точностью, достаточной для реализации квазикогерентного метода демодуляции, что, в свою очередь, обеспечивает дополнительный выигрыш до 6-8 дБ для многопозиционных сигналов в сравнении с неоптимальными методами приема. Возможность реализации квазикогерентного демодулятора позволяет применить модуляцию сигналами с ортогональными гармоничными несущими, что имеют в условиях ограниченной

полосы пропускания ряд преимуществ перед одноканальным режимом передачи и сигналами с частотным разделением каналов без взаимного перекрытия спектров сигналов частотных подканалов:

- инвариантность к неравномерности (амплитудной) АЧХ и нелинейности (фазо-частотной характеристики) ФЧХ канала, что позволяет значительно упростить амплитудные и фазовые корректоры, а при достаточном количестве частотных подканалов, совсем отказаться от них;

- быстрое спадание спектральной плотности мощности сигнала вне полосы пропускания канала, который уменьшает мощность перекрестных помех, дает возможность значительно уменьшить полосу пропускания, упростить полосовые фильтры;

- эффективное использование полосы пропускания канала путем максимизации скорости передачи в каждом частотном подканале;

- увеличение длительности тактового интервала без снижения скорости передачи информации, которая уменьшает влияние импульсных помех, замираний и других видов помех, а также искривлений на каждом отдельном тактовом интервале, что приближает статистические характеристики помех к параметрам математической модели белого шума;

- двукратное, сравнительно с частотным распределением каналов без взаимного перекрытия частотных подканалов, сужение спектра группового сигнала позволяет использовать низкочастотную область полосы пропускания, что для наиболее распространенного-симметричного кабеля характеризуется меньшим затуханием и мощностью перекрестных помех. Кроме того, двукратное сужение спектра сигнала позволяет соответственно уменьшить частоту дискретизации при цифро-аналоговом и аналого-цифровом превращении, что, в свою очередь, позволяет значительно уменьшить число всех последующих операций цифровой обработки сигнала.

Применяемый в данное время для демодуляции группового сигнала OFDM метод быстрого превращения Фурье (БПФ) обеспечивает линейность превращений сигнала и сравнительно малое число операций из его обработки. Однако, метод БПФ не исключает необходимости подстраивания фаз сигналов подканалов, а многоразовые операции «умножения-добавления» отсчетов сигнала уменьшают точность обработки. Кроме того, модульное наращивание демодулятора путем добавления новых частотных подканалов при использовании БПФ усложнено, поэтому разработка универсального квазикогерентного алгоритма демодуляции OFDM сигналов, что не имеет перечисленных выше недостатков является актуальной.

Литература

1. Мірошніков В.В., Міліх М.Л., Чумак О. І. Системи передачі цифрової інформації: Навчальний посібник за редакцією проф. Стеклова В.К. - К.: УНДІЗ, 2001. - 82 с.
2. Нетес В. А. Синхронная цифровая иерархия. - НТЦ Комсет. - 1990.- 50с.
3. Стеклов В. К., Беркман Л. Н. Проектування телекомунікаційних мереж. - К.: Техніка, 2002.- 792 с.
4. Беркман Л. Н., Щербина І. С., Чумак О. І., Рудик Л. В. Багатоканальні модеми. Монографія. – К: Зв’язок, 2006. – с. 149.

СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ С ТЕХНОЛОГИЕЙ MPLS

Зайченко Е.Ю. д.т.н., проф., **Зайченко Ю.П.** д.т.н. проф
УНК Институт прикладного системного анализа НТУУ «КПИ»
e-mail: zaych@i.com.ua

The Structural Synthesis of MPLS Computer Networks

The problem of structure synthesis of MPLS networks is formulated. The mathematical model is elaborated and the genetic algorithm for MPLS networks topological design under constraints on quality of service (Qos) is suggested. The experimental investigations of the suggested algorithm were carried out and the results presented

Одной из важных задач стоящих сейчас перед проектировщиками сетей с технологией MPLS – это задача структурного, или топологического синтеза сети, под заданную входящую нагрузку, в результате которого определяются общая структура сети, типы каналов связи, их пропускные способности, распределение потоков при ограничениях на заданный уровень QoS для потоков различных классов обслуживания (Class of Service) по критерию стоимости [1]. При этом в качестве дополнительных ограничений могут выступать показатели надежности и живучести сети.

Ранее задачи структурного синтеза сети с перспективными технологиями рассматривались для сетей с технологией АТМ (Asynchronous Transfer Mode) [2,3] и был разработан и исследован достаточно эффективный алгоритм оптимизации структурного синтеза, учитывающий специфику технологии АТМ в частности наличие нескольких категорий сервиса CBR, VBR и ABR.

Целью настоящей работы является постановка и формализация задачи синтеза структуры сетей с технологией MPLS и разработка соответствующего алгоритма её решения.

Постановка и математическая модель задачи.

Задано множество узлов сети $X = \{x_j\} \quad j = \overline{1, n}$ - маршрутизаторов MPLS (так называемых LRS – Label Switching Routers), их размещение по территории региона, набор пропускных способностей каналов связи $D = \{d_1, d_2, \dots, d_k\}$ из которых ведется синтез и их удельных стоимостей на длины $C = \{c_1, c_2, \dots, c_k\}$, определены классы обслуживания CoS (Class of Service), известны матрицы входящих требований для k -го класса $H(k) = \|h_{ij}(k)\| \quad i, j = \overline{1, n}; \quad k = 1, 2, \dots, K$, где $h_{ij}(k)$ – интенсивность k -го класса, который необходимо передавать из узла i в узел j в единицу времени (Кбит/с).

Кроме того, введены ограничения на показатели качества QoS для каждого класса k в виде ограничения на среднюю задержку $T_{\text{зад},k}$, $k = \overline{1, K}$.

Требуется найти структуру сети в виде набора каналов связи (КС) $E = \{(r, s)\}$, выбрать пропускные способности (ПК) каналов связи $\{\mu_{rs}\}$ и найти распределение потоков всех классов $F(k) = [f_{rs}(k)]$, таким образом, чтобы обеспечить передачу требований всех классов $H(k)$ в полном объеме и с задержками T_{cp} , не превышающими заданные $T_{\text{зад}}$ и при этом стоимость сети была бы минимальной. Математическая модель задачи имеет такой вид. Требуется найти:

$$\min_{E\{\mu_{rs}\}} C_{\Sigma}(M) = \sum_{(r,s) \in E} C_{rs}(\{\mu_{rs}\}) \quad (1)$$

$$\text{при условиях} \quad T_{cp}(\{\mu_{rs}\}; \{f_{rs}\}) \leq T_{\text{зад},k} \quad k = \overline{1, K} \quad (2)$$

$$f_{rs} < \mu_{rs} \quad \text{для всех } (r, s) \quad (3)$$

$$\mu_{rs} \in D \quad (4)$$

Данная задача синтеза относится к классу комбинаторных задач дискретного программирования и является NP-полной задачей. Поэтому для её решения предлагается генетический алгоритм структурного синтеза.

Алгоритм состоит из двух этапов: предварительного и основного.

На *предварительном этапе* синтезируется N начальных структур $\{E_1(0), \dots, E_i(0), \dots, E_N(0)\}$. Сначала из исходных узлов $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, синтезируется кратчайшее связывающее дерево (КДС), для чего используется известный алгоритм Исау-Вильямса.

Основной этап генетического алгоритма состоит из однотипных итераций, на каждой из которых изменение одной из структур, хранимых в памяти путем ввода или удаления неэкономичных каналов связи. В случае успеха новая структура записывается в память системы взамен предшествующей.

Указанные итерации проводятся до выполнения условия останова.

Данный алгоритм реализован программно и в докладе представлены результаты его экспериментальных исследований. Приведены примеры решения практических задач проектирования структуры сетей MPLS. Обсуждаются вопросы практического применения разработанного алгоритма.

Литература

1. Олвейн Вивьен. Структура и реализация современной технологии MPLS. Перевод с английского. Изд. дом «Вильямс», 2004. – 480 с.
2. Зайченко Е. Ю. Структурный синтез глобальных сетей с технологией ATM заданными показателями качества обслуживания. //Наукові вісті НТУУ «КПІ». - 2001. – №5. - С.5 - 11.
3. Зайченко Е. Ю. Сети ATM: Моделирование, анализ и оптимизация. – Киев, 2003. – 216 с.

НЕЧЕТКИЙ ПОДХОД К ОПИСАНИЮ СОСТОЯНИЙ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

Ботнар К.В.

Одесская государственная академия холода

e-mail: botnar_k@bk.ru

Fuzzy approach to the telecommunication network states description

The telecommunication network characteristics set was considered. These characteristics were described according to their fuzzy character as linguistic variables. Telecommunication network states based on described characteristics were determined and described as fuzzy sets.

Анализируя процесс функционирования телекоммуникационной сети (ТС) необходимо учитывать большое количество разнообразных характеристик. Эти характеристики могут относиться не только к технической стороне описания ТС, но и к таким факторам проектирования, как территориальный, социальный и т.п. Во многих случаях, при описании подобных характеристик, возникает проблема, связанная с трудностями четкого определения значений тех или иных характеристик. В наибольшей степени эта проблема касается тех характеристик, которые не могут быть описаны количественно. Учитывая такие особенности характеристик ТС, как качественный характер принимаемых ими значений, можно предположить, что эффективнее будет к описанию таких характеристик применить методы нечеткой логики. В свою очередь, агрегируя эти характеристики, можно выделить некоторые состояния, которые достигаются ТС при определенных значениях. Следует отметить, что зачастую четко и однозначно описать какое-либо состояние ТС точными значениями характеристик, которые его определяют, затруднительно. Исходя из этого, представляется логичным описывать состояния ТС, применяя аппарат нечеткой логики.

В докладе рассмотрено множество характеристик, которые описывают функционирование ТС. Эти характеристики описаны с учетом их нечеткого характера, что отражено в представлении характеристик в виде лингвистических переменных. Для каждой лингвистической переменной определено множество принимаемых значений. Каждый терм лингвистической переменной определен как нечеткое множество, для которого построена функция принадлежности. На основе определенных характеристик выделены некоторые возможные состояния ТС, которые определены как основные состояния ТС. Эти состояния представлены в виде нечетких множеств, для которых построены соответствующие функции принадлежности. Основные состояния ТС могут быть использованы для возможного определения текущего состояния сети в виде их приближения к основным состояниям.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Толупа С.В. к.т.н., Штаненко С.С.

ВИТИ НТУУ «КПИ»

e-mail: tolupa@ukr.net

Application of intellectual technologies for a management the technical state of networks of telecommunications

Analysis of the modern control the networks of telecommunications systems, in particular, tasks to monitoring, analysis and diagnostics of processes of networks showed that these tasks were included in the critical great number of tasks on a management the resources of networks and for their decision active voice of specialist and use of the different systems of providing of his activity is needed.

Концепция развития телекоммуникаций в Украине до 2010 года в соответствии с Законом Украины “О телекоммуникациях” определяет проблемы развития телекоммуникаций, стратегию и основные пути их решения, а также принципы обеспечения комплексного развития телекоммуникаций. Для реализации заданий, стратегия развития телекоммуникационных сетей должна базироваться на использовании новейших интеллектуальных и информационных технологий, которые отвечают международным стандартам, учитывать необходимость технологического взаимодействия всех сетей при предоставлении телекоммуникационных услуг, обеспечить повышение эффективности их функционирования [1].

Актуальность проблемы. В настоящее время нет ни одной области человеческой деятельности, которая не использовала бы возможности современных информационных и интеллектуальных технологий в отрасли телекоммуникаций. Сегодня мы являемся свидетелями стремительного развития мультисервисных сетей передачи данных (СПД), которые выполняют обработку и передачу всех типов данных и информации, доступ к которым можно получить в любой точке мира. Сеть передачи данных, будучи сложной организационно-технической системой, должна обеспечить бесперебойное и полноценное функционирование всех компонентов и гарантировать предоставление пользователям услуг связи и информатизации, в соответствии с принятыми оператором связи на себя обязательствами.

С ростом размеров, сложности оборудования и функциональных возможностей в значительной степени увеличивается ответственность за правильность и обоснованность решений, которые принимаются, для эффективного управления СПД. Кроме того, необходимо учитывать, что принимать решение придется в условиях неполной информации о состоянии элементов сети, ограниченного времени на анализ проблемных ситуаций. Все это приводит к несоответствию возможностей человека и сложности задач,

которые необходимо решать для поддержки сети в работоспособном состоянии, в частности, за счет использования современных методов ее диагностики. В связи с этим разработка и внедрение интеллектуальной системы поддержки принятия решения (ИСППР) для диагностики технического состояния современной СПД является актуальной научно-технической задачей [2].

Анализ современных систем управления телекоммуникационными сетями, в частности, задач мониторингу, анализа и диагностики сетевых процессов показал, что эти задачи входят в критическое множество задач по управлению сетевыми ресурсами и для их решения нужно активное участие специалиста и использование разных систем обеспечения его деятельности [2].

Анализ методов диагностики сетевых отказов (сигнатурный, статистический анализ, использование интеллектуальных (экспертных) систем, генетических алгоритмов, нейросетей и т.п.), и на основании сравнительного анализа диагностических моделей можно сделать вывод о целесообразности применения комплексного подхода к решению задач диагностики СПД, которая включает статистические методы, в дополнении к сигнатурным системам, а как система, которая дает возможность принять правильное решение, использовать интеллектуальную (экспертную) систему. Практика показывает, что у должностных лиц, от которых зависит качество и надежность функционирования СПД, очень мало времени на аналитическую работу, что позволяет избежать ошибок при принятии решений. Лучшим вариантом организации поддержки деятельности лиц, которые принимают решение, является создание вокруг них среды человеко-машинной поддержки, в которой главная роль отводилась бы СИППР [3].

На основании проведенного анализа направлений деятельности должностных лиц, руководителей функционированием СПД оператора связи, сделан вывод, что интеллектуальная составляющая занимает ведущее место в обеспечении принятия решений. Это дает возможность выбрать интеллектуальную систему как базу СППР, а экспертную систему – как ядро ИСППР. Из всех моделей представления знаний в ИСППР для диагностики СПД можно выбрать нечеткую продукционную модель, а математическое обеспечение ИСППР построить на основе нечеткой логики. Для реализации выбранного метода определения и идентификации системных отказов предлагаются модели сигнатурного и статистического анализаторов сетевого трафика, а для определения источников системных отказов и выбору вариантов по их устранению – нечеткая интеллектуальная система.

Литература

1. Концепція розвитку телекомунікацій в Україні до 2010 року. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 7 червня 2006 р. №316-р.
2. Герасимов Б.М., Дивизинюк М.М., Субач И.Ю. Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности. Севастополь. 2004. с. 320.
3. Частиков А.П., Кучер А.В. Интеллектуальные технологии в управлении сложными системами. Труды II Всероссийской конференции молодых ученых и студентов. 2005.

АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ TCP-СЕАНСА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ МОДЕЛЯХ БЛОКИРОВКИ ПАКЕТОВ

Старкова Е.В., Пастушенко О.Н.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

e-mail: Elena_Starkova@ukr.net

Analysis of TCP-session stability for different models of package blocking. In the article is offered the method of analysis of bifurcational properties of the dynamic systems represented by differential equalizations on the example of model of TCP-session of data communication for different models of package blocking.

К основным факторам, вызывающим потерю устойчивости телекоммуникационных систем (ТКС), можно отнести рост числа предоставляемых услуг; поддержка множества протоколов; увеличение числа пользователей услуг; повышение требований, предъявляемых к качеству обслуживания; несовершенство и противоречивость математических моделей и методов, которые положены в основу сетевых протоколов, и т. д. Данные факторы становятся причиной возникновения перегрузок сети, неконтролируемого роста задержек пакетов, переполнения буферов очередей на узлах сети и потерь сообщений. Таким образом, приобретает актуальность задача обеспечения устойчивости в рамках существующих средств управления сетевыми ресурсами.

При решении поставленной задачи за основу была взята модель, представленная нелинейным дифференциальным уравнением и описывающая процесс изменения скорости передачи данных TCP-сеанса при управлении длиной очереди с использованием механизма RED (Random Early Detection). При оптимизации сетевого управления в рамках данной модели можно получить, например, минимальное (заданное) время отклика канала либо значение окна передачи, а также определить и исследовать области устойчивого функционирования сети с целью своевременного выявления и предотвращения ее перегрузки и связанных с этим потерь пакетов. В данном случае применима методика, основанная на теории бифуркаций, с помощью которой можно проанализировать причины и последствия внезапных скачкообразных изменений в поведении динамической системы при незначительном изменении ее внутренних параметров или внешних условий.

Под устойчивостью понимался характер реакции сети как динамической системы на малое возмущение ее состояния. Тогда задача анализа устойчивости состоит в исследовании изменения во времени малого возмущения, вносимого в частное решение исходного уравнения. Согласно методике на первом шаге осуществляется поиск стационарных состояний системы (решений исходного уравнения). На втором производится анализ устойчивости системы в окрестности полученных стационарных решений. Далее осуществляется математический анализ бифуркаций, в широком смысле обозначающих всевозможные качественные перестройки и метаморфозы в поведении системы при изменении параметров, от которых зависит ее работа.

Рассмотрено две модели блокировки пакетов (потери сегментов данных): 1) вероятность блокировки P_L не зависит от времени и плотности потока данных $\lambda(t)$, т.е. $P_L(t, \lambda) = \text{const}$; 2) вероятность P_L имеет линейную зависимость от плотности потока $\lambda(t)$ ($P_L(\lambda, t) = k\lambda + b$, где $k = \frac{1}{\lambda_{\max}}$ и $b = 1 - \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\max}}$). В первом случае решением уравнения являются два действительных корня (решения исходного уравнения), во втором – три корня (действительный и два мнимых). В обоих случаях результаты анализа свидетельствуют о том, что, в целом процесс борьбы с перегрузками обладает устойчивостью. Точке бифуркации в рамках первой модели ($P_L(t, \lambda) = \text{const}$) соответствует случай, когда отбрасываются все приходящие сегменты пакета, т.е. вероятность блокировки сегментов равной единице ($P_L = 1$).

Литература

1. Синелобов А.В. Кинетическая модель TCP-сеансов передачи данных // Электросвязь. – 2005. – № 2. – С. 26-30.
2. Томпсон Дж.М.Т. Неустойчивости и катастрофы в науке и технике: Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 254 с.
3. Анищенко В.С. Устойчивость, бифуркации, катастрофы // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – № 6. – С. 105-109.

ДИНАМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ СКАЧКОВ ПО ЧАСТОТАМ В СЕТЯХ GSM

Лебедев О.Н. к.т.н., проф., Радзиевский А.В.

ИТС НТУУ «КПИ»

e-mail: lebedev@densoft.com.ua, radz@voliacable.com

The new concept of realisation slow frequency hopping is analysed a mode of dynamic frequency hopping (DFH). The main objective of this concept is tracing in dynamics change of quality used channel and selection of optimum frequencies for hopping via fast estimation of their quality.

Предметом исследования является динамический режим медленных скачков по частотам в сетях GSM. Основной концепцией динамического режим медленных скачков по частотам является отслеживание в динамике изменения качества используемого канала и подбора оптимальных частот в стек для перескока методом быстрой оценки их показателей качества.

Динамический режим реализуется 3-мя методами.

Метод полной замены частот в стеке. В этом методе все частоты, которые используются в стеке, в следующем периоде заменяются лучшими. Для всех доступных частот в системе необходимо проведение быстрых измерений и анализа их качества (на интерференционные замирания, уровень сигнал/шум и др.), что делает этот метод **сложным**. Причина этого является большой объем трафика данных между базовой станцией и пользователями, который затрачивается для модификации стека частот.

Метод наихудшей частоты. В каждом периоде модифицируется только одна частота в стеке с наихудшим значением показателя качества.

Метод порога сигнал/шум. Модификация частотной последовательности проводится реже периодической. Метод основан на измерениях показателя сигнал/шум для частот в стеке. Текущая последовательность частот модифицируется при условии, что измеренное соотношение сигнал/шум ниже требуемого порога хотя бы для одной из частот последовательности.

Исследование DFH проводилось на базе статистического материала полученного в результате моделирования сетей с различной абонентской емкостью опубликованных в ряде научных статей [1,2,3]

Анализ выполнялся с использованием показателя: количество пользователей, для которых обеспечивается связь с определенным качеством. Качество оценивалось показателем соотношения числа пользователей и частоты появления ошибок в принимаемых сообщениях. Допустимым значением был принято количество ошибок в сообщениях до 2% у более 90% пользователей.

Расчет проводился для 3-х режимов работы сети:

- а) Режим с фиксированными частотами в стеке (FXD) – при нагрузке 3 пользователя на физический канал.
- б) Режим со случайным перебором частот в стеке (RFH) – при нагрузке 4 пользователя на физический канал.
- в) Режим динамических скачков по частотам (DFH) – при нагрузке 6 пользователей на физический канал.

Результаты представлены на рис. 1 и в табл.1

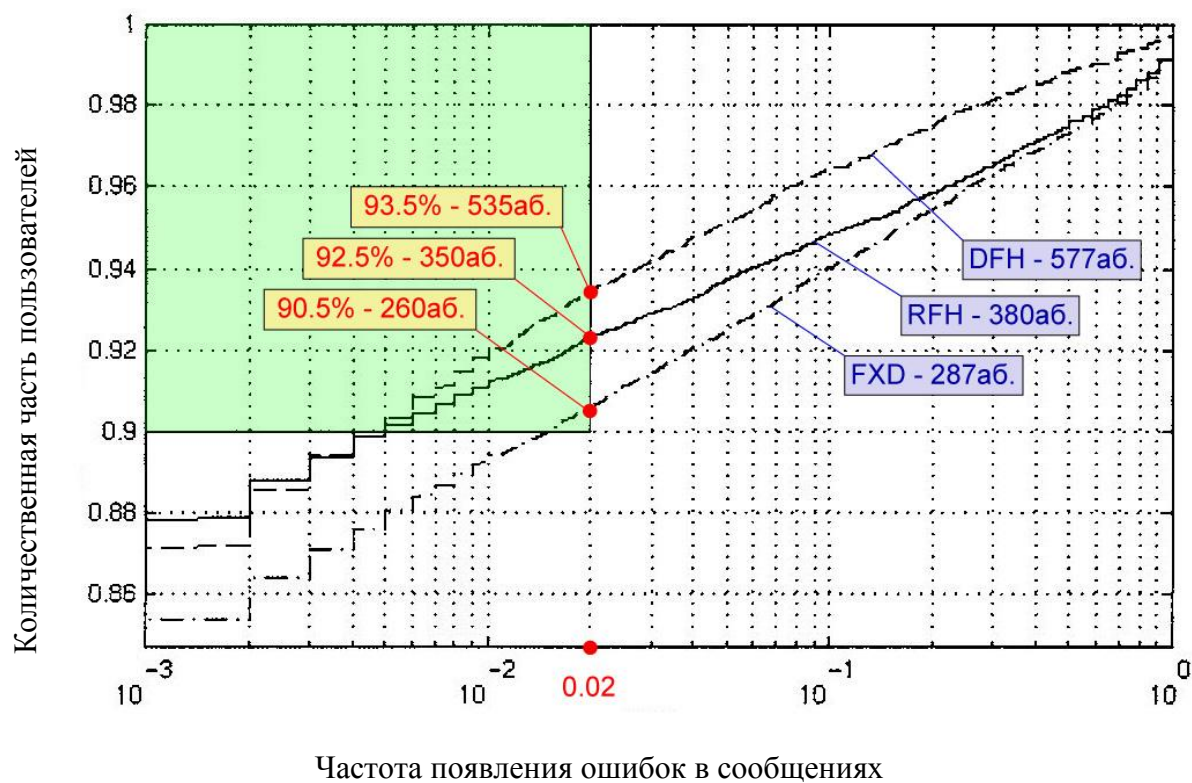


Таблица 1

Уровень качества обслуживания (предел количества появления ошибок в сообщениях)	Количество обслуживаемых абонентов с заданным качеством для трех режимов		
	FXD (3 пользователя на физ. канал) 287 аб. в сети	RFH (4 пользователя на физ. канал) 380 аб. в сети	DFH (4 пользователя на физ. канал) 577 аб. в сети
0,5%	253аб. (88%)	342аб.(90%)	521аб.(90,3%)
1%	256аб. (89.2%)	347аб.(91,2%)	531аб.(92%)
2%	260аб. (90,5%)	350аб.(92,5%)	535аб.(93,5%)
5%	265аб. (92,5%)	356аб.(93,8%)	535аб.(95,1%)

На рис. 2 представлены результаты Сравнения эффективности сетей сотовой связи с использованием различных методов DFH и "простого" псевдослучайного RFH. Кривые на рисунке соответствуют четырем методам:

- 1 – метод DFH полной замены
- 2 – метод DFH порога сигнал/шум при уровне порога 8 дБ
- 3 – метод DFH наихудшей частоты
- 4 – метод псевдослучайных скачков RFH

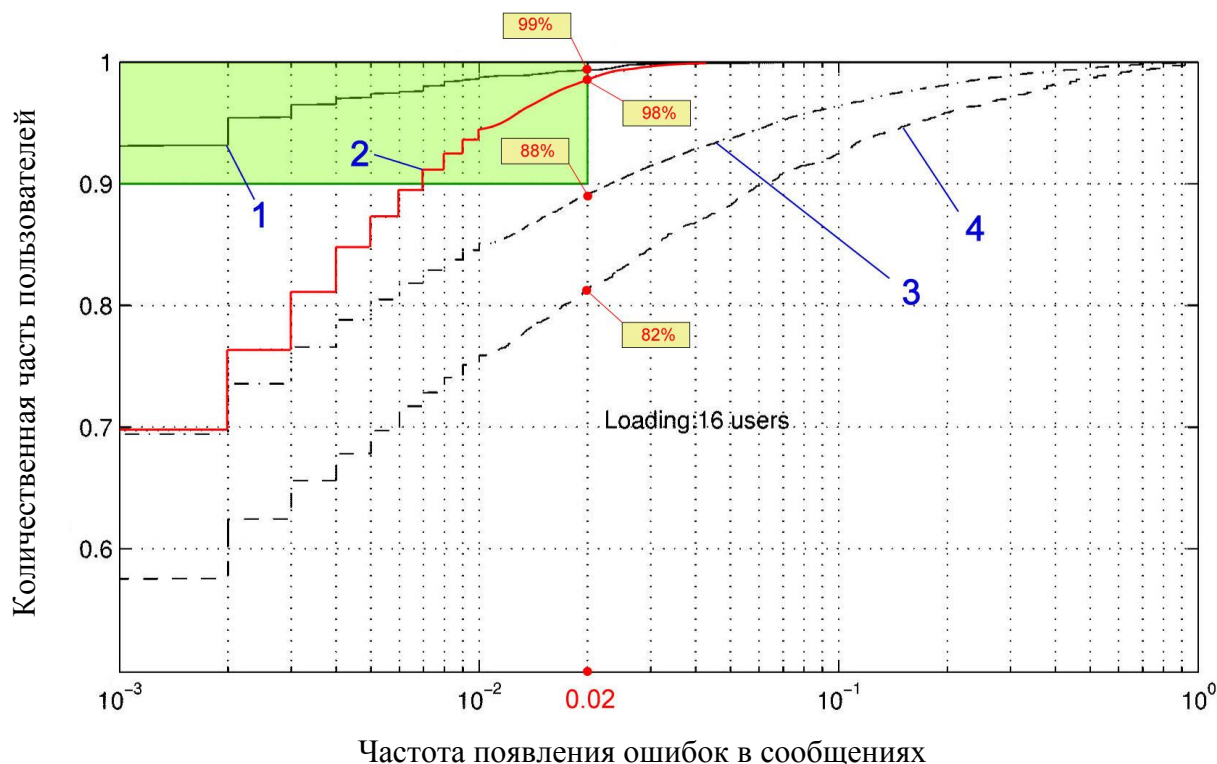


Рис. 2

На основании полученных результатов можно сделать такие заключения:

1. Установлено значительное преимущество динамического режима DFH перед режимом фиксированной(FXD) и случайной(RFH) смены частот в стеке.
2. Для реализации режима динамических медленных скачков по частотам целесообразно использовать метод порога сигнал/шум (SIR Threshold-Based Method), так как он содержит в себе сравнительно невысокую сложность реализации, и хорошую производительность.

Литература

1. Fundamentals of Dynamic Frequency Hopping in Cellular Systems. Zoran Kostic., *Senior Member, IEEE*, Ivana Maric., and Xiaodong Wang, *Member, IEEE*.
2. Performance and Implementation of Dynamic Frequency Hopping in Limited-Bandwidth Cellular Systems Zoran Kostic., *Senior Member, IEEE* and Nelson Sollenberger, *Fellow, IEEE*.
3. Dynamic Frequency Hopping in Cellular Fixed Relay Networks Omer Mubarek, B.S. January 2005.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ МОДЕРНИЗАЦИИ СЕТИ ДОСТУПА

Котова А.И.

Кафедра информационно-коммуникационных технологий ОГАХ

e-mail: Kotisa@mail.ru

Necessity of an access network modernization is caused by escalating users inquiries. Some features of an access network which reveal the problems arising by transfer of the digital information on an access segment are considered.

Современные оптоволоконные системы передачи данных позволяют организовать высокоскоростной информационный канал, который обеспечивает высокую надежность и качество передаваемой информации. Однако сети доступа (СД), которая соответствовала бы концепции МСЭ, не существует. Конечно, некоторые пользователи уже сейчас имеют оптоволоконный или беспроводной канал доступа, но затраты на его организацию, в таком случае, они берут на себя. Для большинства пользователей оплатить разработку и организацию новой СД затруднительно. Операторы, предоставляющие услуги, тоже не всегда оплачивают построение новой СД. Поэтому модернизация сегмента абонентского доступа является одной из главных задач развития всей телекоммуникационной сети.

Основная проблема при модернизации сети доступа связана с высокой стоимостью индивидуального оборудования и линий доступа. Большие затраты обусловлены необходимостью довести информационный канал до каждого пользователя, следовательно в качестве пользователей перспективной СД выступает все население рассматриваемого региона. Проблема последней мили до сих пор не решена. В масштабах города, а тем более страны затраты на создание сети доступа чрезвычайно велики. Вторая проблема заключается в выборе технологии для реализации доступа. И, если затраты можно рассчитать, и совместными усилиями пользователей, операторов и государства оплатить создание перспективной сети доступа, то выбрать оптимальную технологию доступа затруднительно. Для выбора необходимо учитывать требования пользователей, производителей оборудования и операторов предоставляемых услуг. При исследовании этих требований, необходимо, прежде всего, выделить группы пользователей.

В докладе рассмотрены некоторые типы требований пользователей к сети доступа, определяющие экономические, технические, социальные и территориальные возможности различных групп пользователей. Системный анализ выбранных требований позволит определить коэффициенты при каждом параметре, которые определяют вес параметра, его значение, важность с точки зрения оценки сети передачи данных. Это поможет оценить возможность использования существующей СД для передачи дискретной информации по аналоговой линии, а в случае, если необходимо заменить линии доступа, позволит определить пригодность той или иной технологии.

NMS - КОНТРОЛИРУЮЩАЯ СИСТЕМА NGN

Артеменко М.Е., д.т.н., профессор, **Литвинчук С.Н.**

Государственный университет информационно-коммуникационных технологий

E-mail: artemenko_m_ju@ukr.net

NMS – The Control System of NGN

The basic requirements to architecture, types of measuring and tasks of the monitoring systems of new generation mobile communication networks (NGN) are formulated.

Концепция NGN - перспективное эволюционное направление в развитии сетей телекоммуникаций общего пользования. Современные стадии эволюции NGN можно разделить на два основных варианта: сети, архитектура которых имеет два взаимодействующие CS (channel switch) и PS (packet switch) домены, а также сети, архитектура которых базируется на платформе IMS (IP Multimedia Subsystem) с широким спектром услуг и разными видами контента. Независимо от имеющейся стадии развития сети ее оператор должен применять систему мониторинга, что позволяет контролировать качество работы сети (QoS) и предотвращать аварийные ситуации.

Контролирующая система NGN (далее - NMS) строится в соответствии с функциональной моделью NGN и контролирует все реализованные в ней протоколы. Например, в список контролируемых протоколов входят уровень услуг (SIP, H.323, H.248, MGCP и т.п.), транспортный уровень (MPLS, BGP, EGP, Diffserv и т.п.), прикладной уровень (Diameter, SIP, AAA, Parlay и т.п.). В соответствии со стадией эволюции NGN, NMS может включать протоколы, которые реализуются в CS сетях (CKC7, EDSS1, Q.Sig и т.п.). Также NMS может использоваться в качестве части системы OSS (Operation Support System) и принимать участие в предупреждении аварий и в системах контроля производительности (performance management).

На первом шаге создания NMS, основанной на PES (PSTN/ISDN Emulation Sub-system) архитектуре, придется включить два комбинированных метода измерения – метод измерения протоколов PS (SIP, H.323, H.248, MGCP и т.п.) и метод измерения протоколов CS (CKC7, EDSS1, Q.Sig и т.п.). На втором шаге эволюции NGN, основанной только на IMS архитектуре, NMS должна реализовать весь спектр протоколов NGN на всех функциональных уровнях архитектуры NGN. Например, набор протоколов может включать MPLS, BGP, EGP, Diffserv, Diameter, SIP, AAA, Parlay и т.п.

С учетом рекомендации ITU-T Q.752, в NMS основанной на архитектурах PES и IMS должны быть определены следующие категории измеряемых значений:

- *дефект (fault - F)*. Измерения для процессов сообщений и выявления проблем, а также для выявления некоторых аномальных ситуаций в сигнальных сетях

СКС7, SIP и H.248, для технических средств NGN, включая их переконфигурирование и процедуру повторного запуска;

- *качество (quality - Q)*. Измерения для параметров качества сервиса для разных типов трафика, включая голосовой и видеотрафик в разных услугах; для процессов сообщений; для окончательных измерений гарантированного уровня сервиса, а также для разработки политики и стратегии оператора в сфере обеспечения определенного уровня сервиса.

- *трафик (traffic - T)*. Измерения параметров трафика реального времени на базе информации о IP потоках с целью идентификации любого нежелательного или несанкционированного трафика; изучение любых внутренних и внешних влияний на безопасность сети; определение по запросу параметров взаимодействий user-to-user, user-to-network, network-to-user; изучение тенденций изменений трафика; проведение предупредительных мероприятий;

- *отчетность (accounting - A)*. Измерения для обеспечения бухгалтерского учета и надежности данных с помощью сравнения;

- *управление и планирование сети (network administration and planning - N)*. Измерения для управления сетями СКС7 и NGN, в частности SIP и H.248, последующее планирование сети; оптимизация инвестиций в развитие инфраструктуры сети; планирование программ и услуг; подготовка данных трафика для последующего дизайна сети;

- *измерение почти реального времени (near-real-time measurements - R)*. Измерения для выявления любых дефектов в сети. Эти измерения должны рассматриваться как дополнительные к вышеприведенным измерениям.

Исходя из проведенного анализа и функциональных целей сетей управления и поддержки эксплуатации NGN, могут быть сформулированы следующие задачи для систем контроля NMS:

- мониторинг уровня сервиса как на уровне управления сетью, так и на уровне управления ресурсами;

- мониторинг проблем как в виде Выявления Проблем (Problem Detection), так и Реакции на Проблему (Problem Response). Выявление Проблемы должно относиться к уровню управления ресурсами, Реакция на Проблему должна отвечать уровню управления сетью;

- мониторинг выполнения Договора качества сервиса (Service Level Agreement - SLA) и Спецификации качества сервиса (Service Level Specification - SLS);

- мониторинг производительности IP трафика.

Литература

1. ITU-T Recommendation M.3900 “Methods of testing and model network architecture for NGN technical means testing as applied to public telecommunication networks ”, 2006.
2. 3GPP Specification TS 22.173 “IP Multimedia Core Network Subsystem (IMS) Multimedia Telephony Service and supplementary services; Stage 1”, 2007.