

Науково-технічна конференція

ПРОБЛЕМИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Збірник тез

**25–27 квітня 2007 року
м. Київ**



НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“Київський політехнічний інститут”
ІНСТИТУТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Перша
науково-технічна конференція
"ПРОБЛЕМИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ"
присвячена Дню науки в Україні
(ПТ-07)

25–27 квітня 2007 року

Збірник тез

м. Київ

Науково-технічна конференція "Проблеми телекомунікацій": Збірник тез.
К.: НТУУ "КПІ", 2007.

Даний збірник містить тези пленарних і секційних матеріалів студентів, аспірантів, спеціалістів і наукових співробітників, представлених на Науково-технічній конференції "Проблеми телекомунікацій", яка проводиться 25–27 квітня 2007 р. в м. Києві.

Робочими мовами конференції є українська, російська та англійська.

У збірник включені тези за такими напрямками:

- цифрове телебачення та радіомовлення;
- системи безпроводового доступу;
- проводовий зв'язок, оптоволоконні системи та мережі;
- інформаційні ресурси.

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

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ І ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Співголови:

ІЛЬЧЕНКО М.Ю. – проректор з наукової роботи НТУУ "КПІ", директор Інституту телекомунікаційних систем НТУУ "КПІ", член-кореспондент НАН України, д.т.н., професор.
ilch@uap.ntu-kpi.kiev.ua

БАРАНОВ О.А. – к.т.н., директор Департаменту з питань зв'язку та інформатизації Міністерства транспорту і зв'язку.
mail@stc.gov.ua, o.skybun@stc.gov.ua

Заступники голови

СУНДУЧКОВ К.С., д.т.н., професор, заступник директора з наукової роботи Інституту телекомунікаційних систем НТУУ "КПІ".
sun@densoft.com.ua

ЯЦУК П.П., перший заступник директора Департаменту з питань зв'язку та інформатизації Міністерства транспорту і зв'язку
mail@stc.gov.ua, o.skybun@stc.gov.ua

Члени комітету:

АРТЕМЕНКО М.Ю., д.т.н., проф., директор НДІПІ, зав. каф. ДУІКТ; artemenko_m_ju@ukr.net

БОБРОВ І.М., к.т.н., доц. ДП "Укркосмос", Київ; bobrov@ukrkosmos.kiev.ua

БЕРКМАН Л.Н., д.т.н., проф., зав. каф. ДУІКТ; kabinet_steklova@duikt.edu.ua

БУНІН С.Г. – *вчений секретар конференції*, д.т.н., проф., зав. каф. ІТС НТУУ "КПІ"; bunin@gu.net

ГОСТЄВ В.І., д.т.н., проф. ДУІКТ; kabinet_steklova@duikt.edu.ua; setel@nbi.com.ua

ГОФАЙЗЕН О.В., д.т.н., проф., нач. відділу телебачення УНДІРТ; gofaizen@uniirt.com.ua

ГІМПІЛЕВИЧ Ю.Б., д.т.н., проф. СевНТУ, Севастополь; gimpil@mail.ru

ГЛОБА Л.С., д.т.н., проф., зав. каф. ІТС НТУУ "КПІ"; gls@densoft.com.ua

ГУЦАЛЮК А.К., к.т.н., заст. дир. УНДІРТ; Gutsaluk@uniirt.com.ua

ДОРОВСЬКИХ А.В., д.т.н., проф., ІТС НТУУ "КПІ"; boss@densoft.com.ua

ЗАЙЧЕНКО Ю.П., д.т.н., проф., зав. каф. ІТС НТУУ "КПІ"; zaych@i.com.ua

КАРУШКІН Н.Ф., к.т.н., НДІ «Оріон», Київ; «Karushkin» ndiorion@tsua.net

КАТОК В.Б., к.т.н., Укртелеком, Київ; vkatok@ukrtelecom.net

КРАВЧУК С.О., к.т.н., доц. ІТС НТУУ "КПІ"; sakravchuk@ukr.net

КРИВУЦА В.Г., д.т.н., проф., ректор ДУІКТ;

ЛЕБЕДЄВ О.М., к.т.н., проф. ІТС НТУУ "КПІ"; lebedev@densoft.com.ua

ЛІПАТОВ А.О., к.т.н., проф. ІТС НТУУ "КПІ"; lip1929@i.com.ua

ЛОБКОВА Л.М., д.т.н., проф. СевНТУ, Севастополь; «prof, Lobkova» rt.sevgtu@stel.sebastopol.ua

ЛУК'ЯНЧУК О.Г., к.т.н., проф., проректор СевНТУ; sevgtu@stel.sebastopol.ua

МАКАРОВ О.А., к.т.н., директор ДП "Укркосмос";

МИХАЙЛОВ В.Ф., к.т.н., заст. директора УНДІЗ; post@uniis.kiev.ua

МИХАЙЛОВ М.К., к.т.н., директор УНДІРТ; Gutsaluk@uniirt.com.ua

МОЛЧАНОВ П.А., д.т.н., проф. ІТС НТУУ "КПІ"; itm@its.ntu-kpi.kiev.ua

НАРИТНИК Т.М., к.т.н., дир. Інституту електроніки і зв'язку; iec@naverex.kiev.ua

ОЛЕШКО Т.І., д.т.н., проф., проректор з наук.роб. ДУІКТ; setel@nbi.com.ua

ОЛІЙНИК В.Ф., д.т.н., член Національної комісії України з питань регулювання зв'язку;

ОТРОХ С.І., к.т.н., пров.спеціаліст ВАТ "Укртелеком";

ПІВНЮК О.В., віце-президент концерну РРТ; concern_rrt@online.com.ua, krrt@mci.ua

ПОПОВСЬКИЙ В.В., д.т.н., зав. каф. ХНУРЕ, Харків; tks@kture.kharkov.ua

РОМАНОВ О.І., д.т.н., проф. ІТС НТУУ "КПІ"; aromanov@sc.ukrtelecom.net

СЕМЕНКО А.І., д.т.н., проф. каф. ТС ДУІКТ; setel@nbi.com.ua , Гена Ронин <rsv_ronin@mail.ru>

СЛОБОДЯНЮК П.В., к.т.н., начальник Центру "Укрчастотнагляд";

СМИРНОВ В.С., д.т.н., проф., дир.НДІ телекомунікацій, зав.каф. "Радіоелектронних систем" ДУІКТ; kabinet_steklova@duikt.edu.ua; setel@nbi.com.ua

ТЕЛЕНИК С.Ф., д.т.н., проф., зав. каф. НТУУ "КПІ"; telenik@acts.kiev.ua

ТРУБІН О.О., д.т.н., проф. ІТС НТУУ "КПІ"; trubin@i.com.ua

ХІЛЕНКО В.В., д.т.н., проф., директор УНДІЗ; post@uniis.kiev.ua

ЦИДЕЛКО В.Д., д.т.н., проф. НТУУ "КПІ";

ЧМІЛЬ В.М., к.т.н., голова правління ВАТ "Сатурн", Київ; chmil@adamant.net

ШЕЛКОВНИКОВ Б.М., к.т.н., доц. ІТС НТУУ "КПІ"; jssaturn@kiev.ua; chmil@nbi.com.ua

shelk@ukrpost.net

ЗМІСТ

Пленарні доповіді

Яцук П.П. (перший заступник директора Держдепартаменту з питань зв'язку та інформатизації Міністерства транспорту і зв'язку) Реальний стан розвитку телекомунікацій та перспектива розвитку до 2010 року в Україні	13
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) Процесс конвергенции в телекоммуникационных сетях	15
Півнюк О.В. (віце-президент концерну РРТ) От опыта вещания цифрового ТВ передатчика К реализации в Украине Государственной программы внедрения цифрового телерадиовещания...	17
Поповський В.В. (д.т.н., зав. каф. ХНУРЕ, Харків) Стан та перспективи галузевої науки.....	—
Беркман Л.Н. (д.т.н., проф., зав. каф. ДУІКТ, Київ), Олешко Т.І. (д.т.н., проф., проректор з наук.роб. ДУІКТ, Київ), Артеменко М.Ю. (д.т.н., проф., дир. ННІТІ, зав.каф. ДУІКТ, Київ), Терещенко Н.М. (інж., аспір.) До питання про створення системи управління мережами NGN	18
Хіленко В.В. (д.т.н., проф., директор УНДІЗ), Михайлов В.Ф. (к.т.н., заст. директора УНДІЗ) Фиксированная телефония: социальное обслуживание или бизнес?	20
Семенко А.І. (д.т.н., проф. каф. ТС, ДУІКТ, Київ) Сучасний стан та перспективи розвитку технологій телекомунікацій	23

Секція 1. Цифрове телебачення та радіомовлення

Співголови:

К.т.н. Наритнік Т.М., Півнюк О.В., д.т.н., проф. Поповський В.В.

Доповідачі:

Ільченко М.Ю., Наритнік Т.М., Казимиренко В.Я. Мікрохвильова телерадіоінформаційна інтегрована система MITRIS-UMDS для надання мультимедійних інтерактивних послуг.....	26
Гофайзен О.В. Світова і національна стандартизація аудіовізуальних систем, служб і технологій	29
Маковеєнко Д.О., Лапін В.А. Особенности построения синхронных сетей цифрового телевидения	32
Наритнік Т.М., Казимиренко В.Я. Некоторые аспекты развертывания сети DVB-T	34
Мельник А.М., Михайлов Н.К. Роль и место спутниковых систем в реализации программы развития цифрового вещания в Украине	36
Іванов В.А. Сучасні наукові проблеми системного проектування базових технічних засобів радіодоступу	39
Бобров І.Н. Национальная спутниковая система связи и вещания на службе развития информационного общества в Украине	42
Горбач І.В., Дума М. Г. Гибридная цифровая распределительная сеть информационного обеспечения при переходе Украины на цифровое телерадиовещание	44
Волков С.Е., кер. Сундучков К.С. Спутниковый цифровой телепорт ГП "УКРКОСМОС" – современная база реализации Государственной Программы внедрения цифрового телерадиовещания в Украине	46

Секція 2. Системи безпроводового доступу

Співголови:

Д.т.н., проф. Бунін С.Г., к.т.н., доц. Кравчук С.О., д.т.н., проф. Семенко А.І.

Доповідачі:

Кайдено М.М. Принципы построения современных мультисервисных сетей беспроводного доступа	48
---	----

Прокопьев Д.А. Использование технологии IP/MPLS предоставления сервиса в сетях операторов связи с использованием протокола Frame Relay	50
Кравчук С.О. Пропускная способность систем беспроводного широкополосного доступа.....	52
Кравчук С.О. Проблемы развития MIMO технологии.....	54
Кравчук С.О. Сравнение эргодической пропускной способности традиционных однопролетных, многопролетных и кооперативных сетей широкополосного радиодоступа с ретрансляцией	56
Авдеев Г.Л., кр. Якорнов С.А. Перспективы использования методов пространственно-временной обработки сигналов в современных радиотехнических системах	57
Чайковский Ю.О., Кравчук С.О. Беспроводные широкополосные MESH сети	59
Журавков П.О., кр. Бунін С.Г. Взаимодействие узлов в сетях AdHoc, соединенных инфраструктурной сетью	61
Алексеев О.В., кр. Бунін С.Г., Максимов В.В. Моделирования manet сетей с помощью симулятора дискретных событий OMNET++ (INET Framework).....	63
Рибальченко О.О., кр. Бунін С.Г., Максимов В.В. Распределенная модель аутентификации в сетях AD-HOC	65
Середа А.С., кр. Бунін С.Г., Максимов В.В. Обеспечение безопасности в сетях AD HOC.....	67
Кузява М.А., Кравчук С.О. Безпроводові мережі широкосмугового доступу на базі технології MPLS.....	69
Валіков Д.П. Оценка пропускной способности систем связи с СШПС. 71	
Мошинська А.В. Учет характеристик линии связи при оценке информационных возможностей дискретных и непрерывных каналов связи	73
Волков С.Е., кр. Сундучков К.С. Особенности предоставления широкополосных услуг в сетях мобильной связи	75
Дорошенко Т.В. Определение «интермодуляционно несовместимых» групп частот в системах сотовой связи.....	77
Хлистун Т.М. Розширення спектра сигналів на основі ПСП значності 127 в системах з кодовим розділенням каналів	79

Огородніков М.Г. Стан і перспективи розвитку систем мобільного зв'язку CDMA	81
Бригинець Я.І. Сучасний стан і перспективи розвитку систем мобільного зв'язку стандарту GSM.....	83
Мальчук М.О., кер. Сундучков К.С. Анализ моделей распространения радиоволн в условиях плотной городской застройки .	85
Герасько А.І. Выбор математической модели распространения радиоволн и ее оптимизация при планировании определенного участка сети GSM.....	88
Пастушенко А.Н., Пастушенко М.С., Нечаєва О.В., Николаєв С.Н. Методика определения несущей частоты сигналов с фазовой манипуляцией в условиях априорной неопределенности.....	90
Светличенко І.М., кер. Якорнов Є.А. Использование различий в сферичности фронтов ЭМВ для увеличения развязки соканальных сот сети стандарта GSM	91
Роскошний Д.В. Перспективы применения FPGA при разработке современных систем беспроводного доступа	93
Черніков В.О. Сферический детектор для канала MIMO 2x2 в приемниках абонентских станций стандарта 802.16e	95
Якорнов Є.А. Повышение помехозащищенности систем беспроводного доступа на основе использования различий в сферичности фронтов электромагнитных волн полезных и помеховых сигналов.....	97
Лук'янчиков А.В. Анализ поляризационных характеристик антенн в системах беспроводной доступа.....	99
Білий А.Л., Виголов С.А., Лобкова Л.М., Троїцкий О.В. Компактная широкодиапазонная направленная антенна для систем беспроводного доступа	101
Лобкова Л.М., Мельник А.А., Редин М.І. Модифицированный спиральный облучатель сферической антенны.....	103
Дульгерова Є.О. Исследование фазовой манипуляции стандарта сотовой связи CDMA 2000	105
Звягольська Г.В. Оценка параметров нестационарного сигнала с использованием метода расширения пространства состояний	106

Секція 3. Проводовий зв'язок, оптоволоконні системи та мережі

Співголови:

Д.т.н., проф. Трубін О.О., к.т.н., проф. Лебедєв О.М., д.т.н., проф. Каток В.Б.

Доповідачі:

Каток В.Б. Аналіз характеристик одномодових оптичних волокон для телекомунікацій.....	108
Манько О.О., Манько В.О., Сукач Г.О. Forming of the transmission characteristics of thin films optical filters	110
Шпак В.М., Власов О.М. Залежність джитера гордона-хауса солітонних систем з дисперсійним керуванням від відстані поширення ..	112
Богданова І.В. Перспективы исследований межканальных помех в ВОСП со спектральным разделением каналов	115
Климаш М.М. Методи підвищення ефективності оптичних транспортних мереж	117
Тішин П.М., Гайворонська Г.С., Мельник М.М. Оценка параметров состояния нелинейной динамической системы в условиях нечетких помех.....	119
Васильев В.І., Вішталъ Д.М. Некоторые приложения теории монотонных бинарных структур к исследованию коммуникационных систем	121
Яландін П.М., кер. Сундучков К.С. Иерархическая структура сети системы пакетной коммутации и её назначение.....	123
Юрчук А.П., Семенко А.І. Использование сети электропитания для создания высокоскоростных информационных систем.....	125
Ладик О.І., Приходько Т.М. Підвищення ефективності технології передавання оптичних сигналів.....	128
Климаш М.М., Бурачок Р.А., Занічковський Ю. Динамічна модель надійності мультиплексора SDH	131
Кузнецова О.Ю., кер. Сундучков К.С. Математическая модель вероятности потерь пакетов в адаптивном маршрутизаторе.....	134
Зайченко Ю.П., Ахмед А.М Шарада. Оптимизация распределения потоков в сетях с технологией MPLS с учетом задержки в маршрутизаторах.....	136

Зайченко Ю.П., Ашраф Абдель -Карим Хилал Абу-Аин. Оптимизация структуры сети с технологией MPLS с размещением маршрутизаторов LRS и заданной структуре опорной сети	138
Зайченко Ю.П. , Мохаммадреза Моссавари. Анализ и экспериментальные исследования показателей живучести сетей с технологией MPLS	140
Лобкова Л.М., Головин В.В., Тищук Ю.М. Особенности формирования поляризаационной структуры поля гибридно-зеркальных антенн.....	142
Трубин О.О. Компактные диэлектрические антенны для беспроводных сетей широкополосного доступа	144
Дубік В.С., Якорнов Є.А. Підвищення завадозахищеності супутникових ретрансляторів на основі використання відмінностей в сферичності фронту електромагнітної хвилі сигналу та завади	147
Карнаух В.Я., Ильченко М.Ю., Пінчук Л.С. Реализация микроволновых фильтров для цифровых телекоммуникационных систем	149
Демидов І.В., Климаш М.М. Метод конфігурування розподілених підсистем управління інформаційними транспортними мережами	151
Гаркуша С.В., Коляденко Ю.Ю. Обеспечение электромагнитной совместимости в транкинговых системах связи	153
Кременецька Я.А., Манько О.О., Чайка В.Є. Синтезатор частот на основе генератора управляемого напряжением с низким уровнем шумов выходного сигнала.....	155
Кременецька Я.А., Чайка В.Є., Чайка Г.Є. Генерация колебаний в диапазоне 100-1000 ГГц в вакуумно-полупроводниковых диодах с катодом в виде обратносмещенного р-п-перехода в режиме управляемого лавинного пробоя	157
Горб В.М., Глушеченко Е.Н., Май В.І., Пік В.Н., Чмиль В.М. Автогенераторы приема – передающей аппаратуры в диапазоне частот 10 – 40 ГГц	159
Сундучков І.К., Чмиль В.М. Системи та елементна база ОАО „НПП „Сатурн” для телекомунікацій	161
Романов О.І., Василенко В.І., Чернишев В.А. Направления развития и методы научных исследований телекоммуникационных сетей.....	163

Смірнов В.С., Олешко Т.І., Самков О.В., Булгач Т.В., Олійник В.В. Теоретичні аспекти аналізу стійкості інваріантних підсилювально- перетворювальних систем телекомунікаційних комплексів з fuzzy – регуляторами.....	165
Хряпа О.В. Практическое применение системы мониторинга Nagios на примере сегмента сети НТУУ «КПИ»	167
Гайворонська Г.С. Метод формализации описания процесса эволюции телекоммуникационной сети	168
Павлов С.В. Снижение размерности пространства параметров предоставления инфокоммуникационных услуг	170
Ганницький І.В., Гайворонська Г.С. Оценка влияния вероятностно- временной структуры потоков вызовов на объем оборудования телекоммуникационных сетей	171
Князева Н.О. Багатофакторний критерій якості інфокомунікаційних послуг.....	173

Секція 4. Інформаційні ресурси

Співголови:

Д.т.н., проф. Глоба Л.С., к.т.н., доц. Алексеев Н.А.,
д.т.н., проф. завід. каф. НТУУ "КПИ" Теленик С.Ф.

Доповідачі:

Давиденко О.А., Замирайло Н.В. Аспекты практического внедрения системы дистанционного обучения в ИТС.....	175
Іванов В.О., Глоба Л.С., Іванова Г.А., Терновой М.Ю. Підхід до створення інтерпретатора мови програмування в корпоративному середовищі	178
Терновой М.Ю., Глоба Л.С. Критерий ухода от нечеткости в экспертных системах	179
Курдеча В.В., Глоба Л.С. Розробка лабораторного практикуму з теми "Створення WAP-сайту"	181
Алексеев М.О., Пігіна Н.В. Аналіз сучасних технологій розподілених обчислень	183
Дорошенко Я.В. Общие вопросы обеспечения безопасности в мультисервисных сетях	185

Персіков А.В. Private security in smart environments in wireless local area networks.....	186
Шонін В.О., Кравчук С.О. Администрирование оборудования сети WIMAX.....	188
Кузьмініх Є.Д. Исследование методов оценки качества передачи речи в VoIP сетях.....	190
Лемешко О.В., Васюта К.С., Добришкін Ю.М. Распределение канальных ресурсов с использованием активных технологий.....	192
Дробот О.А., Гоголева М.А., Сімоненко Д.В. Влияние моделей обслуживания пакетов на качество решения маршрутных задач	194
Андрушко Д.В., Андрушко Ю.В., Фурсова О.Б. Экспериментальное исследование сетевых параметров при различных режимах работы сети.	196
Скулиш М.А., Глоба Л.С. Аналіз розподілу інформаційних потоків у безпроводових мережах широкосмугової передачі даних.....	198
Тарасенко О.І., Кравчук С.О. Моделирование систем беспроводного широкополосного доступа в среде NETWORK SIMULATOR.....	200
Бородавко С.М., Максимов В.В. Построение структуры модели GPSS на основе алгоритма работы телефонной сети.....	201
Єременко О.С., Персіков А.В. Методика исследования влияния повторных передач на показатели сети следующего поколения	203
Шелковніков Б.М., Ящук О.С. Проектирование беспроводной части системы связи WIMAX при помощи программы EDX SIGNALPRO™ ...	205
Сімоненко Д.В., Старкова Е.В. Решение задач маршрутизации с использованием аппарата теории игр	208

Пленарні доповіді

УДК 621.391

РЕАЛЬНИЙ СТАН РОЗВИТКУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ДО 2010 Р.

Яцук П. П. *E-mail: mail@stc.gov.ua*

Сьогодні вже ні у кого не виникає сумнівів стосовно того факту, що людство увійшло до ХХІ століття з іншими пріоритетами. Провідну роль в житті суспільства та людства все більше відіграють інформаційні та комунікаційні технології (ІКТ). Про що свідчать темпи приросту галузей економіки України за 2006 рік, серед яких темпи приросту сфери телекомунікацій склали найвищий показник – 22,2%.

Протягом минулого 2006 року сфера телекомунікацій працювала стабільно. Зберігались та примножилися позитивні тенденції розвитку та модернізації технічних засобів сфери телекомунікацій, нарощувались темпи надання телекомунікаційних послуг, поліпшувалась їх якість та запроваджувались нові технології та послуги.

Обсяг телекомунікаційних послуг, наданих операторами усіх форм власності, склав близько 33,5 млрд. грн., з них населенню – 13,3 млрд. грн. Споживання телекомунікаційних послуг на одного жителя України зросло майже на 22% і склало 284 грн. проти 233 грн. за 2005 рік.

Найвищими темпами зростали обсяги послуг рухомого (мобільного) зв'язку (38,6%), передачі та прийому телевізійних і радіо програм, радіозв'язку (26,7%) та комп'ютерного зв'язку (24,4%).

У загальному обсязі послуг найбільш питому вагу складають такі послуги, а саме: майже 60% - рухомий (мобільний) зв'язок, 18,4% міжміський та міжнародний зв'язок, 9,5% - комп'ютерний зв'язок.

За рахунок нових прибуткових телекомунікаційних послуг, нових технологій, введення в дію нових об'єктів і потужностей зв'язку, розвитку засобів зв'язку та модернізації обладнання, створено додатково 5,5 тис. нових робочих місць.

Розвиток телекомунікацій та мереж поштового зв'язку здійснювався за рахунок значного обсягу капітальних інвестицій. Операторами всіх форм власності протягом останнього року освоєно понад 9 млрд. грн. капітальних інвестицій. При цьому, на відміну від 2005 р. коли у загальному обсязі домінували переважно іноземні інвестиції, у 2006 р. фінансування на 66% забезпечувалось за рахунок власних коштів. Збереглась тенденція зростання обсягів прямих іноземних інвестицій, залучених у галузь зв'язку та інформатизації. Операторами усіх форм власності збудовано і введено в експлуатацію понад 641 тис. номерів АТС.

Станом на 01.01.2007 монтована ємність телефонної мережі загального користування становить понад 12,5 млн. номерів, а щільність основних телефонів на 100 мешканців виросла до 26 одиниць. При цьому досягнуто рівня цифровізації телекомунікаційного обладнання у міській телефонній мережі понад 58%, а на сільській – понад 36%.

Стратегічною метою на середньострокову (до 2010 року) перспективу, має стати ліквідація накопичених проблем розвитку і підготовка до подальшого прискореного розвитку українських телекомунікацій на базі технологій мереж наступного покоління, включаючи підготовку до впровадження цифрового телерадіомовлення.

Це дасть можливість забезпечити загальнодоступними телекомунікаційними послугами усіх потенційних споживачів, що сприятиме прискоренню економічного та соціального розвитку країни, підвищенню її конкурентоспроможності у світовому співтоваристві, а також досягти стратегічних інтересів України та задовольнити потреби споживачів у високоякісних послугах телекомунікацій.

Розвиток національних телекомунікацій має відбуватись з дотриманням добросовісної конкуренції при удосконаленні регулювання галузі, зокрема щодо запобігання зловживанню ринковою владою, забезпечення оптимального співвідношення регуляторної та конкурентної політики, посилення контролю за якістю послуг та рівнем їх цін.

ПРОЦЕСС КОНВЕРГЕНЦИИ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ

Ильченко М.Е., Кайденко Н.Н.,
Кравчук С.А. *E-mail: sakravchuk@ukr.net*

Равенство в возникающем информационном обществе не возникает автоматически. Напротив, его достижение становится одной из самых трудных задач сохранения и развития демократии в новых условиях. По мере развития телекоммуникационных технологий все более актуальной становится проблема доступа к информационным ресурсам, она становится все более многосторонней, вовлекающей разнообразные факторы не только технологического, но и социального и коммуникационного характера.

Проблема доступа традиционно была актуальна для телекоммуникационного рынка с момента зарождения телефонии в начале XX века, доступ к телефонным услугам каждого жителя вне зависимости от места его расположения стало неременным требованием к новой на тот момент индустрии связи.

С развитием технологий появлялись новые услуги и, соответственно, новые сети, которые развивались самостоятельно и независимо друг от друга. Телеграфные, телефонные, радиовещательные, телевизионные сети и Интернет были и до сих пор остаются в большинстве своем независимыми друг от друга.

В современном информационном обществе подход технической независимости различных источников информации уже неприемлем, возникает необходимость в создании открытой телекоммуникационной инфраструктуры с учетом конвергенции средств массовой информации и коммуникационного сектора, что должно обеспечить доступ каждому индивидууму ко всем информационным ресурсам в «едином пакете». Происходит переход от понятия предоставления услуги к понятию предоставления сервиса. Последний подразумевает самостоятельно определяемый абонентом набор услуг, который он получает от единого поставщика с гарантированным качеством обслуживания.

В докладе рассматриваются несколько аспектов конвергенции: услуг, оборудования и сетей. Конвергенция услуг обеспечивает пользователям новые расширенные функциональные возможности. Конвергенция оборудования позволяет, например, объединить в единое устройство телефон, персональный компьютер и телевизор. Конвергенция сетей, чему в настоящем докладе уделяется главное внимание, означает сближение или объединение различных сетевых технологий для создания возможностей предоставить пользователям разнородные услуги.

Вполне логичным выглядит конвергенция сетей фиксированной и сухопутной подвижной связи. Сравнение архитектуры и принципов функционирования этих беспроводных сетей показывает их идентичность, за исключением «последней мили» и функции хэндовера.

Подводя итоги рассмотрения в докладе процесса конвергенции в телекоммуникационных сетях можно выделить следующие происходящие фундаментальные тенденции в телекоммуникациях:

- кардинальное изменение сетевых архитектур, отказ от жесткой иерархии сетей, характерной для «классических» телефонии и телеграфии;
- функциональное разделение уровней транспортной коммутируемой сети и уровня формирования услуг;
- услуга связи как таковая перестает быть существенной ценностью для пользователя. Телекоммуникации (как минимум, на массовом рынке) все больше приближаются к модели коммунальных услуг. В жилищах и офисах появляется «розетка со связью»;
- телекоммуникации неизбежно начинают расслаиваться на 2 части: инфраструктурную и сервисную;
- переход «от телекома к инфокому» связан с радикальными изменениями во всем телекоммуникационном и информационном бизнесе, а также смежных отраслях;
- очевиден приоритет в будущем сервиса (в широком смысле) над инфраструктурой;
- изменения не могут быть только «автоматическими». Потребуется: спокойное осознание происходящих изменений и кардинальное изменение нормативной базы;
- умение искать решения, взаимоприемлемые для всех участников процесса: пользователей, телекоммуникационных компаний и контент-провайдеров.

ОТ ОПЫТА ВЕЩАНИЯ ЦИФРОВОГО ТВ ПЕРЕДАТЧИКА
К РЕАЛИЗАЦИИ В УКРАИНЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ
ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ

Пивнюк А.В. *E-mail: concern_rrt@online.com.ua*

1. Опыт Концернa PPT по организации вещания первого цифрового передатчика стандарта DVB-T в г. Киеве.
2. Работа Концернa PPT по реализации создания экспериментальной многоканальной эфирной телесети распространения телепрограмм в стандарте DVB-T в г. Киеве.
3. Основные положения и направления Концепции и Государственной программы внедрения цифрового телерадиовещания.
4. Создание сегмента сети наземного цифрового вещания в 2007 году. Планы и перспективы.
5. Стратегия Концернa PPT по реализации в Украине проекта внедрения цифрового телерадиовещания.

ДО ПИТАННЯ ПРО СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ
МЕРЕЖАМИ NGN

Олешко Т.І., Артеменко М.Ю., Беркман Л.Н.,
Терещенко Н.М. *E-mail: kabinet_steklova@duikt.edu.ua*

Особливістю концепції побудови NGN є створення мережі зв'язку, яка забезпечує надання необмеженого набору послуг з гнучкими можливостями їх управління, персоналізації і створення нових послуг за рахунок уніфікації мережевих рішень. При цьому передбачається побудова універсальної транспортної мережі з розподіленою комутацією, винесення функцій надання послуг в кінцеві вузли і інтеграцію з традиційними мережами зв'язку. Відзначимо, останнє твердження суперечить концепції побудови інтелектуальної мережі, яка беззаперечно є найбільш адекватною платформою для NGN. Дійсно вузол управління послугами SCP, який здійснює управління наданням послуг в відповідності з правилами побудови інтелектуальної мережі і належить оператору мережі зв'язку, є обов'язковим в концепції NGN. Таким чином, задачі системи управління (СУ) NGN і інтелектуальної мережі співпадають. СУ повинна забезпечувати необхідну якість послуг, а саме: відхилення параметру від норми повинно бути не більше допустимого значення. Як відомо, основна проблема управління послугами в інтелектуальній мережі полягає в тому, що спектр і кількість послуг зростає практично необмежено. Це приводить до неконтрольованого збільшення управляючої інформації.

Пропонується методика розрахунку кількості управляючої інформації на основі інформаційно-ентропійного методу. Нехай процес функціонування мережі в кожний момент часу t характеризується вектором змінних станів $\{x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)\}$ або функціоналом $\Phi\{x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)\}$. Вказані змінні станів є випадковими величинами зі своїми законами розподілу $p(x_i)$. Управління мережею – процес зведення змінних стану мережі за заданий час з початкового стану до оптимального.

При цьому вимоги до точності управління мережею часто поєднуються з вимогами збільшення швидкості протікання процесу. У термінах теорії інформації є визначення: процес управління мережею є процесом зменшення невизначеності стану мережі, що може бути чисельно виражено як зміна ентропії мережі в процесі управління, оскільки ентропія визначає відхилення параметрів мережі за даний момент часу.

Відомо, що середня кількість інформації при перенесенні сигналу дорівнює різниці ентропії розподілу ймовірностей цієї величини до і після отримання сигналу. Таким чином, визначивши зміну ентропії керованого процесу функціонування мережі в процесі управління, можна визначити кількість інформації, необхідної для отримання заданого відхилення ймовірності змінних стану мережі. Отже, приріст (зменшення) ентропії буде визначатися як:

$$H(t) - H(t-1) = \log \frac{\sigma_1(t)}{\sigma_1(t-1)} + \dots \log \frac{\sigma_n(t)}{\sigma_n(t-1)},$$

і для оцінки кількості інформації, яка передається в системі управління мережею, необхідно оцінити відношення середньоквадратичних відхилень параметрів повідомлень, що досліджуються в мережі в різних ситуаціях, а така оцінка може бути зроблена за вимогами до параметрів основної мережі.

Використовуючи оцінки інваріантності до ε , отримаємо вираз, що визначає необхідну кількість інформації ΔH :

$$\Delta H = K \left(\log \frac{\sigma_1}{\sigma_1} + \log \frac{\sigma_2}{\sigma_2} + \dots + \log \frac{\sigma_n}{\sigma_n} \right),$$

де σ_i - можливі середньоквадратичні відхилення контрольованих параметрів інформаційної мережі від необхідних значень;

$\overline{\sigma_i}$ - середньоквадратична допустима похибка контрольованих параметрів інформаційної мережі від необхідних значень; $i=1,2,\dots,n$;

K - коефіцієнт, який залежить від типу каналу зв'язку, що використовується.

Запропонована методика дозволяє знайти необхідний мінімум інформації, при якому параметри мережі матимуть задану точність.

ФИКСИРОВАННАЯ ТЕЛЕФОНИЯ:
СОЦИАЛЬНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ИЛИ БИЗНЕС?

Хиленко В.В., Михайлов В.Ф. *E-mail: post@uniis.kiev.ua*

Либерализация телекоммуникационного рынка заставила государства проводить регуляторную политику, одной из задач которой было обеспечение населения универсальными (социально доступными) услугами в рыночных условиях. Поскольку универсальные услуги должны предоставляться всем слоям населения по всей территории страны как услуги определенного качества и по доступным ценам, то прежде всего последнее обстоятельство предопределило выбор операторов фиксированных сетей в качестве поставщиков этих услуг. Регулируемые государством социально доступные низкие тарифы на телефонные услуги вынудили операторов проводить политику перекрестного субсидирования, при котором убыточность услуг местной телефонии компенсировалась высокими ценами на международную и междугородную связь. С рыночных позиций трудно объяснить, почему решение социальной проблемы общества государство возлагает на операторов фиксированных сетей, оставляя в стороне операторов мобильных и IP сетей. Это обстоятельство уже сыграло свою роль и сильно сказалось на доходности и рыночных позициях операторов фиксированных телефонных сетей и особенно в странах с малыми удельным ВВП, средней заработной платой и, соответственно, с небольшим уровнем потребления телекоммуникационных услуг.

Нами анализировались и прогнозировались вопросы и мобильных и IP операторов, и конкуренции украинского традиционного оператора подобно Укртелекому и были показаны в перспективе потери его доходности и конкурентоспособности. В этой работе в числе прочих вопросов рассматривалась эффективность хотя бы частичного улучшения состояния украинского оператора фиксированной связи за счет тарифного

регулирования. В частности оценивалось влияние на доходность повышения тарифов на местные телефонные разговоры. Расчеты показывают, что увеличение тарифов в несколько раз может повысить доходность и сделать его конкурентоспособным по отношению к операторам мобильных сетей. Также был сделан вывод, что, по-видимому, предельным можно считать трехкратное повышение тарифов, при котором начнется уменьшение объема потребляемых услуг. Однако происшедшие изменения на украинском телекоммуникационном рынке услуг и особенно на мобильном с момента проведения расчетов дает основание предполагать, что в настоящее время допустимый уровень повышения тарифов должен быть снижен и потому соответственно снижается эффективность этого метода регулирования.

Более эффективным путем обеспечения универсальных услуг и снятия бремени с оператора является создание компенсационного фонда (фонда универсальных услуг). По этому пути пошли развитые страны и в настоящее время вопрос подобным образом обсуждается и в Украине. Следует также отметить, что развитие мобильной связи сейчас подняло доступ к услугам связи на новый уровень и это побуждает пересмотреть существующее отношение к фиксированной и мобильной связи с точки зрения использования последней для решения социальных задач.

Однако не следует считать, что только из-за позиционирования фиксированной телефонии как социальной услуги, а не бизнеса, ухудшаются экономические показатели работы операторов. Тревожные симптомы в мировом развитии традиционной фиксированной телефонии отчетливо прослеживались уже в конце 90-х годов прошлого столетия. Становились все более очевиднее преимущества новых сетей, базирующихся на IP протоколе. В начале текущего столетия появилась концепция создания сетей NGN, которые, конвергируясь с существующими телефонными, постепенно вытеснят и заменят их. Преимущества NGN очевидны: выигрыш в капитальных и

эксплуатационных затратах, универсальность сети, возможность создания принципиально новых услуг и др. Другим фактором, повлиявшим на положение фиксированных телефонных сетей являлось бурное развитие мобильных сетей, которые, обладая рядом преимуществ (меньшая величина капитальных затрат, большие доходы, быстрота развертывания, мобильность предоставляемых услуг и др.), в течение 90-х годов совершили поразительный скачок в развитии, уравнивая в 2002 г. количество своих абонентов и фиксированных телефонных сетей. Это произошло в значительной мере за счет перераспределения пользователей, повлияв на темпы развития фиксированных сетей, и что не замедлило сказаться на доходах их операторов. С 1999 г. доходы от европейских фиксированных сетей начали снижаться. Замедлился и даже прекратился рост количества абонентов в ряде стран, что наблюдается и в странах Центральной и Восточной Европы. Начиная с 1999 г., телефонная плотность в Чехии и Венгрии остановилась на уровне 39%. А в Польше уменьшился рост с 2000 г.

Аналогичные процессы начинают происходить в Украине. В конце 2004 г. количество абонентов мобильных сетей связи превысило количество абонентов фиксированной телефонной связи и этот разрыв продолжает увеличиваться. По данным Госкомитета статистики Украины темпы роста доходов операторов фиксированной сети уменьшаются и доля предоставляемых услуг фиксированной телефонной сети в общих доходах связи с 2001 г. по 2005 г. снизилась почти вдвое. Перспективы дальнейшего развития фиксированной телефонии достаточно скромны: в соответствии с Концепцией развития телекоммуникаций Украины до 2010 г. предполагается ежегодное введение 800 тыс. номеров, из которых почти половина приходится на замену устаревшего оборудования. В результате абонентская плотность сети достигнет 31%.

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Семенко А.І., E-mail: setel@nbi.com.ua

Стратегічним завданням в галузі зв'язку є побудова інформаційного суспільства, економічним критерієм якого є одержання біля 50% валового внутрішнього прибутку від інформаційних послуг, виробництва та продажу телекомунікаційного обладнання. В технічному плані в такому суспільстві повинна бути створена національна мультисервісна мережа, що може надавати будь-які інформаційні послуги, будь-де і будь-коли.

Основним завданням при створенні телекомунікаційних систем є забезпечення максимальної пропускної спроможності систем передачі C при наявній смузі пропускання лінії зв'язку ΔF . Відповідно до формули Шеннона

$$C = \Delta F \log\left(1 + \frac{P_c}{P_{\text{ш}}}\right) \text{ [біт/с]}, \quad (1)$$

де P_c , $P_{\text{ш}}$ - середня потужність сигналу та шумів.

Враховуючи дефіцит частотного ресурсу та необхідність досягнення максимальної швидкості передачі інформації широке застосування мають багатопозиційні фазо- і амплітудно-фазоімпульсні системи – ФМ, PSK (Phase –Shift Keying) та КАМ, QAM (Quadrature Amplitude Modulation) [1,2]. Наприклад, особливо ефективною є амплітудно-фазова модуляція з подавленням несучої CAP (Carrierless Amplitude and Phase Modulation)-CAP-64, CAP-128 [2,3].

Для підвищення завадостійкості систем передачі використовують завадостійке кодування сигналу. Найбільше поширення набули блокові коди БЧХ (Боуза-Чоудхурі-Хоквенгема), коди Ріда-Соломона, а також безперервні згорткові коди з декодуванням їх за алгоритмом Вітербі[1]. Декодування таких сигналів за спеціально створеними алгоритмами дозволяє одержати додатковий енергетичний вигреш до 4 – 8 дБ.

В 90-х роках був запропонований новий клас кодів – турбокоди, при яких здійснюється паралельне кодування сигналу. Декодування даних сигналів забезпечує прийом сигналу з перевищенням теоретичної межі завадостійкості на 0,7-1 дБ.

Із формули Шеннона (1) видно, що будь-яка велика пропускна спроможність системи може бути досягнута за рахунок використання сигналу з будь-яким широким спектром. Такі системи зв'язку були визначені як широкосмугові системи передачі з шумоподібним сигналом [1,4,5].

Корисною особливістю систем з шумоподібним сигналом є їх високі конфіденційність і завадостійкість, особливо до вузькосмугових завад.

Системи передачі використовують різні канали зв'язку, які визначають вид системи .

Традиційним каналом зв'язку в системах вважається симетрична кабельна лінія з мідними жилами.

Останнім часом здійснюється інтенсивна цифровизація мереж зв'язку. При цьому використовується існуюча абонентська мережа. Враховуючи, що в абонентських лініях використовується тільки незначна частина смуги пропускання, були розроблені технології xDSL (Digital Subscriber Loop), які дали друге життя абонентським лініям [3,6].

Використання часового методу багатоканального доступу, спеціальних методів модуляції і кодування сигналів дозволили створити на основі абонентських ліній високошвидкісні цифрові системи передачі сигналу HDSL (Higt-bit-rate Digital Subscriber Loop)[3,6] .

Особливо перспективне використання абонентських ліній на основі технології HDSL з застосуванням методу модуляції CAP-64 – модем WATSON3 (2 пари, 1168 кбіт/с), CAP-128 – модем WATSON4 (1 пара, 2320 кбіт/с). Перевагою даного методу модуляції є доволі вузька ширина спектру – біля 250 кГц, що дозволяє забезпечити доволі значну довжину лінії зв'язку – до 12 км при діаметрі жили 0,9 мм [3].

Для підключення до мережі Інтернет широко використовується технологія ADSL(Asymmetric Digital Subskriber Line), яка дозволяє одержувати інформацію по одній парі зі швидкістю до 8 Мбіт/с на відстані до 5 км [6].

Новітня технологія VDSL (Veri Higt-bit-rate Digital Subscriber Loop), що являє собою кінцеву технологію xDSL, дозволяє одержувати інформацію по одній парі зі швидкістю до 52 Мбіт/с на відстані до 1,5 км при пересилці чарунок ATM (Asynchronous Transfer Mode) [6].

Значну перспективу для створення телекомунікаційних систем відкриває використання готової проводової мережі електроживлення та мережі проводового мовлення.

В телекомунікаціях знайшли широке використання радіосистеми .

В даний час лідерське положення в наданні телекомунікаційних послуг населенню займають системи мобільного зв'язку [7]. В Україні сьогодні вже більше 51 млн. абонентів мобільного зв'язку. В основному використовуються системи мобільного зв'язку GSM-900/1800 (Global System for Mobile Communications).

Перспективною є система CDMA (Code Division Multiple Access) з кодовим розподілом каналів, яка складає основу систем мобільного зв'язку 3-го покоління 3G (Third Generation Network). Перевагою систем є висока конфіденційність повідомлень, висока завадостійкість, знижена потужність випромінювання[7,8].

Завдяки появі на ринку інтегральної елементної бази в середині 90-х років почали створювати персональні бездротові мережі передачі даних[5].

Широке використання набули локальні бездротові системи зв'язку WLAN (Wireless Local Area Network) з радіусом дії сотні м- десятки км при потужності передавача до 100 мВт в діапазонах частот 2,4 ГГц (швидкість передачі сигналу 1,2,5,11,22,33 Мбіт/с) та 5,1-5,9 ГГц, (швидкість передачі сигналу 6,9,12,18,24,36,48,54 Мбіт/с) [5].

Використання більш високого частотного діапазону здійснено в новому стандарті WirelessMAN (Wireless Metropolitan Area Network) з комерційною назвою WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access). В системах забезпечується швидкість передачі сигналу до 120 Мбіт/с, діапазон робочих частот 2 – 11 ГГц, 10–66 ГГц [5].

Для локальних комп'ютерних мереж з радіусом до 100 м використовуються системи Wi-Fi (Wireless Fidelity) (робоча частота 2,4 ГГц, потужність передавача до 10мВт) [5].

Перспективними напрямками технологій телекомунікацій слід вважати:

1. Створення нових сигнально - кодових конструкцій шляхом застосування комбінованих методів маніпуляції і нових методів кодування сигналу з метою збільшення пропускнуєї спроможності систем передачі та покращення їх енергетики.

2. Створення інтелектуальних друкованих антенних пристроїв для нових систем Wi-Fi, WiMAX з покращеною енергетикою.

3. Створення телекомунікаційних систем в міліметровому діапазоні хвиль з робочою частотою до 100 ГГц.

4. Розробка методів проектування і технології виробництва телекомунікаційного обладнання, що забезпечують їх оптимальні характеристики за узагальненим критерієм: мінімальна вартість, максимальні параметри, максимальна надійність, мінімальні масогабаритні характеристики.

5. Підвищення рівня освіти студентів за напрямком “Телекомунікації”, розширення наукових досліджень і розробок за напрямком (за досвідом Південної Кореї високий рівень освіти і пріоритетний розвиток новітніх технологій забезпечили державі статус одного зі світових лідерів в галузі телекомунікацій).

Л і т е р а т у р а

1. Скляр Б. Цифровая связь.-М.,С-П., К.:Вильямс, 2004.-1104 с.
2. Багатоканальні модеми / Л.Н.Беркман, І.С.Щербина, О.І.Чумак, Л.В.Рудик / Під ред. С.Є.Захаренка.-К.: Зв'язок, 2006.-149 с.
3. Денисьєва О.М., Мирошников Д.Г. Средства связи для последней мили. –М.: ЭКО-ТРЕНДЗ-НАТЕКС, 1999.- 137с.
4. Вильмс Столлингс. Беспроводные линии связи и сети. М., С-П.,К.: Вильямс, 2003.- 639 с.
5. Широкополосные беспроводные сети передачи информации / В.М.Вишневский, А.И.Ляхов, С.Л.Портной, И.В.Шахнович. -М.: Техносфера, 2005.- 592 с.
6. Вальтер Горальски. Технологии ADSL и DSL. - М.: Лори, 2000. –432 с.
7. Веселовский Кшиштоф. Системы подвижной радиосвязи. М.: Горячая линия-Телеком, 2006.- 536 с.
8. Невдяев Л.М. Мобильная связь 3-го поколения. – М.: МЦНТИ, 2000. – 208с.

МІКРОХВИЛЬОВА ТЕЛЕРАДІОІНФОРМАЦІЙНА ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА MITRIS-UMDS ДЛЯ НАДАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ІНТЕРАКТИВНИХ ПОСЛУГ

Ільченко М.Ю., Наритник Т.М., Казіміренко В.Я.

E-mail: iec@naverex.kiev.ua

1. Вступ

У сучасному світі постійно зростає інтерес до отримання доступу до інформаційних ресурсів телевізійного мовлення, міжнародної комп'ютерної мережі Інтернет та інших. Усі системи доступу, як правило, базуються на службах передачі даних із використанням тих чи інших технологій (протоколів передачі).

На сьогодні існує багато технологій передачі даних, що забезпечують як доступ до Інтернет, так і інші послуги інформаційного обміну. Ряд систем забезпечує крім послуг передачі комп'ютерних даних також і послуги телевізійного мовлення. Ці системи, як правило, базуються на протоколі DVB-S в прямому каналі і на різних модифікованих протоколах – в зворотному.

До таких систем можна віднести зарубіжні LVDS, LMDS із використанням технології dvb; MMDS, що в прямому каналі для передачі даних використовує модифіковану технологію docsis, та інші. Безпроводові системи 802.11 (Radioethernet) надаючи послуги по передачі комп'ютерних даних, не призначені для надання послуг телевізійного мовлення.

Технологія WiMAX призначена для передачі даних, в тому числі мовлення через IP. Наявні на сьогодні системи WiMAX мають не досить значний каналний ресурс та апаратно не реалізовані для надання послуг телевізійного мовлення.

Технологія WiMAX використовує протокол мультисервісного доступу, визначений стандартом 802.16-2004. Радіоінтерфейс такої системи дозволяє реалізувати підвищену завадозахищеність в умовах впливу луна-сигналів (релеєвський розподіл завади та розподіл Райса).

Вітчизняна система МІТРИС-ІНТ, що приймається в якості прототипу, надає послуги доступу до служб, що базуються на передачі даних, а також до послуг телевізійного мовлення. В напрямку до абонента використовується канал DVB-S, а від абонента – канал, реалізований по спеціально розробленому протоколу із доступом за технологією TDMA на фізичному рівні.

Доступ до послуг телевізійного мовлення реалізується методом ретрансляції супутникового пакету телевізійних програм в зону обслуговування центральної станції системи.

Значний розмір зон обслуговування МІТРИС-ІНТ із використанням каналу DVB-S дозволяє обслуговувати просторово віддалених користувачів у радіусі до 50-60 км. Основні переваги МІТРИС перед іншими системами доступу в Інтернет:

- Швидкість розгортання системи;
- Велике охоплення користувачів з мінімальними витратами на комунікації;

- Можливість прийняття абонентами інформаційних потоків зі швидкостями до 34 Мбіт/с у прямому і до 2,5 Мбіт/с у зворотному каналах і більше;
- Простота інтеграції на радіоканалах із засобами безпроводового і супутникового зв'язку;
- Велика інформаційна ємність;
- Низька вартість розгортання;
- Низька вартість по критерію ціна/якість (ціна обладнання, розгортання/швидкість доступу, число абонентів);
- Можливість поетапного нарощування кількості абонентів.

До недоліків слід віднести в першу чергу те, що в наземному зв'язку, особливо в умовах великого міста модель каналу може суттєво відрізнятися від Гаусового і канал з деякою імовірністю може виявитися поражений завадою, наприклад, релеевського чи райсового типу, для боротьби із якими канал DVB-S засобів не має.

В каналі мережі WiMAX, що реалізує стандарт 802.16 такі механізми передбачені. Крім того в цій системі передбачені механізми ефективного використання ресурсу, захисту та низка засобів підвищення надійності передачі, контролю за обладнанням, в тому числі і абонентським.

2. Основна частина

Для вирішення проблем, зв'язаних із недоліками системи MITRIS-INT (крім згаданих вище, відмітимо також дещо високу вартість абонентського обладнання для індивідуального використання, хоча при груповому використанні вартість абонентського обладнання із розрахунку на один комп'ютер складе біля \$10..20), в системі MITRIS-UMDS реалізуються як переваги WiMAX, так і MITRIS-INT – висока канална ємність (можливість підключення до 100 000 абонентських станцій при наданій кожній швидкості в зворотному каналі до 20 Кбіт/с і при одночасній їх роботі) та значний каналний ресурс (до 800 Мбіт/с) в прямому каналі, ефективність функціонування в умовах мегаполісу.

В доповіді описана центральна станція системи MITRIS-UMDS, що дозволяє надавати в зону обслуговування послуги телевізійного мовлення та послуги передачі даних при реалізації переваг системи WiMAX при каналній ємності, ресурсі та розміру зони обслуговування системи MITRIS-INT. При цьому забезпечується можливість використання абонентських станцій різних конфігурацій в залежності від запрошених абонентом послуг і, як результат, зниження в середньому вартості абонентської станції в мережі.

Розроблена авторами системи MITRIS-UMDS (технічні умови БЯФИ.464423.119 ТУ) має наступні параметри:

- Параметри підсистеми MITRIS-DVB-S
- Діапазон частот прямого каналу, ГГц – 11,7...12,5
- Діапазон частот зворотного каналу, ГГц – 14,0...15,35
- Рівень сигналу на виході передавача, на один радіоканал, Вт, не більше – 0,1
- Смуга одного радіоканалу по рівню мінус 30 дБ, МГц – 42

- Число телевізійних каналів в одному радіоканалі – до 10
- Максимальне число телевізійних каналів, що може надаватись абоненту – 200
- Радіус зони обслуговування підсистеми DVB-S – 50...60 км
- Стандарт в прямому каналі –mpeg-2/DVB-S
- Метод доступу до ресурсу, що розподіляється – TDMA
- Інформаційна швидкість в зворотному каналі на одну Абонентську станцію (АС)– від 20 Кбіт/с до 2500 Кбіт/с;
- Число АС в каналі – 128 (при в інформаційній швидкості в зворотному каналі на одну АС 20 Кбіт/с);
- Завадостійкість зворотного каналу становить – $BER=10^{-6}$ при співвідношенні $c/\text{ш}=9\text{дБ}$.
- Завадостійкість прямого каналу становить – $BER=10^{-10}$ при співвідношенні $c/\text{ш}=7\text{дБ}$.

Параметри підсистеми MITRIS-WiMAX

- Діапазон частот, МГц – 10150 – 10300; 10500 – 10650;
- Технологія мультиплексування даних абонентів – TDM
- Тип доступу до середовища передачі – TDMA
- Метод дуплексування – FDD чи TDD
- Максимальна пропускна здатність ствола, Мбіт/с – 37.67 (при 64-QAM, 2/3)
- Технологія передачі – OFDM-256
- Модуляція – Адаптивна, від BPSK до QAM-64
- Завадостійке кодування: Ріда- Соломона/Вітербі
- Види модуляції та рівні кодування – BPSK 1/2, QPSK 1/2, QPSK 3/4, 16-QAM 1/2, 16-QAM 3/4, 64-QAM 2/3, 64-QAM 3/4
- Смуга сигналу, МГц – 1.75; 3.5; 10
- Число абонентських станцій в одному секторі, не більше – 200
- Максимальне число секторів – 6
- Топологія розміщення абонентських станцій – Довільна
- Максимальна дальність зв'язку, км – 50 (при BPSK 1/2)
- Засоби шифрування – 3DES / ГОСТ 28147-89
- Контроль трафіку – Код CRC
- Потужність на виході передавача, ЦС/АС, дБВт – -16...0/-30...0

Центральна та абонентська станції системи MITRIS-UMDS рішенням Національної комісії з питань регулювання зв'язку України №348 від 06.04.2006 р. та №544 від 18.01.2007 р. включені до Реєстру радіоелектронних засобів та випромінювальних пристроїв, які можуть застосовуватися на території України в смугах радіочастот загального користування.

Світовий прогрес аудіовізуальних (АВ) систем, служб і технологій (АВССТ) відбувається в таких напрямках:

- створення нових методів цифрового кодування і стиснення АВ-інформації, що надає можливість представляти її все більш компактно і передавати/накопичувати з заданою якістю з все меншою швидкістю цифрового потоку;
- створення нових засобів зйомки і відтворення АВ інформації, таких як передавальні матриці в ТВ камерах, відтворювальні панелі, проекційні системи, багатоканальні системи звукового оточення;
- створення нових систем і алгоритмів формування, оброблення та накопичування аудіовізуальної інформації;
- створення нових поколінь систем і мереж передавання і поширення аудіовізуальної інформації.

В світі вже в широких масштабах здійснюється впровадження цифрового телевізійного, звукового та мультимедійного мовлення. Набирає темпів впровадження телебачення високої чіткості. Поширюється впровадження мультимедійного мовлення. Відбувається створення і впровадження інтелектуальних домашніх систем.

Все це є важливою складовою створення інфраструктури інформаційного суспільства.

Технічний прогрес, що відбувається в світі і в Європі, супроводжується створенням відповідної нормативної бази. Світову і європейську стандартизацію АВССТ здійснюють Сектор радіозв'язку і Сектор стандартизації зв'язку Міжнародного союзу електрозв'язку (ITU-R і ITU-T), Підкомітет 29 "Кодування аудіоінформації, інформації зображень, мультимедійної та гіпермедійної інформації" Об'єднаного технічного комітету ISO/IEC JTC1, Технічний комітет 100 ІЕС "Аудіо-, відео- та мультимедійні системи і обладнання", Європейський союз мовлення, Європейський інститут стандартів зв'язку ETSI та інші органи стандартизації.

В Україні стандартизацію АВССТ здійснює Технічний комітет (ТК) 123 стандартизації "Аудіовізуальні системи і служби". ТК 123 створено за ініціативою Адміністрації зв'язку і Держстандарту України наказом Держстандарту № 306 від 8 травня 1998 р. з метою ініціації ефективної науково-технічної політики в сфері важливої складової зв'язку – аудіовізуальних систем і служб в частині координації і здійснення робіт з національної стандартизації.

ТК 123 діє на базі ДП УНДІРТ, головного системного інституту Адміністрації зв'язку та радіочастот України в напрямку радіозв'язку, радіомовлення і телебачення, який здійснює наукову підтримку державної науково-технічної політики, в тому числі, в сфері АВСС.

ДП УНДІРТ є національним органом стандартизації зв'язку в частині радіо та телебачення в рамках співробітництва з ETSI. Відповідно спеціалісти ТК 123 приймають участь в обговоренні та прийнятті європейських стандартів, в тому числі, з питань телевізійного, звукового та мультимедійного мовлення, мають постійний доступ до всієї множини стандартів ETSI, вносять пропозиції щодо їх впровадження в Україні.

Спеціалісти ТК 123 за завданнями Адміністрації зв'язку та радіочастот України приймають безпосередню участь в стандартизації АВСС в Дослідній комісії (ДК) 6 “Служби мовлення” ІТУ-R, а також в ДК 9 “Інтегровані широкосмугові кабельні мережі і телевізійне та звукове мовлення” і ДК 16 “Мультимедійні системи і застосування” ІТУ-T. В рамках цієї діяльності спеціалісти ТК 123 вже внесли більш за 170 вкладів України в ІТУ, що визнані міжнародною спільнотою і покладені в основу розроблення міжнародних рекомендацій та інших документів. В цьому напрямку ведеться постійна робота, яка є основою компетентного прийняття рішень, направлених на національний технічний розвиток і відповідну стандартизацію.

ТК 123 є Р-членом (з правом голосування) ISO/IEC JTC1 SC 29 і О-членом IEC TC 100, за дорученням Держспоживстандарту відіграє активну роль в обговоренні і прийнятті міжнародних стандартів.

В процесі своєї діяльності спеціалісти ТК 123 відіграють активну роль як в розробці національних стандартів на рівні останніх версій міжнародних стандартів, в покращенні міжнародних стандартів, активно взаємодіють з представниками інших країн та експертами міжнародних організацій і органів стандартизації, відстоюючи національні інтереси України і розв'язуючи завдання вдосконалення міжнародних стандартів. На сьогодні спеціалісти ТК 123 відомі в світі, налагодили відповідні зв'язки, що дозволяє ефективно вирішувати питання міжнародної стандартизації АВСС на високому рівні.

Цим забезпечується комплексний інтерактивний підхід до створення національної нормативної бази в сфері АВССТ, гармонізованої з європейською та світовою, причому Україна не є пасивним користувачем результатів світового прогресу в напрямку АВССТ, а здійснює свою діяльність як рівноправний партнер, що вносить свій вклад в міжнародне співробітництво і впроваджує в Україні міжнародні стандарти з урахуванням повної картини світового розвитку АВССТ.

Технічний комітет координує свою діяльність з Адміністрацією зв'язку України у процесі підготовки документів з стандартизації АВССТ і таким чином реалізує науково-технічну політику Адміністрації зв'язку України у цьому напрямку. Міжнародна діяльність ТК-123 здійснюється за дорученнями Адміністрації зв'язку України та Держстандарту за закріпленими напрямками і повноваженнями.

Міжнародна діяльність Адміністрації зв'язку України здійснюється ДП УНДІРТ і ТК 123:

- з стандартизації в МСЕ-Р в напрямку АВСС через виконання науково-дослідних робіт за контрактами з Держзв'язку, основний напрямок яких – проведення наукових досліджень, спрямованих на забезпечення ефективності використання радіочастотного ресурсу України при впровадженні перспективних радіотехнологій телевізійного, мультимедійного та звукового мовлення, участь у роботі ДК 6 МСЕ-Р, вирішення кола питань, пов'язаних з цим напрямком міжнародного співробітництва, підготовка та захист в МСЕ вкладів України, підготовка проектів міжнародних документів, участь в обговоренні та міжнародному узгодженні й прийнятті Рекомендацій і Звітів та інших документів МСЕ, в координації міжнародних досліджень, передбачених повноваженнями керівного складу Робочих і Цільових Груп ДК 6 МСЕ-Р в особі представників Адміністрації зв'язку України;
- з стандартизації в ISO та IEC в напрямку АВССТ в порядку участі в розробці міжнародних стандартів у складі Технічних Комітетів та Підкомітетів, членами яких є

ТК 123, в тому числі, в підготовці вкладів, направлених на вдосконалення міжнародних стандартів, в міжнародному голосуванні в процесі підготовки, міжнародного узгодження та схвалення міжнародних нормативних документів;

– з стандартизації в ETSI в напрямку ABCST здійснюється на основі повного членства ДП УНДІРТ в порядку співробітництва з об'єднаним Технічним Комітетом ETSI/EBU, спрямованого на вдосконалення європейських стандартів по результатам досліджень ДП УНДІРТ і з урахуванням національних інтересів України.

Діяльність з національної стандартизації в напрямку АВСС здійснюється ТК 123 і ДП УНДІРТ через виконання науково-дослідних робіт за контрактами з Держзв'язком України, Держспоживстандартом України, Держкомтелерадіо України в порядку виконання науково-дослідних робіт зі створення національної нормативної бази, згармонізованої з Європейською і світовою, в плані реалізації заходів, спрямованих на інтеграцію України в Європейську та світову інформаційну інфраструктуру.

Протягом діяльності Адміністрації зв'язку в напрямку світового розвитку та міжнародної стандартизації внесено вклади (більш за 170) в МСЕ-Р та інші міжнародні організації в таких напрямках:

- стандартизація діючих систем мовленнєвого телебачення;
- стандартизація характеристик системи телетексту;
- стандартизація системи широкоекранного покращеного телебачення;
- стандартизація системи цифрового звукового супроводу аналогового телебачення;
- розвиток методів та стандартів цифрового кодування аудіовізуальної інформації;
- стандартизація систем багаторакурсного стереоскопічного телебачення;
- стандартизація методів оцінки якості роботи аудіовізуальних служб;
- стандартизація методів суб'єктивної оцінки якості телевізійних зображень;
- стандартизація простору якості телевізійних зображень;
- оцінка та оптимізація якості кольоровідтворення в телебаченні;
- стандартизація методів оцінки спотворень сигналу в електричному ТВ тракці;
- стандартизація методів автоматичної корекції лінійних спотворень у наскрізному ТВ тракці “від світла до світла”;
- стандартизація методів адаптивного управління якістю передавання зображень у системах цифрового телебачення майбутнього;
- стандартизація систем інтерактивного та мультимедійного телебачення;
- стандартизація багатоточкових систем розподілу ТВ програм;
- стандартизація в області звукового мовлення;
- дослідження методів підготовки спеціалістів зв'язку.

Як результат діяльності ТК 123 в Україні вже розроблено 87 стандартів в напрямку цифрового телебачення (DVB), цифрового кодування аудіовізуальної інформації, кабельного телебачення, вимірювань характеристик ТВ-трактів, систем відтворення мультимедійної інформації, тощо.

Стрімкий прогрес технологій в світі і Європі супроводжується стрімким ростом світової нормативної бази, зокрема, в сфері ABCST. Це ставить завдання подальшого розвитку національної нормативної бази.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СИНХРОННЫХ СЕТЕЙ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Лапин В. А., Маковеев Д. А. *E-mail: infoall@uniirt.com.ua*

Цифровой План Украины в полосах частот 174–230 МГц и 470–862 МГц, разработанный на Региональной Конференции 2006 года, в своей основе содержит синхронные сети наземного цифрового вещания в стандартах DVB-T и T-DAB. При построении синхронных сетей цифрового телевидения необходимо учитывать эффект «сетевого усиления». В этом случае расстояние между передатчиками должно выбираться таким образом, чтобы максимальное время задержки при многолучевом сигнале не превышало длительности защитного интервала символа OFDM. То есть, при использовании в системе DVB-T режима 8K, и длительности защитного интервала $\frac{1}{4}$ расстояние между передатчиками в зоне выделения не должно превышать 67 км. Учитывая, что большинства зон выделений Украины диаметр не превышает 120 км, это условие является вполне приемлемым.

В тех случаях, когда встречается ситуация с множеством сигналов, параметры распределения результирующего суммарного сигнала перестают быть известными априори. Однако могут быть выявлены две общие тенденции. Во-первых, среднее значение объединенного суммарного сигнала выше арифметической суммы средних значений отдельных сигналов, и во-вторых, стандартное отклонение объединенного суммарного сигнала меньше этого же показателя у отдельных сигналов.

Для определения суммарного значения напряженности поля полезного сигнала в синхронной сети был принят логарифмически нормальный метод, который является методом статистических вычислений распределения сумм нескольких переменных, распределенных по логарифмически нормальному закону [1]. Данный метод основан на предположении, что распределение результирующей суммы полезных полей также является логарифмически нормальным. Для эталонной сети RN 1, которая по своим параметрам наиболее соответствует зонам выделений Украины, сетевой выигрыш составляет 7-12 дБ.

В эталонной сети расстояние между центральным и периферийными передатчиками является постоянным и не превышает защитного интервала. В тоже время, развертывание сетей цифрового телевидения должно по-возможности базироваться на существующих антенно-мачтовых сооружениях Концерна РРТ, взаимное расположение которых в целом не соответствует расположению передающих устройств в эталонной сети. В связи с этим, для определения мест уверенного приема в каждой зоне выделения должен применяться следующий порядок действий:

- определение местоположения передающих устройств в данной зоне выделения;
- в точках, расположенных через определенные интервалы рассчитываются расстояния от передающих устройств, для которых выполняется условие сетевого усиления синхронной сети;
- определение напряженности поля создаваемое каждым передающим устройством;
- сложение напряженностей поля полезных передатчиков методом k-LNM;
- проверка соответствия суммарной напряженности поля необходимому значению напряженности поля для уверенного приема, для данного процента времени и мест;
- выявление передающих устройств, для которых время задержки превышает длительность защитного интервала и определение напряженности мешающего сигнала;
- сложение напряженностей поля мешающего сигнала методом суммирования мощностей;
- сравнение отношения суммарных значений напряженности поля полезного и мешающего сигналов с соответствующим защитным соотношением в совмещенном канале приема.

Расчеты проведенные в некоторых зонах выделений Украины показывают, что сетевой выигрыш в центре зоны выделения составляет 5-7 дБ, а на краях 2-4 дБ, что позволяет снижать э.и.м. передающего устройства в 2-5 раз, при этом не уменьшая зону уверенного приема цифрового наземного телевидения.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВЕРТЫВАНИЯ СЕТИ DVB-T

Нарытник Т.Н., Казимиренко В.Я.

e-mail: iec@naverex.kiev.ua

1. Введение

Внедрение в Украине цифрового вещания имеет целью удовлетворить потребности населения в многопрограммном вещании нового уровня качества с возможностью предоставления других услуг, что соответствует тенденциям европейского и мирового развития.

В докладе на основе анализа стандарта DVB-T, опыта разработки, поставки многоканального передатчика DVB-T, рассматриваются некоторые аспекты разворачивания сетей наземного эфирного телевидения в стандарте DVB-T.

Приводятся рекомендации по выбору режимов работы передатчиков сети SFN, зависимости характеристик сети от вида модуляции, скорости кодирования, режима передачи, числа несущих, фактора модуляции в неиерархическом и иерархическом режиме и пр.

Рассматривается возможность применения трактов вещания аналогового телевидения. Оценивается размер зоны обслуживания, выходной мощности передатчиков цифрового вещания и ее сравнение с передатчиком аналогового вещания, обеспечивающего такую же зону обслуживания.

2. Основная часть

Задачами, решаемыми при разворачивании сети телевизионного вещания, в частности, в стандарте DVB-T, являются: обеспечение требуемой зоны обслуживания, эффективность использования частотного ресурса, максимальный размер зоны покрытия с максимальным числом пользователей, предоставление требуемых услуг, предусмотренных стандартом.

Обеспечение эффективности при максимальном покрытии обеспечивается выбором типа сети (обычно SFN), которая может строиться как синхронная сеть с большим дистанционным разносом высокомошных передатчиков; как региональная сеть с большим или средним дистанционным разносом передатчиков средней

мощности, или как MFN передатчик с SFN передатчиками вокруг него; и с использованием SFN ретрансляторов.

Важнейшей характеристикой сети является ее пропускная способность и возможность поддержки ряда сервисов (в том числе иерархическая передача). Эти требования в значительной степени определяются числом поднесущих, которых может быть либо 6817 – режим 8к, либо 1705 – режим 2к. Пропускная способность и требуемое значение С/Ш зависит от: вида модуляции поднесущих, скорости кодирования, величины защитного интервала, фактора модуляции (α), вида канала. Характеристики для неиерархической передачи и $\alpha=1$ приведены в стандарте. В докладе обсуждаются параметры для $\alpha=2,4$ для режимов simulcast и multi-programme. Обсуждается вопрос организации ретрансляции (аналоговой, цифровой), некоторые характеристики которых могут ограничивать их применение в сети SFN и которые могут приводить к ограничению способов доставки контента к передатчикам сети.

Задача обеспечения размера зоны покрытия прямо связана с регламентированием величины пикфактора. Показано, что применение реально существующих аналоговых линейных трактов вполне возможно при условии уточнении некоторых параметров и регламентирования пикфактора при поддержании параметра END не более 0,5...0,7 дБ. Эти вопросы проверялись, в частности, при разработке и поставке многочастотных передатчиков с использованием аналогового линейного тракта.

Литература:

1. ETSI EN 300 744 V1.5.1 Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television.

РОЛЬ И МЕСТО СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ В РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОГО ВЕЩАНИЯ В УКРАИНЕ

Мельник А. М., Михайлов Н. К. E-mail: infoall@uniirt.com.ua

Введение

При решении вопросов внедрения цифрового вещания преимущества спутниковых систем телекоммуникаций (ССТ): оперативность организации каналов, широка зона обслуживания, доступность к каналам вещания независимо от месторасположения абонента, ориентация на цифровые технологии, – обуславливают техническую и экономическую целесообразность их использования для предоставления аудиовизуальных, а в дальнейшем более широкого спектра мультимедийных услуг. В Европе 67 % услуг цифрового вещания предоставляются по спутниковым каналам. Доля кабельных сетей – 14 %, а эфирного телевидения – 19 %.

В Украине накоплен определенный опыт по эксплуатации спутниковых каналов, функционируют крупные приемопередающие комплексы спутникового вещания, принадлежащие концерну РРТ, ДП «Укркосмос», телерадиокомпаниям СТБ, объединению Poverknost TV, компании Lucky Net. Для трансляции 38 украинских программ используется 43 спутниковых канала, из которых 14 с платным доступом.

Перспективы развития спутникового вещания

Из 292 спутников-ретрансляторов (СР), находящихся сейчас на геостационарной орбите, 213 предназначены для работы в спутниковой службе вещания. Для трансляции вещательных программ на данный период задействовано более 2500 транспондеров и около 750 стволов зарезервировано различными пользователями. Из 19,1 тыс. спутниковых каналов вещания 99,2 % используют цифровые форматы, преимущественно (94,5 %) стандарты DVB.

В перспективе структура услуг претерпит значительные изменения за счет предоставления новых их видов: интерактивное и непосредственное вещание, высококачественное вещание, высокоскоростной доступ, дистанционное обучение, телемедицина и прочие мультисервисные приложения. Корпоративный характер данных услуг делает ССТ наиболее пригодными для их предоставления. На данный вид услуг ориентированы недавно введенные в эксплуатацию СР систем Rainbow, Spaceway, IPStar, WildBlue и планируемые к запуску ретрансляторы Nylas, COMS, Ciel 2, Eutelsat W2A, Hotbird 10, Nimiq 5. Для передачи программ телевидения высокого качества (HDTV) в настоящее время задействовано 450 каналов 51 спутника. Следующей задачей развития вещания является предоставление услуг мобильным абонентам, для чего к действующим СР MBSat 1, ETS 8, XM предполагается добавить СР Eutelsat W2A, AirTV 1, CMBStar, MSV, Sirius FM, Terrestar 1.

Реализация спутниковой системы цифрового вещания перспективна в позиции расширенных возможностей предоставления нового класса конвергированных мультимедийных услуг, в особенности вещания высокого качества.

Факторы влияния

В рамках создаваемой системы цифрового вещания должны оказываться услуги вещания, как национальных, так и региональных программ на всей территории Украины, включая труднодоступные и отдаленные районы. Обязательным условием при проектировании телесети является соблюдение норм на уровень электромагнитного излучения, в особенности за пределами территории страны.

В наземном варианте системы в ее состав необходимо включать сеть передатчиков – трансляторов программ, располагаемых в центрах зон, дополненная менее мощными передатчиками на отдаленных участках зон и маломощными передатчиками в местах неуверенного приема (затененные участки), связанная системой распределения программ, например, оптоволоконными либо радиорелейными линиями связи. Ее создание требует значительных финансовых и временных затрат. Задача предоставления услуг цифрового вещания гораздо более оперативно решается посредством ССТ, используя ресурсы действующих космических аппаратов, однако при этом возникает целый ряд проблем,

влияющих на применимость данного варианта.

Требования к обеспечению частотным ресурсом. На всей территории страны должен быть гарантирован прием блока национальных программ. Для всех регионов блок является общим и здесь несомненно преимущество ССТ, позволяющее обеспечить возможность приема вне зависимости от географического месторасположения абонента. Требуемая полоса частот определяется количеством программ в блоке и зависит от используемого стандарта передачи (варианты DVB).

Региональные программы предназначены для распределения в пределах региона, который может охватывать несколько зон. В спутниковых системах каждому региону должна быть выделена отдельная полоса частот. В наземных системах за счет повторного использования полосы частот в несовпадающих зонах, либо в зонах, входящих в один регион, суммарный частотный ресурс требуется меньше. Увеличение потребностей в частотном ресурсе может быть не столь значительным в силу следующих причин: объем регионального вещания уступает национальному; каждый региональный оператор стремится расширить объем услуг на счет выхода на национальный уровень; при применении более эффективных технологий (DVB-S2) в спутниковых системах.

Земная инфраструктура. Существующие системы эфирного вещания в подавляющем большинстве аналоговые. Аналоговыми являются и линии раздачи программ. Необходимо полностью создавать сеть цифрового наземного вещания, охватывающую 81 зону. В такой сети проблемой является и создание регионального вещания, поскольку конфигурации объединения нескольких зон не совпадают с границами регионов. В пределах зоны или нескольких зон возможны не перекрывающиеся участки, что требует установки дополнительных передатчиков или увеличения их мощности. Необходимо строить распределительную сеть, охватывающую все передатчики и предназначенную для передачи программ в цифровом виде.

Достоинством ССТ является отсутствие наземной распределительной сети и обеспечение возможности полного доступа к программам на всей территории страны, во всех зонах вещания. При создании системы спутникового непосредственного вещания необходимости в развернутой земной инфраструктуре нет за исключением земных приемо-передающих станций, одной центральной и 24 региональных, из которых центральная уже практически функционирует. В силу финансовых причин для потребителя существенной проблемой является приобретение терминала рассчитанного на прием программ со спутника.

При реализации комбинированной спутниковой системы с элементами наземной сети эфирного или кабельного вещания необходимо создавать сеть земных приемных станций, основа для которой уже существует. (44 станции). Данную сеть необходимо расширить, привязать к зональной структуре наземного цифрового вещания (к центрам зон) и, по необходимости, модернизировать под новые стандарты вещания.

Преимуществами использования ССТ являются более высокая экологическая безопасность за счет низких уровней электромагнитного излучения и снижение энергетических затрат на излучение.

В условиях Украины о повсеместном внедрении непосредственного спутникового вещания как основы для построения национальной системы цифрового вещания говорит еще рано, она может быть дополнением к наземным сетям. Спутниковые каналы необходимо использовать для распределения программ.

Наличие нормативной поддержки. Для регламентации передачи телевизионных сигналов в цифровом формате используется в сочетании с алгоритмами сжатия MPEG семейство стандартов DVB: DVB-S в спутниковых сетях, DVB-C в кабельных сетях, DVB-T для эфирного вещания, DVB-H для вещания на мобильные терминалы. Для большинства из перечисленных технологий разработаны соответствующие национальные нормативные документы. Перспективы использования открытых технологических платформ, нацеленных на предоставление современных услуг телевидения высокого качества, высокоскоростного доступа, и других широкополосных услуг приводит к необходимости передачи больших потоков информации и требуют значительных частотных ресурсов. Организация вещания такого рода информации по наземным каналам требует и времени, и колоссальных вложений в

модернизацию оборудования. Для спутниковых каналов разработан и принят международный стандарт DVB-S2 с более эффективной адаптивной сигнально-кодовой конструкцией на основе многопозиционных сигналов ФМ-8, АФМ-16 и АФМ-32 и блоковых каскадных кодов. С внедрением данного стандарта в сочетании с алгоритмом сжатия MPEG-4 возможно повышение пропускной способности ретрансляторов (сужение необходимой полосы частот или увеличение количества программ) до 3 – 5 раз по сравнению с форматом MPEG-2/DVB-S. Требуется разработка соответствующего национального стандарта.

С применением формата MPEG-2/DVB-S-2 для доставки программ высококачественного и профессионального вещания у большинства специалистов выработалось единое мнение в пользу спутниковых систем передачи.

Экономические аспекты. Немаловажным определяющим фактором является стоимость используемых частотных ресурсов спутниковых каналов при их аренде. По оценочным расчетам при незначительных и средних объемах вещания постоянные затраты на аренду вместе с капитальными затратами на создание спутниковой системы примерно в два раза меньше стоимости создания наземной системы цифрового вещания, однако эти расчеты требуют уточнения для реального совокупного объема вещания.

Большинство программ (73,1 %), доставляемых по спутниковым каналам, закодированы, т.е. прием программ возможен только при условии подписки на канал – приобретения специальной карточки. Перечень алгоритмов закрытия (кодирования канала) известный и не столь обширный. К наиболее распространенным относятся: Nagravision (в основном Северная Америка) – 25 % каналов, Videoquard – 19 %, Jrdeto – 10 %, Power Yu – 9 %. Оставшуюся долю составляют Mediaquard, Conax, Viacces, BISS, Cryptoworks, Multi и ряд других. Однако закрытие каналов не является особенностью, присущей только спутниковым системам вещания. С большой вероятностью можно утверждать, что услуги по доставке программ цифрового вещания по наземным каналам будут оказываться на платной основе.

Исходя из поставленных задач, в силу упомянутых выше, присущих ССТ преимуществ, система цифрового вещания на основе использования спутниковых каналов реализуется с гораздо меньшим уровнем необходимых капитальных вложений и затрат времени. Стоимость услуг в системах наземного и спутникового вещания для пользователей резко отличаются не будет. Основным сдерживающим финансовым фактором использования ССТ является стоимость оборудования для приема программ.

Выводы

Наиболее оптимальным вариантом реализации системы цифрового вещания является вариант с доставкой национальных, а в некоторых случаях региональных программ на центральные и периферийные передающие ретрансляторы зон, а также сети кабельного вещания по спутниковым каналам связи. Приемные земные станции необходимо располагать в центрах зон, в местах дислокации некоторых периферийных станций наземной сети, особенно в горной местности.

Спутниковые каналы могут также использоваться для обмена программами между регионами, для чего требуется развернуть сеть земных приемопередающих станций..

Параллельно с наземной сетью, исходя из значительной экономической привлекательности и опыта европейских стран, необходимо развивать непосредственное спутниковое вещание.

Перспективы использования спутниковых каналов в системе цифрового вещания связаны с услугами высококачественного вещания, высокоскоростного доступа и, в будущем, с конвергенцией услуг переходом на единую мультимедийную платформу.

Распределение программ вещания, в дальнейшем непосредственное вещание в перспективе должно реализовываться в рамках Национальной системы спутниковой связи, создание которой экономически целесообразно и технически оправдано.

СУЧАСНІ НАУКОВІ ПРОБЛЕМИ СИСТЕМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ БАЗОВИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ РАДІОДОСТУПУ

Іванов В.А. E-mail: infoall@uniirt.com.ua

Доповідь присвячена аналізу сучасних наукових проблем щодо проектування базових технічних засобів телекомунікацій в секторі радіодоступу.

1. Шляхи розв'язання проблеми взаємодії та інтеграції технологій і систем радіодоступу

Застосування програмованих радіосистем (ПРС).

Застосування програмованих радіосистем (ПРС) дозволяє розв'язувати проблему одночасного використання різноманітного абонентського обладнання різних стандартів систем радіодоступу. При використанні мультисмугового мультирежимного мультистандартного обладнання загальне мультистандартне програмне забезпечення (ПЗ) повинне мати одну структуру та функціональність, однак таке ПЗ важко модернізувати та завантажувати на абонентський термінал в процесі обслуговування. Для цього застосовуються ПРС, які мають якнайширший діапазон і вибір функціональних механізмів для підтримки множинних радіоінтерфейсів та стеків протоколів.

Розробка спеціалізованого програмного забезпечення для родових протоколів в реконфігурованих системах радіодоступу.

Спільним завданням використання еталонних моделей при проектуванні базових технічних засобів телекомунікацій є забезпечення повноцінної технологічної інтеграції обладнання різних виробників, побудованого за однаковим телекомунікаційним стандартом. Одним з перспективних варіантів розв'язання проблеми мультипротокової взаємодії та інтеграції при проектуванні базових технічних засобів телекомунікацій є підхід до розробки ПЗ для стека спільності протоколів в системах, що володіють можливостями реконфігурації. Керування реконфігурацією протоколу здійснюється підтримкою керування стеком протокола та рівнем протоколу, адміністрування користувацьких даних, міжрівневою оптимізацією та підтримкою функцій мережної реконфігурації.

Використання перспективних методів сигнальної обробки.

До перспективних методів сигнальної обробки в майбутніх системах радіодоступу відносяться:

- безпроводова платформа All-IP;
- нові методи формування сигналів OFDM/OFDMA;
- технологія надширокопasmового радіодоступу (UWB);
- технології множинних антен (MIMO);
- методи стиснення та кодування аудіо- та відеосигналів;
- методи інформаційної та технічної безпеки.

Застосування концепції Відкритої Безпроводової Платформи.

Очікується, що майбутні системи радіодоступу будуватимуться на основі концепції Відкритої Безпроводової Платформи (ВБП), застосування якої вимагає:

- використання просторово- та енергоефективної сигнальної обробки;
- досягнення надвисоких показників швидкодії в гнучкій архітектурі сигнальної обробки;
- застосування гнучких (в сенсі масштабування) технічних рішень з підвищеними показниками мережної ємності;
- використання хвильових сигнальних процесорів, як покращують архітектуру для повторного використання ВБП при підтримці багатофункціональності термінального обладнання;
- досягнення надвисоких показників обчислювальної ефективності термінального обладнання;

- розробка потужної шарової архітектури ПЗ на основі концепції Програмованої Віртуальної Машини (ПВМ).

За рахунок використання модифікованої протокольної моделі базові технічні засоби телекомунікацій будуть в змозі підтримувати мультипротокольне функціонування, наприклад, у випадку систем рухомого радіозв'язку, забезпечувати одночасну підтримку в одному радіоканалі усіх основних протоколів - GSM, IS-95, CDMA-2000, TD-SCDMA, 3GPP WCDMA, HDR, OFDM, OFDMA.

2. Шляхи розвитку мереж наступного покоління (NGN та 3G/4G)

Проект Всеохоплюючих мереж.

Проект Всеохоплюючих мереж представляє собою концепцію мереж рухомого зв'язку та мереж радіодоступу, які з'являться на заміну застарілим технологіям 3G (B3G).

Реалізація концепції самоорганізуючих площин керування в мережах радіодоступу.

Сучасні системи рухомого зв'язку (2,5G, 3G) мають потужні механізми керування, однак, в той же час, глобальна мережа Інтернет включає багато неоднорідних мереж, що мають різні рівні безпеки та керування та сервісу, типу Віртуальних корпоративних мереж (VPN), безпека, інтегроване керування мобільністю, QoS, трансляція мережної адреси (NAT), мультикаст та ін. При цьому взаємодія між IP сумісними мережами налагоджена, але площини керування цих мереж прямо несумісні, тому міжмережна взаємодія потребує ручної реконфігурації. Взаємодія мереж на рівні площин керування потребує безперервної мобільності, „прозорого” забезпечення QoS, інтегрованої безпеки та обліку. Тому конфігурація перетинань площин керування цих мереж стає автономною. Самоорганізуючі площини керування мереж радіодоступу створюються на основі концепції Всеохоплюючих мереж.

Ефективна міграція до транспортних платформ All-IP.

Цей підхід характеризується двома варіантами.

- забезпечення транспортних мереж на базі IP, що дасть змогу здійснювати доступ до них різними мережами доступу. Ці мережі доступу можуть використовувати різні технології, але взаємодіятимуть на основі IP транспортної мережі;
- розділення функцій з'єднання та керування, і всі функції керування логічно згруповані в два домени - платформа мережного керування та платформа підтримки сервісу.

3. Шляхи розв'язання проблеми покращення користувацьких додатків

Участь у загальноєвропейському проекті SIMPLICITY.

Важливою особливістю систем рухомого зв'язку 2G була портабельність користувацьких ідентифікацій між різними терміналами. Проект SIMPLICITY покликаний розвинути цю властивість, коли користувач може безперешкодно переходити між окремими додатками та послугами, використовуючи неоднорідні мережні технології та обладнання. Запропонована таким чином концепція „персоналізації” ґрунтується на понятті користувацького профілю, коли користувач здійснює доступ до різних видів послуг з використанням різних типів терміналів.

Перехід від абонентської мобільності до повної персоналізації.

Персоналізація користувача визначається набором пов'язаних з ним персональних профілів, які передаються між користувачами, сервісними вузлами та сервіс-провайдерами. Задача полягає в забезпеченні віртуальної мобільної персоналізації в контексті формулювання основних вимог для незалежного від обладнання сервісу.

4. Шляхи розв'язання проблеми еволюційно-технічного розвитку існуючих систем радіодоступу

Розробка концепції Віртуальних стільникових мереж (VCN).

В найближчому майбутньому термінальне обладнання рухомого радіозв'язку набуде усіх рис мультимедійного комп'ютерного пристрою і відбудеться інтеграція мереж WLAN та 3G/4G. Концепція Віртуальних стільникових мереж (VCN) використовує технологію радіодоступу OFDM для збільшення рознесення на

приймальній стороні, що представляє макрорознесення. Використовуючи множинні приймальні антени, завадостійке кодування в каналі з частотно-селективними завадами та адаптивну модуляцію субнесісних, VCN мають більшу системну стійкість, але втрачають в гнучкості.

Технічно-еволюційний перехід до систем пост-3G (B3G) з метою:

- впровадження на існуючих мережах рухомого зв'язку технологій 4G;
- забезпечення адаптивності технологій рухомого радіозв'язку;
- модернізації безпроводових технологій;
- розподілення системної функціональності;
- розробки динамічних систем кінцевих користувачів;
- забезпечення повної відкритості стандартів.

Застосування методології побудови мережних архітектур інваріантів.

Часто розгорнуті телекомунікаційні системи впроваджують нові технології та функції, однак існуючі системи не завжди можуть підтримувати функціональність усіх компонентів. Інваріанти означають такі обмежуючі властивості, які не можуть змінюватися без втрат минулої сумісності. Існують два види інваріантів:

1) явні інваріанти – заплановані характеристики, які відомі для обмеження гнучкості проекту. При обмеженні потенційних напрямків розвитку явні інваріанти, як правило, пропонують запланований шлях, що дає значний вииграш в інших областях проекту. За умов правильного вибору явних інваріантів останні можуть забезпечити послідовний набір стандартних блоків, на базі яких будуються вимоги фундаментальної реконструкції системи.

2) Неявні інваріанти – незаплановані характеристики, які виникають там, де специфічна функція потребує звичайного підходу усієї мережі, але за рахунок її розгортання згортається інша функція. Інший варіант – проста функція набуває непередбаченого (економічного чи політичного) характеру.

Впровадження ієрархічних стільникових мереж з технологією мультистрибків.

В системах стільникового радіозв'язку наступного покоління (B3G) відбудеться часткове системне перекриття та доповнення систем одна іншою (ієрархічна стільникова мультистрибкова мережа). В такій системі кожне з'єднання мобільного вузла з базовою станцією гарантує повне покриття цього з'єднання та нейтралізацію пошкодження у випадку втрати цього з'єднання за рахунок з'єднань інших мереж. Це потребує операційної взаємодії між існуючими та майбутніми мережами, підтримка вертикального (міжсистемного) естафетного передавання. БС забезпечує доступ до транспортної платформи на базі TCP/IP. Для задоволення зростаючих потреб підвищення швидкості передавання в „гарячих плямах” WLAN може організовуватися ширококутовий радіодоступ до точок доступу Інтернет. Наступним етапом технічної еволюції стане впровадження вузлів підтримки мультипереходів (MHN), які можуть бути фіксованими чи мобільними. У випадку, коли не забезпечується необхідна пропускну здатність точками доступу фіксованого MHN, останній встановлює суб-стільники за запитом.

5. Шляхи розв'язання проблеми ефективного використання частотного ресурсу в системах радіодоступу

А) Використання нової архітектури фізичного рівня (JOINT).

Б) Концепція динамічного розподілення частотного ресурсу (DSA).

Для підвищення ефективності використання частотного ресурсу в сучасних та майбутніх системах радіодоступу пропонується нова архітектура фізичного рівня.

З урахуванням вище наведеного варто зазначити, що існуюча Концепція розвитку зв'язку України до 2010 року не в повній мірі відображає сучасні та перспективні напрямки розвитку систем радіодоступу і потребує значного коригування. Відкоригована Концепція могла б бути покладена в основу нової редакції Комплексної програми створення Єдиної національної системи зв'язку України.

Согласно Закону Украины "Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки" одним из главных приоритетов Украины - это создание ориентированного на интересы людей, открытого для всех информационное общество, в котором каждый мог бы создавать и накапливать информацию и знания, иметь к ним свободный доступ, пользоваться и обмениваться ими, которое предоставляет каждому человеку полной мерой реализовать свой потенциал, содействуя общему и личному развитию и повышению качества жизни.

Украина имеет большое количество высококвалифицированных специалистов в области информационно-коммуникационных технологий (ИТК), математики, кибернетики; в стране постоянно растет и обновляется парк компьютерной техники, современных систем и средств телекоммуникации, связи; высока степень информатизации банковской сферы. Все это позволяет считать, что отечественный рынок ИТК активно развивается и может стать фундаментом информационного общества (ИО) в Украине.

Однако уровень развития ИО в Украине на фоне мировых тенденций недостаточен и не отвечает ни потребностям, ни потенциалу и возможностям Украины, поскольку:

- отсутствует координация усилий государственного и частного секторов экономики с целью эффективного использования имеющихся ресурсов;
- уровень информатизации отраслей экономики и некоторых регионов государства низкий;
- уровень внедрения новых методов обучения, медицинской диагностики с применением современных ИТК крайне низок;
- уровень информационной представленности Украины в Интернет сети низок, а присутствие украиноязычных информационных ресурсов недостаточно;
- неодинаковы возможности доступа различных слоев населения к телекоммуникационным средствам.

Современные условия требуют ускоренного развития ИО в Украине, - это связано с социально-экономическим неравенством, которое возникает между

развитыми и развивающимися государствами вследствие существенного различия в темпах роста объемов и номенклатуры товаров и услуг, которые производятся и предоставляются с помощью ИТК. Это неравенство отрицательно влияет на конкурентноспособность стран и жизненный уровень людей.

Масштабность и многогранность проблемы создания ИО в Украине требует гармоничного объединения усилий государства, общества, бизнеса и граждан. Радикальной основой быстрого решения указанных внутренних и внешнеполитических субпроблем, сопутствующих созданию и развитию ИО в Украине, является построение Национальной спутниковой системы связи и вещания (НСССВ) на базе собственного украинского спутника связи (УСС) на геостационарной орбите. В настоящее время усилиями ГП "Укркосмос", концерна РРТ, ЗАО "УкрСат", НПО "Поверхность", корпорации "Инком" и др. уже создан необходимый земной сегмент для НСССВ Украины (работающий пока через иностранные спутниковые ретрансляторы) в составе нескольких тысяч спутниковых станций связи типа VSAT, нескольких центральных станций спутниковой связи типа ХАБ, нескольких цифровых станций спутникового телевизионного и звукового вещания. Для завершения создания НСССВ Украины осталось только создать и запустить на геостационарную орбиту УСС. При этом помимо ускорения создания ИО будет обеспечена как информационная безопасность и национальная независимость государства в информационном пространстве так и экономическая прибыль, в том числе ежегодно в размере 13÷18 млн.дол. США, которые ныне уходят на оплату аренды иностранных спутников связи.

В настоящее время Украине, владеющей лучшими в мире ракетами-носителями типа "Зенит", создать космический сегмент НСССВ можно в срок 2÷3 года при его стоимости 150÷200 млн.дол. США, который окупится за 8÷9 лет и будет приносить ежегодную многомиллионную прибыль. Одновременно с ускорением создания ИО в Украине НСССВ упрощает выполнение Государственной программы внедрения цифрового телерадиовещания, поскольку при этом отпадает необходимость в установке специальных передающих комплексов (ухудшающих экологию), сумма вложений в которые, по словам первого заместителя председателя Национального совета по телевидению и радиовещанию, может составить 121,5 млн.дол. США.

УДК 621.39

ГИБРИДНАЯ ЦИФРОВАЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ СЕТЬ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ПЕРЕХОДЕ УКРАИНЫ НА ЦИФРОВОЕ ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЕ

Горбач И. В., Дума М. Г. E-mail:marduma@gmail.com

Аннотация.

Показано место государственной гибридной цифровой распределительной сети информационного обеспечения и ее спутниковой компоненты – цифровой спутниковой распределительной сети информационного обеспечения ГП «Укркосмос» в составе государственной телекоммуникационной сети цифрового вещания.

В соответствии с Региональным соглашением стран-участниц Международного союза электросвязи переход Украины от аналогового вещания к цифровому, с использованием стандартов DVB-T (цифровое наземное телевизионное вещание) и T-DAB (цифровое наземное звуковое вещание), должен быть завершен к 2015 году.

Для организации цифрового вещания в стране необходимо развернуть государственную телекоммуникационную сеть цифрового вещания [1], включающую при одночастотном покрытии 81 зону синхронного вещания.

Телекоммуникационная сеть цифрового вещания включает в себя как гибридную цифровую распределительную сеть информационного обеспечения [2,3], так и сеть вторичного распределения в стандарте DVB-T и стандарте T-DAB.

Гибридная цифровая распределительная сеть информационного обеспечения (ГРСИО) обеспечивает циркулярное распределение программ телерадиовещания общенациональных каналов с полным охватом населения страны, циркулярное распределение телепрограмм Национального канала спутникового вещания, а также обеспечивает предоставление услуг циркулярной раздачи цифрового потока данных в общегосударственном масштабе, включая услуги телетекста и др.

Это предполагает наличие в ГРСИО двух, органично дополняющих друг друга, компонент сети: спутниковой распределительной сети и

наземной цифровой распределительной сети на радиорелейных линиях (РРЛ), а также, частично, на волоконно-оптических линиях связи (ВОЛС).

Спутниковая компонента ГРСИО обеспечивает циркулярную доставку радиосигнала на магистральных линиях связи из центра страны, где собирается пакет программ, до центра каждой зоны синхронного вещания. Доставка сигнала из центра зоны (зональный уровень) до цифровых передатчиков, работающих в стандартах DVB-T (либо T-DAB), обеспечивается зональными цифровыми РРЛ (либо, частично, ВОЛС), а в отдельных труднодоступных местах зоны установкой спутниковых приемных станций спутниковой компоненты ГРСИО (магистральные линии).

В настоящее время ГП «Укркосмос» завершил разворачивание первой очереди спутниковой компоненты ГРСИО - спутниковой распределительной сети информационного обеспечения (СРСИО) [4] в составе Центральной передающей спутниковой станции в г. Киеве и 40 спутниковых приемных станций (СПС) в областных центрах Украины и труднодоступных регионах страны возле башен радиотелевизионных передающих центров (РТПЦ) Концерна РРТ. Часть оборудования СПС размещено еще на 23 объектах возле башен РТПЦ Концерна РРТ.

Таким образом, спутниковая компонента государственной телекоммуникационной сети цифрового вещания (81 СПС магистральной сети) уже наполовину спроектирована и построена, что является залогом успешного завершения ГП «Укркосмос» к 2015 году ее строительства при условии продолжения работ.

Литература

1. Концепция государственной программы внедрения цифрового телерадиовещания.–2006г.
2. Горбач И. В. Государственная гибридная распределительная сеть информационного обеспечения.–Праці УНДІРТ.–2003.–№3.–с.75-77.
3. Горбач И. В., Макаров А. А. Спутниковая распределительная сеть информационного обеспечения как составляющая национальной системы спутниковой связи.–Технология и конструирование в электронной аппаратуре.–2004.–№5.–с.3-5.
4. Горбач И. В., Макаров А. А. Спутниковая распределительная сеть информационного обеспечения.–Изв. вузов. Радиоэлектроника.–1999.–т.42.–№11.–с.32-40.

УДК 621.39

СПУТНИКОВЫЙ ЦИФРОВОЙ ТЕЛЕПОРТ ГП "УКРКОСМОС" –
СОВРЕМЕННАЯ БАЗА РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ
ПРОГРАММЫ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ В
УКРАИНЕ

Волков С.Э. *E-mail: volkov@ukrkosmos.kiev.ua*

На сегодня основным источником распространения телевизионных и радиопрограмм является аналоговое наземное эфирное телерадиовещание. Вместе с тем в развитых странах активно внедряется цифровое наземное эфирное (стационарное и мобильное) телерадиовещание. Это связано с тем, что улучшение качества приема, увеличение числа программ, которые транслируются, существенно ограничено спектральными и системными возможностями аналогового вещания.

В соответствии с Государственной программой внедрения цифрового телерадиовещания в Украине, период перехода от аналогового до цифрового телерадиовещания будет длиться до 2015 года. После завершения указанного периода аналоговое вещание потеряет свой статус, а его применение будет возможным только при условии отсутствия радиопомех приему цифрового телерадиовещания в соседних странах [1].

Для того, чтобы зрители не потеряли возможности принимать бесплатно телепрограммы, которые они сегодня получают в аналоговом формате, и в частности программы государственного (общественного) телерадиовещания, на всей территории Украины должны быть созданы инфраструктуры цифрового телерадиовещания.

Простейший способ это сделать до 2015 года - использование спутниковых распределительных сетей телерадиовещания, которые в Украине уже имеются.

В настоящее время ГП "Укркосмос" создал первую очередь первичной цифровой спутниковой распределительной сети, земной сегмент которой включает в себя прямо-передающий комплекс

технических средств в г. Киеве и 41 спутниковую приемную станцию на территории областных радиотелевизионных передающих центров. Вторичной распределительной сетью на региональном уровне для программ телерадиоканалов есть сеть передатчиков радиотелевизионных передающих центров для эфирного телерадиовещания в регионах Украины и кабельные сети телевещания в городах и поселках.

ГП "Укркосмос" ведет трансляцию программ государственных и коммерческих телеканалов, осуществляет Интернет - вещание в режиме "on - line", обеспечивает сбор и передачу региональных телепрограмм Украины, является ведущим в Украине оператором мобильной спутниковой связи Инмарсат. Для трансляции программ через спутник HellasSat-2 (39° в.д.) используется модернизированный телепорт [2], где сформирована линейка радиочастотного оборудования со стопроцентным автоматическим резервированием (redundancy system 1:1) и каналобразующим оборудованием фирмы Harmonic, занимающей лидирующие позиции на рынке вещательного оборудования MPEG 2/4. Системное объединение кодеров и мультиплексоров Harmonic позволяет реализовать алгоритм статистического мультиплексирования спутникового пакета с динамическим управлением скоростью цифровых потоков. Доставка региональных телеканалов до телепорта выполняется по оптоволоконным линиям связи.

Таким образом телепорт ГП "Укркосмос", изначально созданный как платформа распространения программ в цифровой форме, является современной базой реализации Государственной программы внедрения цифрового телерадиовещания в Украине.

Литература:

1. Концепція Державної програми впровадження цифрового телерадіомовлення, схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 листопада 2006 р. N 592-р.
2. Центральная передающая спутниковая станция (ЦПСС) ГП "Укркосмос". <http://www.ukrkosmos.kiev.ua/cpss.shtml>

Секція 2. Системи безпроводового доступу

УДК 621.39

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ БЕСПРОВОДНОГО ДОСТУПА

Кайденко Н.Н. *E-mail: kkk610@ukr.net*

В настоящее время вопросам мультисервисного доступа уделяется все больше внимания, сети доступа стали одним из направлений, наиболее активно развиваемых операторами связи, и можно смело утверждать, что будущее оператора во многом зависит от того, какие решения выбраны для его сети доступа. Даже с началом конвергенции сетей связи в процессе перехода к NGN все новые решения относились преимущественно к транспортной сети, способам создания услуг и устройствам управления. Столкнувшись с необходимостью предоставления абоненту полного спектра Инфокоммуникационных услуг, операторы пришли к понятию мультисервисного доступа.

Подходы к построению современных сетей доступа должны учитывать несколько основных особенностей:

- конвергентность сетей фиксированной и мобильной – FMC (Fixed-Mobile Convergence);
- переход на предоставление абонентам комплекса услуг в едином пакете, а не отдельных каналов связи (Triple Play);
- переход на новые технологий беспроводной передачи данных и использование новых принципов построения сетей на базе IP-технологий;
- исключение из единой сети специализированных сетей для каждого типа трафика;
- обеспечение удовлетворяющего абонентов качество услуг;
- удержание эксплуатационных расходов в разумных пределах.

Основными элементами современной сети мультисервисного доступа являются:

- опорная сеть, которая строится на базе оптоволоконных каналов на основе технологии с маршрутизацией по меткам IP/MPLS;

- сеть проводного доступа, которая строится с использованием IP-технологий (DSLAM – xDSL);
- сеть беспроводного доступа, которая может строиться на базе технологий WiMAX FDD (фиксированный доступ), WiMAX TDD (мобильный доступ), UMTS FDD (W-CDMA, CDMA 2000), UMTS TDD (TD-CDMA)
- абонентская сеть, обеспечивающая (там где это необходимо) коллективный доступ абонентов к сервисам сети по высокоскоростным каналам;
- телефонная сеть на основе технологии IP-телефонии (NGN сеть), поддерживающая все виды услуг телефонной сети и обеспечивающая взаимодействие с существующей телефонной сетью общего пользования;
- элементы доступа к информационным ресурсам сети Internet;
- система телевизионного вещания, включая интерактивное телевидение, основанная на технологиях TDtv, DVB-T, HDTV;
- контент-сервера, обеспечивающие наполнение сети информационными ресурсами;
- система управления сервисами, позволяющая абонентам сети осуществлять интерактивный доступ к сервисам сети без участия оператора;
- система управления сетью, которая обеспечивает единое управление всеми элементами сети.

Литература:

1. Ильченко М.Е., Кайденоко Н.Н., Кравчук С.А. Особенности построения сетей широкополосного радиодоступа на базе технологии WiMAX // Материалы 16-й Международной конференции КрыМиКо'2006 «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» в 2-х томах, 11-15 сентября 2006 г., Севастополь, Крым, Украина. Том 1. - Москва, Киев, Минск, Севастополь: «Вебер», 2006.- С. 328-329.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ IP/MPLS ДЛЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ СЕРВИСА В СЕТЯХ ОПЕРАТОРОВ СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОТОКОЛА FRAME RELAY

Прокопьев Д.А. E-mail: rip@ukrindex.com

Приведена практическая структура использования MPLS L2 и L3 VPN в сетях операторов связи. В основу разработанной топологии положена сеть на базе оборудования компании Cisco. Моделирование топологии проведено из расчета предоставления двух типов сервисов с различными требованиями к безопасности и качеству предоставления сервиса (QoS):

- Internet
- Процессинговая сеть ЦРП НБУ

Классическое построение сервисной сети оператора:

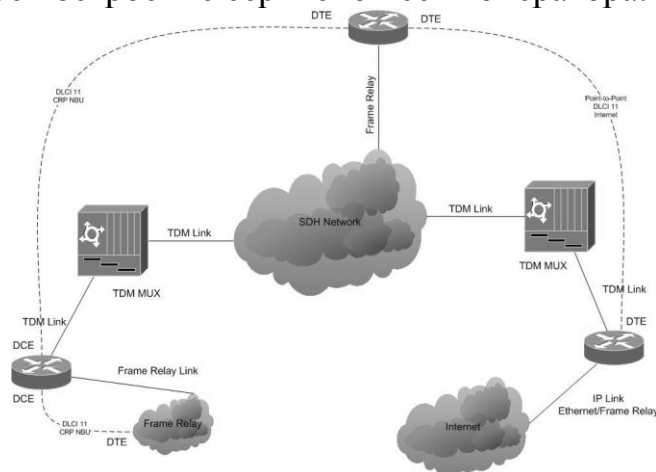


Рис. 1 Стандартная Frame Relay сеть

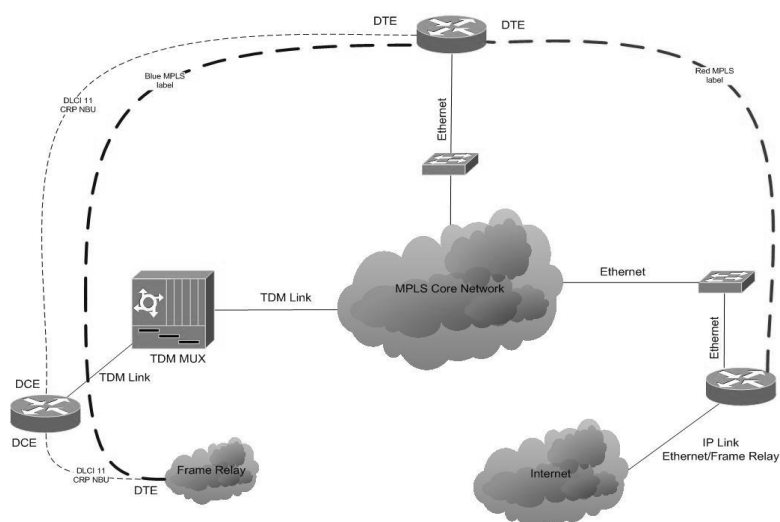


Рис. 2 IP/MPLS-сеть

В рассматриваемой топологии основной целью является логическое разделение сервисов для обеспечения требуемого уровня безопасности и качества предоставления сервиса (QoS). А так же акцент сделан на разработке алгоритма миграции от классической Frame Relay сети на базе TDM транспорта, к топологии приведенной на Рис. 2, к сетям MPLS.

Оборудование и архитектура, используемые в предлагаемой топологии сети, могут существенно отличаться от эксплуатируемых в существующих сетях операторов связи. Однако данная топология демонстрирует принципы и ориентировочную конфигурацию для проведения миграции. В данном примере рассмотрены два сервиса – сервис предоставления доступа к сети Интернет и доступа к процессинговому центру ЦРП НБУ. Сервисы, которые в результате проведения миграции должны быть изолированы с использованием технологии IP/MPLS VPN L3 и L2. При построении сервисов учтены различные протоколы транспортного уровня присутствующие в сети.

Следующие loopback адреса применимы к каждому маршрутизатору.

Таблица 1. Адреса опорных маршрутизаторов сети.

Имя маршрутизатора	Loopback адрес
R1	192.168.0.1
R2	192.168.0.2
...	...
R5	192.168.0.5

Литература:

1. MPLS in Private Networks Is It a Good Idea? Jim Metzler, Vice President Ashton, Metzler & Associates March 2005 www.juniper.net
2. www.cisco.com
3. www.mfaforum.org

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ СИСТЕМ БЕСПРОВОДНОГО ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА

Кравчук С.А. E-mail: sakravchuk@ukr.net

Сегодня эволюция сетей доступа идет по пути развития широкополосного (высокоскоростного) доступа – *broadband*, обеспечивающего передачу любого вида информации и большого класса мультимедийных приложений.

По своему назначению системы беспроводного широкополосного доступа (СБШД) призваны обеспечить абонентский доступ к информационным ресурсам со скоростями передачи 2 и более Мбит/с. В этой связи основной задачей как современных, так и последующих (следующей генерации) СБШД является достижение наиболее высокой пропускной способности (ПС) при обеспечении сквозного качества обслуживания с конца в конец для каждого абонента [1].

Пропускная способность (Capacity, Throughput) представляет собой показатель, определяющий максимальное количество единиц информации, которое можно передать по каналу или системе в единицу времени с заданной степенью достоверности и качеством обслуживания. Причем пропускная способность канала – это фундаментальное теоретическое понятие, определяющее потенциальные возможности данного канала. Согласно [2] ПС канала называется максимальная скорость передачи информации по всем допустимым распределениям вероятностей входных сигналов (или, точнее, наименьшая верхняя грань скорости передачи информации). Пропускная способность же системы является технической характеристикой, определяющей скорость передачи с учетом архитектуры самой системы и условий ее функционирования.

К сожалению, ряд авторов при рассмотрении различных видов замираний в радиоканалах продолжают рассматривать шенноновское определение ПС, которое правомерно только для канала с равномерно распределенным белым шумом. В этой связи представляет интерес проведение анализа состояния определения ПС с позиций современной теории информации и передачи данных в радиосистемах.

Так в зависимости от вариаций процессов замирания в течение передаваемого блока данных, должны быть применены разные определения ПС, а именно:

- эргодическая (*Ergodic Capacity*), также называемая шенноновской (*Shannon Capacity*) или проходной (*Throughput Capacity*);
- с учетом вероятности перерыва связи (*Outage Capacity*);
- с ограниченным запаздыванием (*Delay-Limited Capacity*) или с нулевой вероятностью перерыва связи (*Zero-Outage Capacity*).

Так как СБШД является сложной системой, состоящей из ряда подсистем, которые могут использовать разные беспроводные и проводные телекоммуникационные технологии, то можно говорить о суммарной пропускной способности.

Суммарная пропускная способность СБШД зависит от количества используемых частотных присвоений, способа распределения частотно-территориального ресурса, возможностей повторного использования частотных каналов, условий распространения радиоволн, помеховой обстановки и других факторов.

В каждом конкретном случае сети радиодоступа расчет ПС требует учета топологии сети, особенностей рельефа местности, типа застройки, особенностей распространения радиоволн, энергетических соотношений сигналов и помех, расположения абонентов и т.д.

Следует особо отметить, что заниженная оценка ПС системы ведет к неполному использованию всех ее возможностей. С другой стороны не меньшая опасность состоит и в завышенной оценке ПС. Она состоит в том, что стремление получить максимальную ПС требует определенных затрат, которые могут превосходить затраты на построение неоптимизированной радиосистемы. В случае использования завышенного значения максимально достижимой ПС процесс оптимизации радиосистемы становится неоправданно затратным, так как стремится к недостижимому критерию оптимальности, что может вообще сделать процесс оптимизации расходящимся.

Литература

1. Ilchenko M.E., Kravchuk S.A. Information Telecommunication Broadband Radio Access Systems // Journal of Automation and Information Sciences.- 2006.- Vol. 38, Issue 4. – P. 69-77.
2. Финк Л.М. Теория передачи дискретных сообщений.- М.: Советское радио, 1970.- 728 с.

Беспроводные телекоммуникационные системы следующей генерации должны обеспечивать высокие скорости передачи данных и улучшенное гарантированное качество обслуживания со значительной системной пропускной способностью. Кроме этого, имеющиеся ограниченные частотные ресурсы ставят перед беспроводными технологиями следующей генерации задачу значительного улучшения своей спектральной эффективности. В этом отношении технология пространственно-временной обработки MIMO (Multi Input Multi Output) может удовлетворить выдвинутые требования к таким будущим беспроводным системам. MIMO является технологией радиосвязи, которая использует множество антенн для передачи и приема сигналов на передающей и приемной стороне, соответственно. Технология MIMO позволяет уменьшить число ошибок при радиообмене данными без снижения скорости передачи в условиях множественных переотражений сигналов [1, 2]. При этом многоэлементные антенные устройства обеспечивают: расширение зоны покрытия радиосигналами и сглаживание в ней мертвых зон; использование нескольких путей распространения сигнала, что повышает вероятность работы по трассам, на которых меньше проблем с замираниями, переотражениями и т.п.; увеличение пропускной способности линий связи за счет формирования физически различных каналов (разделенных пространственно, с помощью ортогональных кодов, частот, поляризационных мод).

Технология MIMO быстро стала ведущим научно-исследовательским направлением в области беспроводных телекоммуникаций, что, естественно, определило возникновение целого ряда проблем в отношении исследования, моделирования, а главное, внедрения технологии MIMO.

Освещение проблем, о которых пойдет речь в докладе, касаются моделирования канала, анализа пропускной способности канала, ключевых технологий, схем приемопередачи, архитектуры и применения MIMO.

Особое внимание в докладе уделено новым архитектурам построения радиосистем с MIMO. Это комбинация традиционных распределенных антенных систем и MIMO технологий, которая может значительно улучшить системную пропускную способность. Такая комбинация

формирует новый вид распределенных MIMO систем – распределенных беспроводных систем связи DWCS (Distributed Wireless Communication System) [3].

В другой новой системной архитектуре связь между передатчиком и приемником реализуется в два пролета через группу элементов, называемых ретрансляционными станциями RSs (relay stations). Такая схема совместной (кооперативной) MIMO ретрансляции CMIMOR (cooperative MIMO relaying) создает виртуальную антенную решетку VAA (Virtual Antenna Array) [4] посредством совместного объединения антенн группы RSs. Эти RSs передают одновременно по разным каналам сигнал, который они приняли от БС для целевого приемного терминала (случай прямого канала), или сигнал, который целевой передающий терминал хочет послать к БС (случай обратного канала). Эта система может быть смоделирована как MIMO система, хотя используемый реальный приемник (прямой канал) или передатчик (обратный канал) имеют только одну антенну.

Таким образом, технология MIMO является исключительно важным достижением (прорывом) в беспроводных телекоммуникациях и становится ключевой технологией для будущих беспроводных широкополосных мобильных систем связи и доступа. Являясь новой технологией, MIMO еще не раскрыло полностью всех своих секретов и поэтому требует продолжения исследований по ее развитию и гармонизации с практическими приложениями.

Литература

1. Foschini G. J., Gans W. J. On limits of wireless communication in a fading environment when using multiple antennas // Wireless Personal Communication.- 1998.- vol. 6, nr 3.- P. 314-335.

2. Кравчук С.А., Борисова М.Б. Реализация мобильных систем широкополосного радиодоступа на основе технологии MIMO // Материалы 14-й Международной конференции КрыМиКо'2004 «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии», 13-17 сентября 2004 г., Севастополь, Крым, Украина.- Севастополь: «Вебер», 2004.- С. 43-44.

3. Distributed Wireless Communication System: a New Architecture for Future Public Wireless Access / Z. Shidong, Z. Ming, X. Xibin et al. // IEEE Communications Magazine.- 2003.- Vol. 41, nr 3.- P. 108-113.

4. Dohler M., Aghvami H. Virtual Antenna Arrays // Internationally filed 28th June 2002. Patent application 0115-799.9 M.

**СРАВНЕНИЕ ЭРГОДИЧЕСКОЙ ПРОПУСКНОЙ
СПОСОБНОСТИ ТРАДИЦИОННЫХ ОДНОПРОЛЕТНЫХ,
МНОГОПРОЛЕТНЫХ И КООПЕРАТИВНЫХ СЕТЕЙ
ШИРОКОПОЛОСНОГО РАДИОДОСТУПА С РЕТРАНСЛЯЦИЕЙ**

Кравчук С.А. E-mail: sakravchuk@ukr.net

Из-за возрастающих требований по улучшению QoS разнообразных сервисов в сетях широкополосного доступа постоянно на повестке дня стоит задача получения все больших скоростей передачи данных, то есть повышения пропускной способности (ПС) радиосистем. Данная задача не может быть успешно и рационально решена посредством традиционной однопролетной архитектуры сотовой сети. Поэтому большой интерес в настоящее время вызывает новая архитектура построения беспроводной сети на основе многопролетной структуры, использующей узлы-ретрансляторы. Сети с ретрансляцией могут достигать высокой ПС посредством использования кооперации между узлами, формирования виртуальных антенных решеток VAA (Virtual Antenna Arrays) и применения технологии MIMO. В результате такого гибридного набора формируются, так называемые, сети совместной (кооперативной) MIMO ретрансляции CMIMOR (Cooperative Multiple-Input Multiple-Output Relaying Networks) [1].

Настоящий доклад представляет результаты проведенного сравнения эргодической ПС новой архитектуры CMIMOR с ПС многопролетной и традиционной однопролетной сетей для случая прямого канала в отдельно расположенной односотовой структуре.

При этом для CMIMOR рассматривались три эвристические схемы, отличающиеся стратегией распределения мощности между узлами и выбором мобильных станций в качестве ретрансляторов.

В процессе сравнительного анализа исследовалась зависимость ПС изучаемых беспроводных сетей от их различных параметров: соотношение между мощностями базовой станции и ретрансляторов, число мобильных и ретрансляционных станций, общая полоса пропускания и потери на распространение.

В качестве результата было определено, что эргодическая ПС сети CMIMOR повышается при увеличении количества абонентских станций или ширины полосы.

Также получено, что имеет место увеличение ПС сети CMIMOR с VAA около 20% посредством использования дополнительного однопролетного прямого пути между базовой станцией и целевым терминалом. Наиболее важным выводом является то, что сеть CMIMOR может иметь эргодическую ПС в 2...3 раза больше чем сети традиционной архитектуры.

Литература

1. Nonregenerative Dual-Hop Cooperative Links with Selection Diversity / T.A.Tsiftsis, G.K. Karagiannidis, P.T. Mathiopoulos and S.A. Kotsopoulos // EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking.- 2006. – Vol. ID17862.- P. 1-8.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В
СОВРЕМЕННЫХ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ.

Авдеенко Г.Л. *E-mail: djang02006@rambler.ru*

Методам пространственно-временной обработки сигналов (ПВОС) отводится все более значимое место в современных радиотехнических системах (РТС), их разработкой занимаются практически во всех технически развитых странах мира. В общем случае под ПВОС понимают некоторую совокупность действий над сигналами, принимаемыми в разных точках пространства, позволяющую с максимальным качеством извлечь содержащуюся в них полезную информацию. На современном этапе развития РТС алгоритмы ПВОС являются в основном дополнениями к обычным алгоритмам приема и обработки сигналов, которые позволяют [1]:

- подавлять нежелательные излучения и тем самым решать задачи ЭМС и помехозащищенности РТС (методы адаптивной обработки сигналов);
- оценивать параметры пространственного спектра сигналов (определять угловые координаты объекта) и ориентировать или перераспределять минимумы (нули) или максимумы излучений в нужных направлениях (алгоритмы сверхразрешения Кейпона, максимального правдоподобия и.т.д);
- в многолучевых каналах отслеживать максимум направления прихода полезного сигнала, что обеспечивает возможность борьбы с замираниями этого сигнала в канале распространения.
- при достаточном количестве направленных излучений обеспечивать пространственно-временной доступ (каждому терминалу – отдельный луч диаграммы направленности).

В настоящее время практическая реализация ПВОС осуществляется в основном на базе антенных решеток (АР) с фазовращателями [2]. Можно утверждать, что к настоящему моменту основные теоретические положения ПВОС, базирующиеся на классическом аппарате линейной алгебры уже сформированы и ее дальнейшее развитие идет по пути

усовершенствования того или иного вида РТС, в которой она применяется. Например, в системах мобильной связи на основе проектов (METRA, I-METRA, SPRINGRAY, STRIKE) разработанных в рамках программы по информационным технологиям Европейской комиссии IST [4], заложены принципы применения ПВОС для эффективного использования в сетях 3G многоэлементных адаптивных АР в мобильных терминалах и на базовых станциях, включая использование разнесенной передачи и приема. Кроме того, ПВОС широко применяется в радиолокации и радионавигации для решения задач распознавания объектов, измерения их координат, подавления помех.

На сегодняшний день основными проблемами ПВОС остаются [2,4]:

- отсутствие методов решения задач дискретного обнаружения полезного сигнала на фоне помех с произвольной шириной спектра;
- ограничения, накладываемые на ширину спектра полезного сигнала, тип фазосдвигающего элемента и размер АР условиями факторизации пространственно-временных структур принимаемых сигналов.

Одним из перспективных направлений ПВОС для получения дополнительных сведений о наблюдаемых объектах является использование различных физических явлений, например, явления кривизны фронта электромагнитной волны, позволяющего значительно повысить качественные показатели РТС (точность измерения координат, разрешающую способность) [5].

Литература

1. <http://www.ucrf.gov.ua/img/zstored/191Antijam.doc>
2. Обработка сигналов в радиотехнических системах: Учеб. Пособие/ Далматов А. Д., Елисеев А.А., Лукошкин А. П., Оводенко А.А., Устинов Б. В.; под ред. А. П. Лукошкина . – Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1987, 400 с.
3. http://rasu.ru/new_site/news.php?id=768
4. Гелесев А.И. Теория обработки радиолокационной информации на фоне помех в радиолокационных системах: Учеб. пособие.– М.: Изд-во филиала ВА РВСН, 2000, 72 с.
5. 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.

В настоящее время все больше внимания уделяется построению высокоскоростных систем широкополосного радиодоступа на основе новых гибких и высокопроизводительных сетевых архитектурах, особенно распределенного типа. К наиболее перспективным из них можно отнести архитектуру многопролетной полнодоступной узловой сети, которая обозначается как mesh сеть или WMN (Wireless Mesh Networks).

В некотором плане, WMN есть продолжение развития Ad Hoc сетей, с учетом новых требований и возможностей. Однако новые характеристики WMN ставят также и множество проблем и задач, которые необходимо решить для внедрения WMN сначала на тестовую основу, а далее в коммерческую эксплуатацию.

На данный момент существует несколько тестовых зон WMN [1, 2], однако вопрос о коммерческом применении стоит открытым. На рынке предложены образцы оборудования, включающие в себя лишь некоторые характеристики WMN [3].

В этой связи в настоящем докладе представлена попытка классификации и анализа нерешенных проблем построения WMN и выделение наиболее актуальных из них, без решения которых невозможна полная реализация идеи WMN сетей.

Для реализации сети WMN требуется внедрение новейших разработок. Область таких разработок и их внедрение затрагивает все уровни модели OSI.

На физическом уровне требуется объединение и применение всех современных технологий: OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) или UWB (Ultra Wideband) в качестве модуляции; разнесенный прием, интеллектуальные адаптивные антенные решетки,

технологии MIMO (Multi Input Multi Output). При этом программные радиосистемы (software radio) являются необходимой технологией для объединения различных функций и повышения производительности.

МАС уровень должен обеспечивать контроль и управление многоканальной системой (возможно, с несколькими радиоинтерфейсами), которая находится в движении.

Протокол маршрутизации на основе специальных метрик (включая информацию от МАС уровня) выполняет функции определения маршрута как внутри беспроводной WMN сети, так и за ее пределами.

Вопросы безопасности и мониторинга рассмотрены с учетом децентрализованной распределенной системы.

В докладе рассмотрены основные проблемы, решение которых может ускорить внедрение беспроводных сетей следующего поколения – WMN.

Таким образом, на сегодняшний день авторам неизвестно о законченных (готовых) разработках беспроводных сетей, отвечающих всем требованиям для построения рациональной WMN.

Литература.

1. Small Footprint Control Layer for Managing Dynamics of Wireless LANS. Advanced Cybernetics Group. 1299 Parkmoor Ave. San Jose , CA 95126.- 23 pages.

2. Krag T., Büettrich S. Wireless Mesh Networking - <http://www.oreillynet.com/pub/a/wireless/2004/01/22/wirelessmesh.html>

3. AeroGuard - MIMO Wireless Mesh Solution. SOHOware, Inc. Product catalog // 3050 Coronado Dr. Santa Clara, CA 95054.- 4 p.

4. Cisco Wireless Mesh Networking Solution. Product Catalog № 205327. - Z_ETMG_LS_11.05.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ УЗЛОВ В СЕТЯХ ADHOC,
СОЕДИНЕННЫХ ИНФРАСТРУКТУРНОЙ СЕТЬЮ

Журавков П.А., рук. Бунин С.Г. E-mail: zhurav@uran.net.ua

При построении телекоммуникационной системы, которая предстает собой несколько безинфраструктурных сетей регионального масштаба, для связи между которыми используются каналы сети Интернет (рис.1), возникает множество задач, одной из которых является разработка алгоритма поиска абонентов.

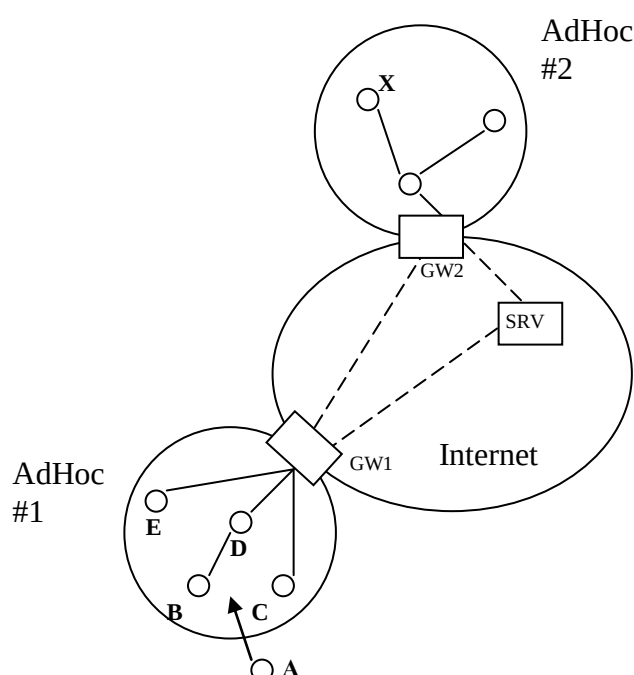


Рис.1. Схема соединения региональных AdHoc-сетей каналами Интернет

Узел А на рис.1 производит поиск других узлов путем периодической рассылки широковещательных запросов. После получения ответа (от узлов В и С на рис.1), выполняется процедура присваивания узлу А уникального адреса-идентификатора, однозначно определяющего его в данной сети AdHoc (в случае использования в AdHoc TCP/IP это некоторый IP-адрес). Известны несколько подходов при решении задачи распределения адресов в безинфраструктурных сетях [1], [2], [3]. В данном случае предлагается метод, реализующий идею «двоичного деления» [4].

После получения адреса узел А становится полноценным абонентом сети (AdHoc #1 на рис.1) и устанавливает соединения с доступными узлами (В и С на рис.1). Далее средствами протокола маршрутизации, применяемого в сети AdHoc (например, AODV [5]), формируется маршрут к шлюзу, выполняющему функцию согласования сети AdHoc и инфраструктурной сети (GW1 на рис. 1), и устанавливается соединение с ним. Таким образом, шлюз получает информацию о всех узлах сети AdHoc, находящихся в зоне его доступа. Эта информация может храниться распределенно на всех шлюзах, входящих в структуру сети, либо централизованно на некотором сервере (SRV на рис.1). Такое решение позволяет осуществлять эффективный поиск абонентов в пределах не только «своей» AdHoc сети, но и в остальных.

Выводы

В данной работе рассмотрены вопросы, касающиеся взаимодействия сетей AdHoc, для соединения которых используются каналы инфраструктурной сети. Предложен алгоритм вхождения абонентов в сеть и поиска узлов, находящихся в одной либо различных сетях AdHoc.

Перечень ссылок

- [1] C. E. Perkins, E. M. Royer, and S. R. Das: *IP Address Autoconfiguration for Ad Hoc Networks*. Technical Report draft-ietf-manet-autoconf-00.txt, Internet Engineering Task Force, MANET Working Group, July 2000.
- [2] S. Thomson, and T. Narten: *IPv6 Stateless Autoconfiguration*, RFC 2462, December 1998.
- [3] Kilian Weniger, and Martina Zitterbart: *IPv6 Autoconfiguration in Large Scale Mobile Ad Hoc Networks*, University of Karlsruhe, Germany.
- [4] A. J. McAulley, and K. Manousakis: *Self-Configuring Networks*, MILCOM 2000, 21st Century Military Communications Conference Proceedings, Volume 1, Pages 315-319.
- [5] Perkins C.; Belding-Royer E.M.; Das S. *Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing*, IETF Internet Draft, Jan 2002. Work in progress.

МОДЕЛИРОВАНИЯ MANET СЕТЕЙ С ПОМОЩЬЮ СИМУЛЯТОРА
ДИСКРЕТНЫХ СОБЫТИЙ OMNET++ (INET Framework)

Алексееenko А.В., Дробик М.А., рук Бунин С.Г., Максимов В.В.

E-mail: alexeenko_a@ukr.net, mikael@a.org.ua

Аннотация — В статье рассмотрено моделирование сетей MANET при помощи программного продукта OMNeT++.

I. Введение

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].

OMNeT++ (Objective Modular Network Testbed in C++) – это объектно-ориентированный симулятор дискретных событий предназначенный для моделирования компьютерных систем и других распределенных систем. Является полностью программируемым и модульным [2]. Основой является язык программирования – C++. Отличительными особенностями, по сравнению с другими программными продуктами данного класса, является функциональный графический интерфейс, гибкая система статистики и отчетности, бесплатное распространение (в соответствии с лицензией GNU General Public License). OMNeT++ был разработан несколькими группами специалистов европейских университетов, с целью создания мощного и «открытого» инструмента для академических и учебных целей.

С помощью OMNeT++ есть возможность смоделировать любые сети, основанные на дискретных событиях (протоколы, компьютерные сети, многопроцессорные и распределенные системы, программное обеспечение).

II. Среда моделирования OMNeT++

Модель системы OMNeT++ (например, сеть) состоит из *иерархически вложенных модулей* (simple modules). Глубина вложения модулей не ограничена. Использование группирования модулей в сложные модули (compound modules), дает возможность пользователю отразить логическую структуру любой системы в структуре модели (рис.1).. Для описания модуля используется язык C++. Модули взаимодействуют посредством *передачи сообщений*. Сообщения могут содержать произвольные сложные структуры данных. Модули могут посылать сообщения непосредственно их адресату или по предопределенному пути, через *шлюзы* и *подключения*, которые определяют такие параметры как пропускная способность, задержка, и норма на количество ошибок. Модули могут иметь параметры, с разделенными переменными, которые используются для конфигурации действий модуля, создания гибкой топологии при взаимодействии с другими модулями.

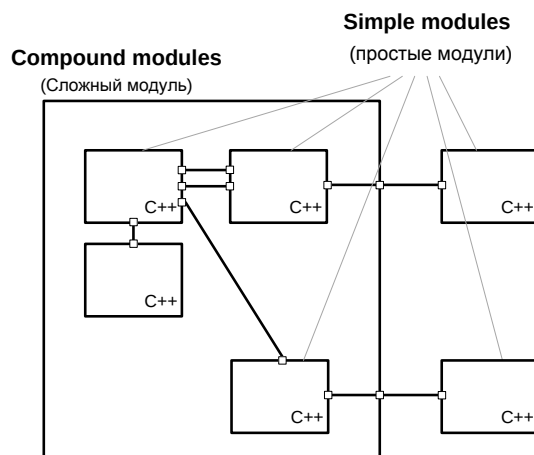


Рис. 1

Язык NED.

Для описание структуры сети и модулей в системе OMNeT++ используется встроенный язык NED. Основным предназначением языка NED является описание структуры сети, модулей, состав сложных модулей, описание входов и выходов и связей с другими модулями[2].

III. Модель узла сетей MANET

Благодаря иерархическому построению моделей в OMNeT++, мы имеем возможность детально моделировать каждый из уровней, в соответствии с семиуровневой моделью OSI.

При моделировании сетей MANET в нашем проекте, мы рассматриваем модель узла, состоящего из 5 уровней (модулей). Модель узла изображена на рис.2.

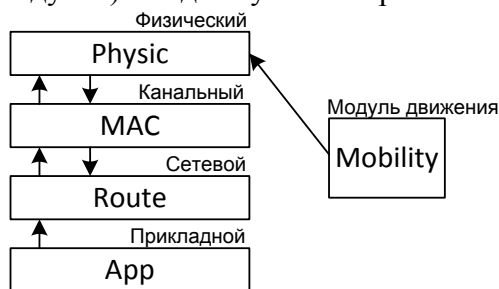


Рис. 2

В случае моделирования кластерных протоколов маршрутизации, могут использоваться модели с дополнительным модулем, который отвечает за кластеризацию.

В системе OMNeT++ существует библиотека моделей и протоколов для реализации уже существующих протоколов и технологий. Среди них: TCP/IP, UDP, Mobile IP, IPv6, 802.11[3].

IV. Заключение

OMNeT++ является достаточно мощной и функциональной системой, с помощью которой можно смоделировать сети любой сложности и топологии. В данной работе рассмотрено использование этой системы при разработке протоколов и узлов в сетях MANET.

V. Список литературы

- [1] Романюк В.А. Мобильные радиосети – перспективы беспроводных технологий // Сети и телекоммуникации. – 2003. – № 12. – С. 62 – 68.
- [2] Andras Varga: «The OMNeT++ Discrete Event Simulation System», Department of Telecommunications, Budapest University of Technology and Economics
- [3] <http://www.omnetpp.org/staticpages/index.php?page=20041019113420757>

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ МОДЕЛЬ АУТЕНТИФИКАЦИИ В СЕТЯХ AD-HOC

Рыбальченко А.А., Котляр А.К., рук. Бунин С.Г., Максимов В.В.

E-mail: a.rybalchenko@intelsys.kiev.ua; kot@boyarka.com

Аннотация – рассмотрена децентрализованная модель аутентификации, когда пользователь, имея доверительные отношения с соседним узлом, может обращаться ко всей сети.

I. Введение

Радиосети ad-hoc – самоорганизующаяся архитектура построения сетей, которая позволяет устанавливать соединения между пользователями отовсюду и в любой момент времени без помощи фиксированной, часто жестко определенной и централизованной сетевой инфраструктуры. Распространение ad-hoc сетей делает вопросы безопасности все более и более значимыми. При этом требования в части *аутентификации*, конфиденциальности, целостности или подтверждения авторства – те же самые, что и для многих других фиксированных сетей связи. Однако, традиционное решение – использование Центра Аутентификации (ЦА) в рамках Инфраструктуры Открытых Ключей (ИОК), в чистом виде не может быть применимо к ad-hoc сетям. Отсутствие четкой сетевой инфраструктуры не позволяет выделить фиксированный Центр Аутентификации [1].

Решением этой проблемы может стать распределенная система аутентификации, которая не требует наличия единого Центра Аутентификации и в которой каждый узел сети на основании полученной информации от соседних узлов идентифицирует своего адресата. Т.е. происходит распределение функций ЦА среди всех (или некоторой части) участников сети.

В данном докладе сделан акцент на методику *аутентификации* абонента в сети ad-hoc.

II. Основная часть

Распределенная модель аутентификации – децентрализованная система идентификации, основанная на доверительных связях абонентов. Она предполагает собой существование на каждом узле хранилища (архива) доверительных связей в виде путей между двумя узлами [2].

Предположим, узел *A* хочет удостовериться является ли узел *B* тем узлом, с которым он желает установить связь, т.е. идентифицировать узел *B*. Узел *A* опрашивает соседние узлы, например узел *C*, на наличие узла *B* в его доверительном списке. Получив подтверждение от узла *C*, узел *A* может доверять этой информации, т.к. он может идентифицировать ответ узла *C* путем сравнения общих данных, таких как секретный ключ (в пределах данной транзакции) либо по части данных из их предыдущей транзакции. Если данная информация совпадает, то узел *A* доверяет информации, полученной от узла *C*. Таким образом обеспечивается защищенность процесса опроса. Узел *A* также может запросить узел *B* о недавних его транзакциях с соседними узлами и сопоставить её с информацией полученной самостоятельно от этих узлов [3, 4].

Предложенная схема обеспечивает достоверную идентификацию абонентов сети и может применяться в целях безопасной маршрутизации.

III. Заключение

Рассмотренная модель распределенной аутентификации позволяет как минимизировать коммуникационные и вычислительные затраты, так и свободно заменять абонентов сети, что делает протокол более защищенным к DoS атакам. [1]

Однако данный метод имеет ряд недостатков, среди которых следует выделить основные:

1. высокая чувствительность к потере связи с одним или несколькими участниками сети;
2. наличие, как минимум, 1–2 соседних узлов.

IV. Список литературы

- [1] Управление ключами в ad-hoc сетях. *А.Д.Фомин, А.В.Фомина*. Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Россия. <http://nit.miem.edu.ru/2004/section/238.htm>
- [2] A Distributed Light-Weight Authentication Model for Ad-hoc Networks. Andr'e Weimerskirch and Gilles Thonet.
- [3] A. Abdul-Rahman and S. Hailes. A Distributed Trust Model. *New Security Paradigms Workshop 1997*, ACM, 1997.
- [4] A. Jøsang. The right type of trust for distributed systems. *New Security Paradigms Workshop 1996*, ACM, 1996.

Аннотация – рассмотрены вопросы защищенности информации в сетях ad hoc, основанных на использовании сверхширокополосных сигналов.

I. Введение

Сети ad hoc подвержены злоумышленным воздействиям (пассивным или активным), целью которых является изменение механизмов работы сети (например, маршрутизации) либо механизмов безопасности (например, системы управления кодами) [1]. Пассивные представляют собой подслушивание данных с целью анализа трафика, определения ключей и т.д., в то время как активные направлены на воспроизведение, модификацию либо удаление передаваемой информации. Как пассивные, так и активные воздействия могут быть внешними либо внутренними. Внешние нацелены на то, чтобы вызвать перегрузку, распространить неверную маршрутную информацию, заблокировать или заставить службы работать неправильно. Их можно избежать, используя стандартные механизмы безопасности, например, шифрование, и т.д. Внутренние – более серьезные, поскольку злоумышленный узел оказывается внутри сети, авторизированный как ее часть и защищен механизмами безопасности сети и предложенными службами.

Защита от злоумышленных воздействий традиционным решением вопросов аутентификации путем использования Центра Сертификации (ЦС) в сетях ad hoc усложнена отсутствием четкой сетевой структуры, а использование распределения функций ЦС среди участников сети требует больших коммуникационных издержек [1]. В докладе рассмотрена возможность защиты сети от внешних воздействий на физическом уровне за счет использования сверхширокополосных сигналов.

II. Основная часть

Сверхширокополосные импульсные сигналы (I-UWB), обладают рядом уникальных свойств, среди которых следует отметить скрытность передачи при одновременной трудности обнаружения и детектируемости, что уменьшает вероятность несанкционированного доступа к передаваемой информации и повышает ее защищенность.

Защита передаваемой информации достигается использованием передачи множества импульсов на один информационный символ. При этом для каждого из передаваемых символов можно выбрать импульсно-временной код, ортогональный по отношению к кодам других абонентов (например, M-последовательности). В такой последовательности межимпульсный интервал намного превышает длительность самих импульсов, т.е. скважность имеет большую величину, а псевдослучайное изменение положения импульсов на временной оси для каждого информационного символа происходит в пределах одного кадра (например, длины псевдослучайной последовательности). Чем больше скважность, меньше мощность импульсов и разнообразнее псевдослучайные последовательности, тем сложнее обнаружить эти сигналы, меньше вероятность несанкционированного доступа к передаваемой информации и сложнее создать им помеху

III. Заключение

Применение I-UWB сигналов позволяет обеспечить скрытность передачи, что уменьшает вероятность несанкционированного доступа к передаваемой информации и повышает ее защищенность.

IV. Литература

- [1] The Handbook of Ad Hoc Wireless Networks. Edited by Mohammad Ilyas. Florida Atlantic University, Boca Raton, CRC PRESS.
- [2] Управление ключами в ad-hoc сетях. А.Д.Фомин, А.В.Фомина. Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Россия. <http://nit.miem.edu.ru/2004/section/238.htm>

БЕСПРОВОДНЫЕ СЕТИ ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ MPLS

Кузява М.А., Кравчук С.А. *E-mail: sakravchuk@ukr.net*

Широкое распространение Интернета, использование IP-ориентированных приложений и технологии передачи голоса и видео по сетям данных способствовали мощному развитию мультисервисных IP-сетей. Сети IP не зависят от протоколов второго уровня и физических каналов, что позволяет применять различные технологии для построения магистральной сети и для подключения клиентов. Однако в IP-сети отсутствуют средства эффективного управления трафиком и эффективного использования альтернативных маршрутов; в IP-сетях не допускается пересечение адресного плана и разделение трафика клиентов для построения виртуальных частных сетей, что исключает возможность подключения клиентов с одинаковой адресацией; маршрутизация в IP-сетях выполняется примерно на порядок медленнее коммутации, что вызвано сравнительно большим временем анализа IP – заголовка.

Для решения таких задач разработана архитектура многопротокольной коммутации по меткам MPLS (Multiprotocol Label Switching).

Сети широкополосного доступа предоставляют пользователям возможность более эффективного использования ресурсов сети, но при этом качество передачи зависит от среды распространения радиосигнала.

В настоящем докладе для осуществления управления трафиком с требуемым качеством обслуживания в сети широкополосного беспроводного доступа предлагается использовать элементы технологии MPLS.

Для реализации этой задачи необходимо сделать следующие шаги:

1. Разработать архитектуру беспроводной MPLS-сети (архитектуру протоколов беспроводной MPLS-сети и сравнительный анализ созданной архитектуры с существующими беспроводными сетями; анализ процедуры установления соединения между мобильными терминалами, принадлежащими к разным сетям).

2. Рассмотреть особенности управления местоположением и мобильностью – особенности применения (управление местоположением позволяет сети следить и знать текущее положение терминала, что позволяет упростить установление входящих соединений; управление мобильностью позволяет сети удерживать и восстанавливать соединение в случае перемещения абонента с терминалом в пространстве).

3. Рассмотреть особенности применения инжиниринга трафика для беспроводной MPLS-сети (позволит управлять потоками данных и оптимизировать работу беспроводной сети, а также максимально эффективно использовать полосу пропускания).

4. Описать особенности системы связи мультимедийного радиодоступа на основе MPLS с использованием различных мультимедийных услуг в создаваемой системе.

Предложенные принципы могут быть использованы для создания системы широкополосного доступа.

ОЦЕНКА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ
СИСТЕМ СВЯЗИ С СШПС

Валиков Д.П. E-mail: dmitryvalikov@ukr.net

Сверхширокополосные сигналы имеют множество преимуществ, которые делают их весьма привлекательными для использования в системах связи. Однако, в настоящее время эффективная излучаемая мощность систем с СШПС ограничена маской -41.3 dBm/MHz.

В данном докладе приводится способ оценки практического значения пропускной способности и потенциала дальности действия для систем с СШПС.

Пропускная способность канала связи СШПС

Формула Шеннона дает значение пропускной способности канала связи:

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{P_s}{P_n} \right), \quad (1)$$

где B – ширина спектра сигнала (Гц), P_s – мощность сигнала, P_n – мощность шума (Вт).

С практической точки зрения более удобно оценивать пропускную способность сверхширокополосного канала связи, взяв за основу длительность элементарного импульса.

Пусть передача информации осуществляется моноимпульсами длительностью τ (с). Это значение также соответствует длительности сигнального временного окна в приемнике. Тогда максимально возможная скорость передачи информации по каналу связи будет составлять:

$$C = 1/\tau \text{ (бит/с)}. \quad (2)$$

Если необходимо увеличить дальность связи, можно каждый информационный бит передавать некоторым количеством элементарных импульсов n , разнесенных по оси времени и имеющих скважность Q . Соответственно скорость передачи информации уменьшится пропорционально nQ . При этом мощность одного импульса уменьшится в n раз.

$$C = 1/nQ\tau \text{ (бит/с)}, \quad (3)$$

$$nP_s > P_n, \text{ или } n > P_s/P_n. \quad (4)$$

Отношение сигнал/шум можно определить, как

$$SNR_{dB} = P_{s\,dB} - P_{n\,dB} - L, \quad (5)$$

где $P_{s\,dB}$ – эффективная излучаемая мощность передатчика СШПС (дБВт), $P_{n\,dB}$ – мощность шума на входе приемника (дБВт), L – потери при распространении сверхширокополосного сигнала (дБ). Потери при распространении сигнала зависят как от частоты сигнала, так и от расстояния между приемником и передатчиком [1]:

$$L = 20 \log_{10}(4\pi f_0/c) + \gamma 10 \log_{10}(d), \quad (6)$$

где f_0 – центральная частота спектра сигнала (МГц), c – скорость света (м/с), γ – коэффициент затухания, определяемый выбранной моделью распространения, d – расстояние (м).

Для сверхширокополосного сигнала, имеющего относительную полосу частот $B_{rel} = \frac{f_u - f_l}{f_0} > 0.25$, разница между верхней f_u и нижней f_l частотой спектра может быть значительной. Это ставит под сомнение возможность использования в формуле потерь центральной частоты сигнала f_0 . В [2] приведена оценка погрешности при определении потерь на распространение L в зависимости от относительной ширины полосы сигнала. Погрешность для $B_{rel} = 0.5$ не превышает 0.3 дБ. Таким образом, для оценки затухания допустимо использовать центральную частоту сверхширокополосного сигнала.

Литература

1. Design Challenges for Very High Data Rate UWB Systems. V. Srinivasa Somayazulu, Jeffrey R. Foerster, and Sumit Roy.
2. Why UWB? A Review of Ultrawideband Technology. Report to NETEX Project Office, DARPA by Leonard E. Miller. Wireless Communication Technologies Group National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland, April 2003.

УЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИНИИ СВЯЗИ ПРИ ОЦЕНКЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДИСКРЕТНЫХ И НЕПРЕРЫВНЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ

Мошинская А.В. E-mail: moshinskaya@mail.ru

Аннотация. Предложен общий подход к оценке информационных возможностей дискретного и непрерывного каналов связи, построенной на учете эксплуатационных характеристик приемо-передающего оборудования, параметров затухания линии связи и интенсивности помех.

1. Введение

Информационные возможности дискретных и непрерывных каналов связи определены в работах К.Шеннона в следующем виде:

- для дискретного канала связи:

$$C_D = \frac{H(A) - H(A/A')}{T} = \frac{H(A') - H(A'/A)}{T}; \quad H(A) = \log 2 = 1 [\text{бит}/\text{с}];$$

$$H(A'/A) = -\frac{1}{2}(1-p_{ош})\log(1-p_{ош}) - \frac{1}{2}p_{ош}\log p_{ош} - \frac{1}{2}p_{ош}\log p_{ош} - \frac{1}{2}(1-p_{ош})\log(1-p_{ош})$$

$$C_D = \frac{1}{T}[1 + p_{ош}\log p_{ош} + (1-p_{ош})\log(1-p_{ош})] \quad (1)$$

- для непрерывного канала связи:

$$C_H = 2F_{\Omega} \cdot H_{отсч} = \Delta F_u \cdot \log\left(1 + \frac{P_{ПР}}{P_{ш}}\right) \quad (2)$$

2. Основная часть

Рассмотрение параметров, входящих в формулу (1-2) представляет интерес, с точки зрения их влияния на показатели пропускной способности дискретного и непрерывного канала. Для нахождения пропускной способности дискретного канала, задаваясь, по аналогии с методикой, изложенной в [2]:

а) энергетическими параметрами канала:

— на передающей стороне:

- мощностью передатчика $P_{ПД}$, при длине волны излучения λ и коэффициентом усиления передающей антенны $G_{ПД}$
- ослаблением сигнала в фидерном устройстве тракта передачи $L_{ПД}$;

— на приемной стороне:

- коэффициентом усиления приемной антенны $G_{ПР}$;
- ослаблением сигнала в фидерном устройстве тракта приема $L_{ПР}$;

б) пространственными параметрами:

- расстоянием между точками передачи и приема R ;

- затуханием в линии связи $W = \frac{G_{ПД} G_{ПР}}{16\pi^2 L_{ПД} L_{ПР}} * \frac{\lambda^2}{R^2}$,

можно получить выражение для параметра h^2 в виде:

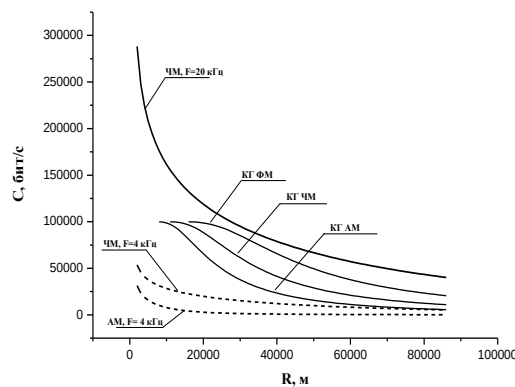
$$h^2 = \frac{E}{N_0} = \frac{P_{ПД} \cdot G_{ПД} \cdot G_{ПР} \cdot \lambda^2 \cdot T}{L_{ПД} \cdot L_{ПР} \cdot 16\pi^2 \cdot R^2 \cdot N_0} = \frac{P_{ПД} \cdot W \cdot T}{N_0} \cdot \frac{\lambda^2}{R^2} = \frac{P_{ПД} \cdot W \cdot \lambda^2}{N_0 \cdot R^2 \cdot V_s}, \quad (3)$$

Непрерывный канал связи описывается своей формулой нахождения пропускной способности, учитывающей характеристики линии связи:

$$C_H = F_\Omega \cdot \log \left(1 + g \cdot \frac{P_{ПД} \cdot W \cdot \lambda^2}{N_0 \cdot F_\omega \cdot R^2} \right);$$

где

$$g = \frac{\frac{P_\Omega}{P_\varepsilon}}{\frac{P_{ПР}}{P_{Ш}}} = \frac{\left(\frac{P_{ПР}}{P_{Ш}} \right)_{ВЫХ.ДМ}}{\left(\frac{P_{ПР}}{P_{Ш}} \right)_{ВХ.ДМ}} - \text{выигрыш модуляции}$$



Зависимость пропускной способности дискретного (когерентная обработка) и непрерывного каналов связи от дальности связи

Заключение

Таким образом, полученные аналитические и количественные зависимости свидетельствуют о возможности выбора предпочтительных параметров передаваемых сигналов в зависимости от заданных условий передачи с позиций достижения максимальной скорости передачи.

4. Список литературы

1. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике / Пер. с англ.; Под ред. Ф.А. Добрушина, О.Б. Лупанова. — М.: Изд-во иностр. лит., 1963. — 830 с.: ил., табл. — Библиогр.: с. 783-820, и библиогр. в конце статей.
2. Урывский Л.А., Мошинская А.В. Исследование динамики показателей формулы К.Шеннона при передаче непрерывных сигналов // Зв'язок. — 2006. — № 2. — с. 62-64.

ОСОБЕННОСТИ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ШИРОКОПОЛОСНЫХ УСЛУГ В СЕТЯХ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Волков С.Э., Сундучков К.С. *E-mail: volkov@ukrkosmos.kiev.ua*

XXI век - это эпоха бурного развития и конвергенции информационных и телекоммуникационных технологий, призванных сегодня ускорять развитие мировой экономики и общества. Особая роль принадлежит здесь сотовой связи. Она вбирает в себя функции приема-передачи не только голосовой информации, но и данных, включая видеоизображение [1].

В настоящее время самым популярным стандартом сотовой связи является стандарт второго поколения - GSM, но уже начинается внедрение стандартов третьего поколения (3G) [2]. Главная ожидаемая особенность стотовых сетей нового поколения - телевизионное вещание на мобильные телефоны, которое в настоящий момент реализуется построением выделенных широкополосных сетей с помощью таких технологий, как DVB-H, DMB, Qualcomm MediaFLO.

Хотя скорости передачи данных в 3G возрастут, пропускной способности будет недостаточно для потокового аудио и видео вещания высокого качества, как сначала утверждали производители сотовых телефонов.

Поэтому появились такие технологии как Mobile WiMax (стандарт 802.16e для мобильных устройств), HSDPA (High Speed Downlink Packet Access), которую относят к поколению 3.5G, а также разрабатываются сотовые службы четвертого поколения (4G).

На пути технической реализации и внедрения сетей 4G ещё стоит много трудностей обусловленных более высокими скоростями передачи данных в радиоканалах, значительным набором новых услуг, а также требованиями покрытия обширных территорий и интеграции с другими сетями связи [3, 4].

Разработка любой системы цифровой связи начинается с описания канала (принимаемая мощность, доступная полоса пропускания, статистики шума и иных ухудшений качества сигнала, таких, например, как замирание) и определения системных требований (скорость передачи данных и вероятность появления ошибок). После описания канала нужно определиться с проектными решениями, которые позволяют наилучшим

образом использовать канал и удовлетворить требования производительности.

Два основных ресурса связи - это переданная мощность и ширина полосы пропускания. В различных системах связи один из этих ресурсов дороже другого, и следовательно большую часть систем можно классифицировать как системы с ограниченной мощностью или ограниченной полосой пропускания.

В сетях сотовой связи четвертого поколения предполагается использование сверхвысоких или крайневых частот, в которых можно обеспечить значительную полосу пропускания и соответственно использовать мощное кодирование с коррекцией ошибок.

В качестве примера рассмотрена сеть предоставления телевизионных программ в стандарте телевидения высокой четкости – ТВЧ (High Definition Television, HDTV) и услуг передачи данных на автомобилях движущиеся по автобану. В будущем возможно появление новых ресурсоемких услуг для мобильных абонентов, таких как игры по сети и т.д.

В работе определена необходимая полоса пропускания для предоставления широкополосных услуг, равная 1,5 ГГц, и диапазон рабочих частот в котором возможно реализовать данную полосу пропускания - 40 ГГц, вероятность битовой ошибки принята равной 10^{-6} , мощность передатчика базовой станции (100 мВт) позволяет обеспечить радиус соты 30 метров. Данные значения являются стартовыми для определения параметров радиоканала в сетях мобильной связи для предоставления широкополосных услуг с учетом влияния многолучевого распространения, метода модуляции, кодирования и т.д.

Литература:

1. Скородумов А. Каким путем пойдём в 3G? "CONNECT", №5, 2006.
2. Садовский А. Интернет в мобильнике со скоростью 2,5 Гбит/с – реальность или миф? Тестовая лаборатория Ferra, 26.05.2006.
3. К.С.Сундучков, В.А.Гребенюк. Спутниковые распределительные сети государственного предприятия "Укркосмос" // Радиотехника, вып. 144, 2006. - с. 42-47.
4. Сундучков К.С., Макаров А.А., Сундучков И. К. Приёмные системы радиосвязи и телевидения // Праці УНДІРТ, №4 (36), 2003. – с 39-49.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ «ИНТЕРМОДУЛЯЦИОННО
НЕСОВМЕСТИМЫХ» ГРУПП ЧАСТОТ В
СИСТЕМАХ СОТОВОЙ СВЯЗИ

Дорошенко Т.В. *E-mail: tks@kture.kharkov.ua*

Одним из существенных параметров сотовых систем, характеризующих уровень их технологии является спектральная эффективность. В настоящее время используются различные способы повышения значения этого параметра: применение сложных способов модуляции, использование сигналов с расширенным спектром, применение адаптивных алгоритмов демодуляции и т.д. Например, для систем с частотным разделением радиоканалов значительное внимание было уделено способам уменьшения взаимных помех между этими каналами. В существующих стандартах сотовых систем с частотным разделением каналов при частотно-территориальном планировании происходит выделение групп частот несущих колебаний в заданном диапазоне частот с определённым шагом [1]. В одной группе частотных каналов, которые закрепляются за одной базовой станцией сотовой системы, оказываются частоты максимально удалённые друг от друга для обеспечения наименьшей межканальной помехи этой станции при любом способе модуляции из-за внеполосных излучений. Частоты в одной группе равномерно располагаются по оси частот. В [4] показано, что сформированные таким образом частоты одной группы являются «интермодуляционно зависимыми» и, следовательно, «интермодуляционно несовместимыми».

Комбинации частот, являющиеся помехами интермодуляции, возникают в приёмнике в результате нелинейности входной цепи (усилителя высокой частоты, преобразователя частоты и т.д.) и приводят к «интермодуляционной несовместимости» заданной группы частот.

В [1,2] предложена мера «интермодуляционной зависимости» каждой частоты в группе от остальных частот этой же группы. Такая мера может быть определена для всех частот всех групп, сформированных в

выделенном сотовой системе диапазоне. Частота группы, которую, невозможно представить комбинацией других частот этой группы, названа «интермодуляционно независимой» от остальных частот группы. Для уменьшения интермодуляционных помех в [1,2] предлагается группы частот из равномерной сетки выбирать таким образом, чтобы частоты одной группы были «интермодуляционно независимыми», или, в крайнем случае, чтобы уровень взаимной интермодуляционной зависимости был минимальным. Но данный подход, при определении помехи интермодуляции, например 3-го порядка, для заданной частоты предполагает, что несущее колебание данной частоты и несущие колебания всех остальных частотных каналов группы, кроме рассматриваемой тройки отсутствуют.

В докладе, предложены результаты вычисления «интермодуляционно независимых» частот группы для различных стандартов сотовой связи: AMPS, TACS, D-AMPS, NMT-450, основанных на использовании методики [3], с помощью которой происходит аппроксимация характеристики нелинейного элемента приёмника, полиномом заданной степени точности. В результате были определены интермодуляционные зависимости не только 3-го, 5-го, 7-го порядков, но и более высоких порядков, а так же были определены мощности полученных продуктов интермодуляции. На основании полученных вычислений выявлены «интермодуляционно независимые» частоты группы.

Список литературы: 1. Шинаков Ю.С. Методы оценки интермодуляционных помех в сотовых системах связи, «Радиотехника» №1, 2007г. 2. Шорин О.А., Николаев В.Н. Выделение групп интермодуляционно совместимых частот для стандарта NMT – 450. – Электросвязь, 1995 №8. 3. Дорошенко Т.В. Методика определения параметров комбинационных составляющих на выходе нелинейного элемента радиоприёмного устройства систем абонентского радиодоступа. «Радиотехника» 2007. 5. Дежурный И.И., Пышкин И.М., Пантиякн Р.Т. и др. Сухопутная подвижная радиосвязь. – М.: Радио и связь, 1990, кн1,2.

РАСШИРЕНИЕ СПЕКТРА СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ
ПСП ЗНАЧНОСТИ 127 В СИСТЕМАХ С КОДОВЫМ
РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ

Хлистун Т.Н., рук. Плотников Н.Д. *E-mail: Tanya_Khlistun@bigmir.net*

В большинстве работающих и перспективных системах CDMA используются широкополосные сигналы, формирование которых осуществляется по методу прямого расширения спектра (DS-CDMA-Direct Sequence CDMA). Системы на базе DS-CDMA позволяют организовать значительное адресное пространство и имеют высокую спектральную эффективность. Они обеспечивают устойчивую передачу по каналам с многолучевыми замираниями, а также повышенную защищенность транспортировки информации при малом уровне излучаемой мощности.

В этом случае адресность абонентов определяется формой псевдослучайной последовательности (ПСП), используемой для расширения полосы спектра частот.

Доминирующее значение в выборе вида ПСП для формирования широкополосных сигналов (ШПС) в системах подвижной радиосвязи играют прежде всего взаимные и автокорреляционные характеристики ансамбля сигналов (АКФ и ВКФ), его объем, простота реализации устройств формирования и "сжатия" (свертки) сигналов в приемнике. В связи с этим для формирования ШПС среди двоичных ПСП значности 127 обычно выбирают m -последовательности и ПСП Голда, корреляционные свойства которых достаточно подробно исследованы. Для расширения объема ансамбля сигналов часто используют составные ПСП, сформированные, например, на основе m -последовательностей и последовательностей Уолша.

Однако при данной значности $N=127$ существует много других классов ПСП, имеющих такие же близкие к идеальным периодические АКФ, что и m -последовательности. К ним относятся ПСП на основе различных классов совершенных разностных множеств с параметрами $v=127, k=63, \lambda=31$, для которых все неглавные значения АКФ равны "-1".

Интерес представляют разностные множества Бомера-Фридриксена (обозначим буквами A, B, C), Зингера (S), Лежандра (L) и Холла (H). Важно, что ПСП классов L, H, A, B и C нелинейные и имеют линейную сложность, превышающую линейную сложность m -последовательностей значности 127, для которых она равна 7. Параметр линейной сложности последовательности, введенный для оценки степени непредсказуемости символов последовательности, численно равен длине эквивалентного регистра сдвига с линейной обратной связью, посредством которого может быть сформирована данная последовательность. Например, линейная сложность последовательностей Лежандра равна 63. Поэтому довольно полезным может стать использование этих ПСП в качестве базисных для генерации ПСП GMW.

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМ
МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ CDMA

Огородніков М.Г. E-mail: setel@nbi.com.ua

Визначну роль у розвитку мультисервісних мереж відіграють системи мобільного зв'язку, які надають найбільш зручний спосіб одержання широкого спектру інформаційних послуг. За короткий термін системи мобільного зв'язку пройшли етапи 1-ого та 2-ого поколінь. Сьогодні на черзі - впровадження систем мобільного зв'язку 3-го покоління (3G), які базуються на використанні технологій CDMA (Code Division Multiple Access).

В системі мобільного зв'язку CDMA забезпечується багатостанційний доступ завдяки кодовому розподілу каналів. При цьому використовується шумоподібний широкосмуговий сигнал, що передається в спільній для усіх абонентів смузі частот. Розширення спектра здійснюється методом прямої послідовності (Direct Sequence Spread Spectrum) та кодуванням кодами Уолша (Walsh Coding) і псевдовипадкової послідовності.

Слід зазначити, що інтерес до технології CDMA викликаний рядом її суттєвих переваг: високою завадостійкістю (особливо до вузькосмугових перешкод); ефективною роботою приймальних пристроїв в умові багатопроменевого поширення (при прийманні можливе використання декількох променів, що в підсумку дозволяє підвищити відношення сигнал/шум); процедурою м'якої естафетної передачі (soft handover); ефективним використанням частотного ресурсу без необхідності частотного планування; конфіденційністю і захищеністю від несанкційованого доступу; низькою випромінюваною потужністю.

Особливу перевагу системі надає метод прийому сигналу з використанням багатоканального кореляційного RAKE-приймача, що дозволяє успішно боротись із замиранням сигналу при багатопроменовому розповсюдженні.

До основних видів послуг систем мобільного зв'язку наступного покоління відносяться: голосовий зв'язок високої якості; швидкісний доступ до Інтернет (швидкість до 2,4 Мбіт/с, середні значення знаходяться в межах 600—800 Кбіт/с); мобільне телебачення на пристрої, що підтримують цю функцію — телефонні чи комп'ютерні; завантаження та передача мультимедіа-даних (відео чи музика); відеоспостереження (використовується сигнал з веб-камери);

Сьогодні стандарти мобільного зв'язку наступного покоління використовуються більш ніж в 70 країнах світу, а послугами операторів 3G користуються близько 300 мільйонів людей.

Хоча частка абонентів операторів стандартів, що використовують CDMA, серед користувачів послугами стільникових мереж в Україні на кінець 2006 р склала лише 0,5%, абонентська база за минулий рік збільшилась на 76% - до 204 тис. користувачів порівняно з 116 тис. у 2005 р.

Оператор 3G *PEOPLEnet*, мережа CDMA2000 1xEV-DO якого працює у робочому режимі з 7.02.2007, планує до кінця 2007 року надати можливість 59,2% населення України користуватися зв'язком третього покоління 3G. Мережа охопить усі обласні центри й основні автомобільні магістралі,

забезпечивши своїх клієнтів високошвидкісним мобільним Інтернетом та зв'язком принципово нового рівня. На сьогоднішній день в Україні тільки PEOPLEnet пропонує послуги зв'язку 3G, будучи першою компанією, яка відкрила для українського ринку переваги технології EV-DO (Evolution Data-optimized).

У процесі розгортання знаходяться мережа WCDMA ВАТ «Укртелеком» та мережа cdma2000 1x компанії «Інтертелеком».

Основними напрямками покращення систем мобільного зв'язку на основі технології CDMA слід вважати: підвищення спектральної ефективності системи; збільшення ємності мережі; забезпечення високої швидкості доступу для рухомих та стаціонарних терміналів; здійснення м'якої естафетної передачі між різнорідними підмережами; забезпечення глобального роумінгу; надання високоякісних інформаційних послуг, зокрема для передачі мультимедіа; забезпечення можливості взаємодії з існуючими стандартами систем мобільного зв'язку; здійснення динамічного розподілу ресурсів мережі; створення мережі з комутацією пакетів, повністю заснованої на протоколі IP.

Серед *методів покращення характеристик* систем мобільного зв'язку CDMA слід виділити: підвищення абонентської ємності системи, у т.ч. шляхом звуження спектру мовного сигналу з використанням вокодера; підвищення групової швидкості передачі сигналу при заданій смузі частот каналу шляхом використання М-позиційних сигналів; покращення енергетики систем мобільного зв'язку CDMA шляхом підвищення чутливості приймачів базових станцій (БС).

Серед *перспективних технологій*, що дозволяють покращити характеристики систем мобільного зв'язку слід відмітити наступні: багатоантенні системи (MIMO; динамічне формування діаграми спрямованості антен(Beamforming); програмно визначений радіо-інтерфейс (SDR);

Інформаційна сфера стає не тільки однією з найважливіших сфер міжнародного співробітництва, але й об'єктом суперництва. Розвиток і забезпечення безпеки інформаційної сфери при формуванні національної політики в промислово розвинених країнах одержує пріоритет. Причому особливою мірою увага повинна приділятися впровадженню сучасних технологій, до яких відносяться і створення мереж мобільного зв'язку на основі кодового розподілу каналів CDMA та подальшому покращенню їх характеристик.

Література

1. Ратынский М. В., Основы сотовой связи /Под ред. Д. Б. Зимина. – 2е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 2000. – 248 с.
2. Веселовский Кшиштоф. Системы подвижной радиосвязи. М.: Горячая линия-Телеком, 2006.
3. Невдяев Л.М. Мобильная связь 3-го поколения. – М.: МЦНТИ, 2000. – 208с.
4. Гепко И.А. Эволюция технологии CDMA: Взгляд в третье тысячелетие // Зв'язок.- 2000.-№ 2.- С.14-17.

СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ СТАНДАРТУ GSM

Бригинець Я.І. E-mail: setel@nbi.com.ua

Базова версія системи GSM була введена в експлуатацію на початку дев'яностих років. Перша версія систем мобільного зв'язку стандарту GSM з'явилася в 1982 р. після декількох років роботи комітету *Groupe Special Mobile* в рамках СЕРТ. У тому ж році по запиту Великобританії була почата робота по адаптації стандарту GSM, що функціонує в діапазоні 900 МГц (GSM-900), до діапазону 1800 МГц. Одночасно була визнана перспективність створення модифікацій системи, що дозволяють підвищити її ємність і надійність. Еволюцію і вироблення специфікацій системи можна розділити на три етапи:

- фаза 1 (1991-1994 рр.) - експлуатація базової версії системи;
- фаза 2 (1994-1995 рр.) - аналіз специфікацій системи на предмет можливості її поступової модернізації в майбутньому;
- фаза 2+ (з 1995 р.) - початок введення до експлуатації модифікацій системи.

Одна з найбільш важливих модифікацій системи GSM - версія, що працює в діапазоні 1800 МГц. Вона носить назву DCS-1800 (англ. *Digital Cellular System* - *цифрова стільникова система*) і відноситься до категорії персональних мереж зв'язку (англ. *Personal Communications Network* - PCN). Виявилось, що технологія, що використана в системі GSM настільки універсальна, що після незначної модифікації вона може використовуватися в діапазоні 1900 МГц (у США під назвою PSC1900).

Основна відмінність системи DCS-1800 від системи GSM-900 полягає в меншій потужності базових і рухомих станцій, що спричиняє за собою зниження рівня сигналу і зменшення розміру стільників. Системі DCS-1800 виділений більший частотний діапазон, ніж початковій GSM-900. У DCS-1800 доступні до 374 несучих частот.

Існує ще одна модифікація базової системи GSM-900. Було відмічено, що працюючі в діапазоні 450 МГц стільникові системи першого покоління поступово втрачають своїх абонентів, які переходять на системи другого покоління. Після закриття старих аналогових систем їх частотний діапазон може також бути переданий системі GSM. У зв'язку з цим ETSI стандартизує систему GSM, яка працює в діапазоні 450 і 480 МГц і називається GSM-450. Діапазон 850 МГц теж може бути використаний системою GSM (GSM-850). Мережева інфраструктура залишиться незмінною, проте для деяких елементів мережі буде необхідна заміна програмного забезпечення. Перерахуємо основні технічні характеристики системи GSM-450:

- діапазон частот: 450,4...457,6 МГц (MS-BS) і 460,4...467,6 МГц (BS-MS);
- ширина смуги частотного спектру: 7,1 МГц або 7,2 МГц;

- дуплексне рознесення частот: 10 МГц;
- частотне рознесення каналів: 200 КГц;
- підтримка фрагментованого частотного діапазону (наслідок розподілу частот в NMT-450).

У системі GSM-850 частоти розподілені таким чином: висхідна лінія зв'язку - 824...849 МГц, низхідна - 869...894 МГц.

У GSM-450 несучі частоти в два рази менші, ніж в GSM-900. Відповідно розмір зони радіопокриття чарунки збільшується приблизно з 30 км до 67 км. В даний час проводяться роботи по збільшенню радіусу дії в межах 70... 140 км. Система GSM-450 підтримуватиме все стандартизовані ETSI способи збільшення ємності, що реалізуються в даний час системами GSM-900 і DCS-1800. Серед цих способів такі, як стрибкоподібна зміна частоти, безперервна передача, управління потужністю MS і BS і адаптивна багатошвидкісна передача даних.

У даний час система GSM є предметом інтенсивних модифікацій, стаючи елементом поступового переходу до *Універсальної системи мобільних телекомунікацій* (англ. *Universal Mobile Telecommunication System - UMTS*).

В даний час кількість абонентів стільникового зв'язку в Україні перевищив 51,4 млн. чоловік.

В подальшому кількість клієнтів операторів стільникового зв'язку буде збільшуватись (за рахунок придбання двох і більше sim-карт одним абонентом).

Для досягнення прогресу необхідна, зокрема, поява нового контенту-послуг, що у свою чергу вимагає збільшення швидкості передачі.

На сьогоднішній день технології GSM/UMTS вийшли на рівень продуктивності в декілька мегабіт в секунду, а ширококутний бездротовий зв'язок став мобільним і якісно обслуговує голосовий трафік. У результаті процес створення нових технологій і продуктів зберігає актуальність і представляє інтерес для подальших наукових досліджень.

Етапи вдосконалення систем мобільного зв'язку стандарту GSM:

- високошвидкісна передача даних з комутацією каналів HSCSD (*High Speed Circuit Switched Data*);
- загальна радіослужба пакетної передачі GPRS (*General Packet Radio Service*);
- технологія EDGE (анг. *Enhanced Data rates for Global Evolution* – підвищення швидкості передачі для глобальної еволюції).

Література

5. Ратынский М. В., Основы сотовой связи / Под ред. Д. Б. Зимины. – 2е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 2000.
6. Веселовский Кшиштоф. Системы подвижной радиосвязи. М.: Горячая линия-Телеком, 2006.
3. www.wikipedia.org.

АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Мальчук М.А., рук. Сундучков К.С. E-mail: amber_princes@mail.ru

Рынок радиосвязи в последние годы значительно увеличился, и его рост ожидается и в дальнейшем. Это привело к тому, что многие поставщики услуг связи начали исследования в области распространения радиоволн в ситуации плотной городской застройки и в горной пересеченной местности, с целью удовлетворения все возрастающих потребностей качественной связи.

Качество связи зависит от многих параметров, таких как усиление передающей и принимающей антенн, мощности передатчика, и коэффициента шума приемника. Все эти параметры находятся под контролем проектировщика системы и могут быть изменены, чтобы оптимизировать систему.

Один параметр, однако, не находится под контролем проектировщика системы. Этот параметр – потери распространения или потери на трассе.

Существующие методы расчета поля в реальных условиях связи сильно отличаются по подходу, сложности и точности. Большинство основано на использовании экспериментальных данных для обслуживаемого района.

Анализ моделей РРВ показывает что в разных конкретных случаях, для разных радиолиний при определении (или прогнозировании) затухания энергии (W_t) от излучателей (как полезных радиосигналов, так и радиопомех) меняются только способы моделирования W_t и методы определения числовых параметров предложенной модели.

Модель Уолфиша-Икегами рекомендована для определения затухания условиях города. Согласно модели Уолфиша, медианное значение затухания определяется по эмпирической формуле:

$$L_b = \begin{cases} L_0 + L_{rts} + L_{msd}, & L_{rts} + L_{msd} \geq 0 \\ L_0, & L_{rts} + L_{msd} < 0 \end{cases} \quad (0.1)$$

где: L_0 - потери распространения волн в свободном пространстве,

$$L_0 = 32.45 + 20 \log d_{km} + 20 \log f_{MHz} \quad (0.2)$$

d_{km} – расстояние между БС и МС, км; f_{MHz} - частота, МГц;

L_{rts} - потери за счет отражений от зданий,

$$L_{rts} = -16.9 - 10 \log w + 10 \log f_{MHz} + 20 \log (h_r - h_2) + L_{ori} \quad (0.3)$$

w – ширина улицы, м

h_r – высота близстоящих к передающей антенне зданий, м

h_2 – высота МС над уровнем земли, м

L_{ori} – потери, обусловленные ориентацией улиц относительно направления прихода сигнала, которые равны:

$$L_{ori} = \begin{cases} -10 + 0.354\phi, & 0 \leq \phi < 35^\circ \\ 2.5 + 0.075(\phi - 35), & 35 \leq \phi < 55^\circ \\ 4.0 - 0.114(\phi - 55), & 55 \leq \phi \leq 90^\circ \end{cases} \quad (0.4)$$

ϕ ориентация улицы относительно направления прихода волны.

L_{msd} – потери за счет дифракции,

$$L_{msd} = L_{bsh} + ka + kd \log d_{km} + kf \log f_{MHz} - 9 \log b, \quad (0.5)$$

$$L_{bsh} = \begin{cases} -18 \log(1 + h_1 - h_r), & \text{for } h_1 > h_r \\ 0, & \text{for } h_1 \leq h_r \end{cases} \quad (0.6)$$

h_1 – высота передающей антенны (БС), м

h_r – высота близлежащих к передающей антенне зданий, м

b – расстояние между домами, м

$$ka = \begin{cases} 54, & h_1 > h_r \\ 54 - 0.8(h_1 - h_r), & \text{for } d_{km} \geq 0.5, h_1 \leq h_r \\ 54 - 1.6d_{km}(h_1 - h_r), & \text{for } d_{km} < 0.5, h_1 \leq h_r \end{cases} \quad (0.7)$$

h_1 – высота передающей антенны (БС), м

h_r – высота близлежащих к передающей антенне зданий, м

$$kd = \begin{cases} 18, & h_1 > h_r \\ 18 - 15(h_1 - h_r)/h_r, & h_1 \leq h_r \end{cases} \quad (0.8)$$

$$kf = \begin{cases} -4 + 0.7(f_{MHz}/925 - 1), & \text{для города средних размеров и пригорода} \\ & \text{с умеренными лесопосадками} \\ -4 + 1.5(f_{MHz}/925 - 1), & \text{для крупного города (мегаполиса)} \end{cases}$$

Область применения модели: полоса частот: 800...2000 МГц, высота антенны базовой станции 4...50 м, высота антенны мобильной станции 1...3 м, расстояние $r = 0,02...5$ км; высота близлежащих к базовой станции зданий ≤ 80 м, расстояние между домами 20...50 м, ширина улицы 10...25 м, ориентация улицы относительно направления прихода сигнала $0...90^\circ$.

Подставив следующие значения параметров,

$F = 900$ (1800), МГц

$h_r = 25$, м

$d = 0,02$ (5), км

$b = 20$, м

$h_1 = 50$, м

$w = 10$, м

$h_2 - 1, \text{ м}$

$\phi - 0^\circ (90^\circ)$

Получим следующие результаты

GSM 900			GSM 1800		
ϕ	d		ϕ	d	
	0,02	5		0,02	5
0	50,1 dB	143,2 dB	0	50,1 dB	143,2 dB
90	62,1 dB	161,2 dB	90	62,1 dB	161,2 dB

Если для сравнения подставить эти же значения в формулу Хата (для GSM 900):

$$L = 69.55 + 26.16 \cdot \log f_{\text{MHz}} - 13.82 \cdot \log h_1 - a(h_2) + (44.9 - 6.55 \cdot \log h_1) \cdot \log d$$

$$\text{где } a(h_2) = 3.2 \cdot (\log(11.75 \cdot \log h_2))^2 - 4.97$$

и для GSM 1800

$$L = 46.3 + 33.9 \cdot \log f_{\text{MHz}} - 13.82 \cdot \log h_1 - a(h_2) + (44.9 - 6.55 \cdot \log h_1) \cdot \log d + C_m$$

$$\text{где } a(h_2) = (1.1 \cdot \log f - 0.7) \cdot h_2 - (1.56 \cdot \log f - 0.8)$$

$$C_m = 3$$

Область применения модели Хаты

$d - 1 - 20, \text{ км}$

$h_1 - 30 - 200, \text{ м}$

$h_2 - 1 - 10, \text{ м}$

Для расстояния 5 км получим следующие значения затухания:

GSM 900 - 148.26 dB	GSM 180 - 161.16 dB
---------------------	---------------------

Таким образом, модель Уолфиша-Икегами в отличие от модели Хата, учитывает возможность прихода волны в точку приема несколькими путями, что уточняет расчет, и к тому же применима как GSM 900 так и GSM 1800 одновременно.

ВЫБОР МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН И ЕЕ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ОПРЕДЕЛЕННОГО УЧАСТКА СЕТИ GSM

Герасько А.И. . E-mail: geraska_nastusya@mail.ru

При постановке задачи оптимизации участка цепи GSM по критерию максимального покрытия, может возникнуть вопрос, будет ли это покрытие максимальной территории, или же покрытие максимального числа абонентов на данном участке сети (обеспечение максимальной емкости для данного участка сети). Например, на первый взгляд может показаться, что чем больше территория покрытия от одной базовой станции в сети GSM, тем лучше, главное – обеспечить доступ к сети. Но подобный подход целесообразен только на территории с малой плотностью населения, и как следствие, с малым количеством абонентов сети (например, сельские территории). При организации такого покрытия в условиях города неприемлемо, поскольку количество абонентов на единицу площади здесь резко увеличивается, и, как следствие, возрастает риск перегрузки сети GSM и отказа в работе. Таким образом, даже в условиях полного территориального покрытия сетью, доступ к ней будет иметь только определенное число абонентов, строго ограниченное возможностями базовой станции, обслуживающей данную ячейку. Из этого следует, что при планировании сети необходимо учитывать различные особенности разных территорий. Для этого существует множество математических моделей распространения радиоволн, каждая из которых учитывает различные особенности покрываемых территорий (будь то рельефные особенности, сельская местность или условия города, и даже наличие деревьев). Именно поэтому, правильный выбор математической модели играет важнейшую роль при планировании того или иного участка сети GSM.

При планировании и оптимизации сети GSM необходимо поставить конкретные условия к проектируемому участку сети, чтобы определить параметры будущей сети, такие, как количество базовых станций на заданной территории, радиус соты и т.п. Необходимо определиться, какая задача основная – покрытие максимальной территории с использованием минимального числа базовых станций (БС), или же охватить максимальное число абонентов обслуживаемых одновременно одной БС. Первая задача ставится в условиях, когда нужно обеспечить доступ к сети GSM на большой территории с малой населенностью (сельская местность), где вероятность доступа в сеть большого числа абонентов одновременно очень мала. Вторая задача возникает в условиях большого города, когда плотность обслуживаемых одновременно абонентов на единицу площади резко увеличивается и достигает уровня, когда БС в пределах своей соты уже не способна обслуживать их все, в следствии чего происходит перегрузка сети на данном участке вплоть до отказа в работе.

Для второго случая нами была рассмотрена модель распространения COST 231 Walfish-Ikegami для малых сот в городских условиях при отсутствии прямой видимости между базовой и мобильной станцией:

$$L_b = L_o + L_{rts} + L_{msd} \text{ или } L_b = L_o \text{ при } L_{rts} + L_{msd} \leq 0,$$

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

$$L_{\text{cri}} = -10 + 0.35 \ln w + 10 \log f + 20 \log(h_r - h_m) + L_{\text{cri}} \text{ для } h_r > h_m$$

$$L_{\text{cri}} = 2.5 + 0.075(\varphi - 35) \text{ при } 35^\circ \leq \varphi < 55^\circ$$

$$L_{\text{msd}} = 40 - 0.114(\varphi - 55) \text{ при } 55^\circ \leq \varphi < 90^\circ$$

$$L_{\text{msd}} = L_{\text{bsh}} + k_a + k_d \log f - 9 \log b, \text{ где:}$$

$L_{\text{bsh}} = -18 \log(1 + h_b - h_r)$	$h_b > h_r$
$L_{\text{bsh}} = 0$	$h_b \leq h_r$
$k_a = 54$	$h_b > h_r$
$k_a = 54 - 0.8(h_b - h_r)$	$d \geq 0.5$ 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 $h_b=4$ -50м;

высота мобильной станции $h_m=1$ -3м;

расстояние между базовой и мобильной станцией $d=0,02$ -5км.

Поскольку структура зданий и улиц в ячейке сети неизвестны, то рекомендованы следующие значения:

расстояние между домами $b=20$ -50м;

ширина дороги $w=b/2$;

высота зданий $h_r=3 \cdot \text{кол-во_этажей} + \text{высота_крыши}$;

угол расположения дороги по отношению к направлению распространения сигнала $\varphi=90^\circ$

Рассмотрим пример. Пусть заданы параметры на определенном участке сети: $f=900$ МГц, $h_b=35$ м, $h_m=1,5$ м, $d=0,5$ км, $b=30$ м, $w=15$ м, $h_r=33$ м, $\varphi=90^\circ$. При таких условиях $L_b \approx 207$ dB. Изменяя параметры в пределах их допустимых значений, можно заметить, что, например, в зависимости от расстояния между базовой и мобильной станцией, уровень затухания сигнала колеблется от -28 дБ до +9,5 дБ (чем расстояние между мобильной и базовой станцией меньше, тем меньше уровень затухания). При варьировании высоты базовой станции изменяется уровень затухания сразу трех составляющих уравнения, вычисляющего уровень затухания сигнала. Таким образом, выбранная модель с одной стороны дает достаточно точные данные о затуханиях сигнала в пределах соты, но с другой стороны есть смысл говорить о постановке задачи оптимизации для данной модели. Оптимизацию можно проводить по различным критериям, выделяя целевую функцию.

Как видим, существует огромное количество вариантов подбора параметров соты сети, так что вариации значений получится множество вариантов, равных количеству сочетаний. В этом случае есть смысл говорить о необходимости постановки задачи оптимизации параметров сети с выделением целевой функции.

Использованные источники

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

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕСУЩЕЙ ЧАСТОТЫ СИГНАЛОВ С ФАЗОВОЙ МАНИПУЛЯЦИЕЙ В УСЛОВИЯХ АПРИОРНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Нечаева О.В., Николаев С.Н., Пастушенко А.Н., Пастушенко Н.С.

E-mail: pastushenko_ns@rambler.ru

В последнее время широкое применение в системах связи получили сигналы с фазовой манипуляцией. В большинстве систем обработки информации цифровые сигналы представлены в виде временных рядов. При этом возникает важная научно-техническая задача, состоящая в определении несущей частоты с заданной точностью в условиях отсутствия априорной информации относительно основных параметров радиосигнала. Специфичность методов определения несущей частоты обусловлена, с одной стороны, ограниченностью времени анализа и, с другой стороны, широким диапазоном анализируемых частот.

Существующие методы определения частоты несущей можно условно разделить на два класса: параметрические и непараметрические методы. К последним, в первую очередь, можно отнести спектральный анализ. Главным недостатком непараметрических методов является неэффективное использование анализируемых материалов вследствие оценки малого числа параметров. Параметрические методы позволяют охватить широкий круг параметров, однако эти методы дают возможность анализировать более узкий класс процессов и требуют наличия значительной априорной информации.

Определение несущей традиционными спектральными методами для сигналов с фазовой манипуляцией не представляется возможным вследствие так называемого «размытия спектра». В ходе анализа существующих методов (фильтровые, дискриминаторные и интерференционные) определения несущей частоты показано, что они не удовлетворяют требованиям по точности проведения измерений. Высокую точность обеспечивают цифровые методы, которые хорошо сопрягаются с вычислительными устройствами последующей обработки сигнала.

В основу методики определения частоты несущего колебания предлагается положить метод цифрового частотомера. Предложенная методика обладает высокой точностью измерений при обработке ограниченного объема измерений, а также устойчива к мешающему влиянию шума.

В докладе приводятся результаты исследований основных характеристик предложенной методики и анализ влияния внешних факторов на точность измерений.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧИЙ В СФЕРИЧНОСТИ ФРОНТОВ ЭМВ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ РАЗВЯЗКИ СОКАНАЛЬНЫХ СОТ СЕТИ СТАНДАРТА GSM

Светличенко И.Н., рук. Якорнов Е. А. E-mail: a0477c@motorola.com

Качество обслуживания в системе мобильной связи обеспечивается при достаточном количестве каналов радиосвязи (рабочих частот) и возможностью их быстрой смены при снижении надежности радиосвязи в процессе движения мобильной станции (МС). Однако, проектирование больших ЗО при ограниченном радиочастотном спектре, выделяющийся системе мобильной связи, возможно только при повторном (неоднократном) использовании одинаковых рабочих частот. Это обуславливает появление существенных уровней взаимных помех между радиостанциями. Обеспечение связности ЗО оказывается возможным только при правильном пространственном разноразмере сот с повторяющимися рабочими частотами.

Метод повторного использования частот в ячейках полезен с точки зрения повышения эффективности использования частотного ресурса, но приводит к соканальным (интерференционным) помехам, т.к. один и тот же частотный канал используется повторно в нескольких разных ячейках системы.

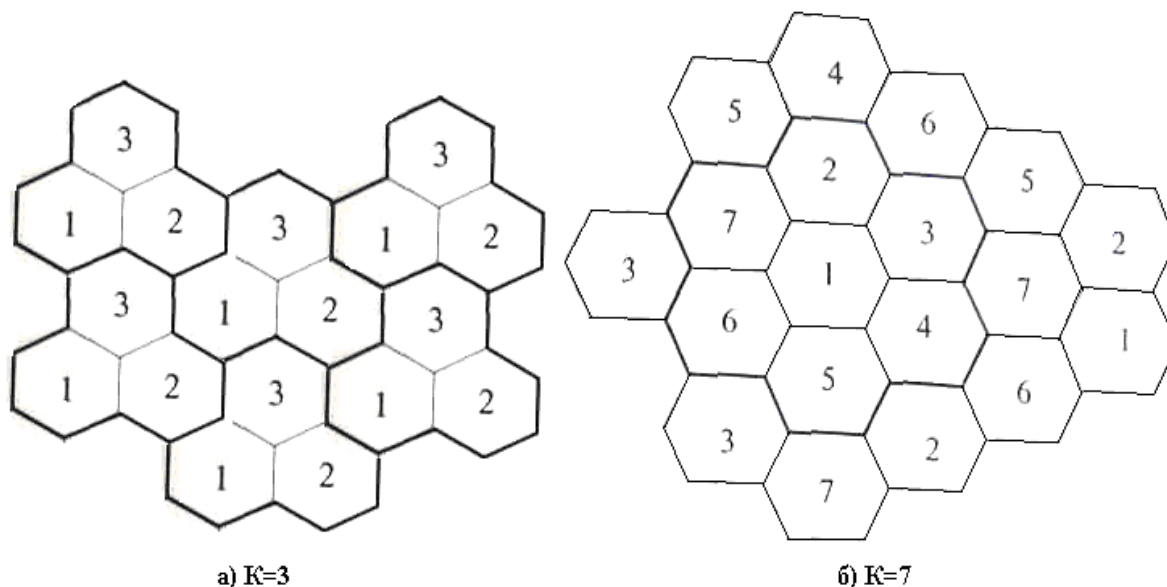


Рис.1

Как видно из рис.1, с увеличением числа сот в кластере, ближайшие соканальные соты отдаляются друг от друга, за счет чего уменьшается суммарный уровень соканальных помех. Но, с другой стороны,

уменьшается число каналов базовой станции (БС), сокращается ее пропускная способность, а значит, и абонентская емкость соты. Т.о. для реализации потенциальных возможностей сети мобильной связи, необходимо применять повторное использование частот, уменьшив соканальные помехи.

Поскольку расстояние между БС обычно известно, можно использовать сферичность фронта ЭМВ как признак различия сигнала и помехи в целях увеличения развязки между соканальными сотами сети стандарта GSM.

Как видно из рис. 2, чем ближе источник излучения к точке наблюдения, тем крутизна характеристики фронта ЭМВ больше, а чем дальше, тем меньше. Следовательно, дальность и крутизна характеристики однозначно связаны и, если принимать сигнал радиопередатчика на две приемные антенны, то при неизменной базе между антеннами, величина разности хода будет зависеть от дальности до источника измерения.

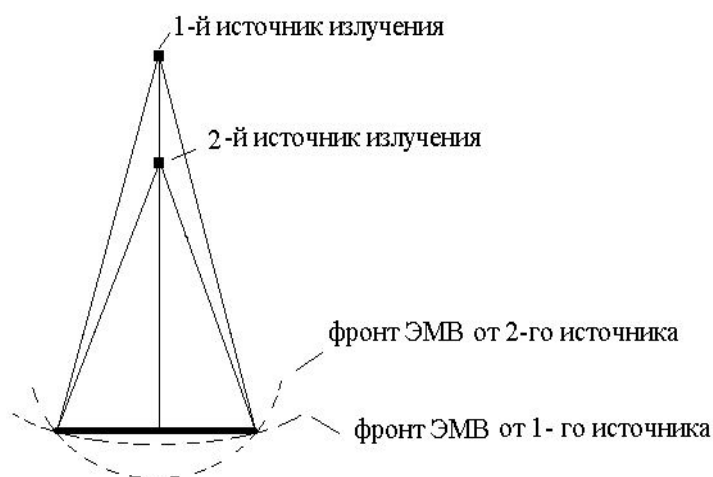


Рис.2

Информация о дальности такого рода позволяет, создать схему подавления помехового сигнала, состоящую из фазовращателя, регулирующего аттенюатора и мостовой схемы, которая выделяет из смеси принимаемых сигналов полезный и передает его на дальнейшую обработку.

При этом ослабление сигнала будет зависеть от расстояния до источника помех (т. е. от расфазировки сигнала и помехи).

Понятие беспроводного доступа относится к выбору средств и систем связи, использующие различные беспроводные технологии и способы передачи информации при организации абонентского доступа к опорным сетям: телефонным сетям общего пользования, сетям передачи данных либо к сетям с интеграцией услуг.

По данным отчета Global Broadband Subscriber Report компании Yankee Group, к 2008 г. во всем мире количество пользователей услуг беспроводного доступа достигнет 30 млн [1].

Современная тенденция развития систем беспроводного доступа такова, что пользователь может затребовать любой сервис с любым наполнением и не должен испытывать при этом каких-либо ограничений. Фактически весь беспроводный доступ сегодня - мультисервисный и, как следствие, широкополосный. BWA-системы делятся на две группы: требующие в работе соблюдения условий прямой видимости, и не требующие прямой видимости и использующие технологию OFDM, которая легла в основу рекомендаций IEEE 802.16x и поддержана консорциумом WiMAX [2,3].

При разработке современных систем связи приходится реализовывать сложные алгоритмы обработки сигналов, что требует от разработчиков грамотного подхода к выбору аппаратных средств для их реализации.

При массовом производстве наиболее эффективно применение ASIC, однако при разработке этот подход неприемлем, поскольку требует значительных затрат при изменениях проекта на этапе разработки.

Наиболее эффективным решением является применение сигнальных процессоров с использованием FPGA в качестве сопроцессора. Преимущества такого подхода состоят в том, что FPGA, в отличие от сигнальных процессоров, обладают возможностью параллельного выполнения вычислительных операций, что особенно важно при выполнении операций фильтрации, помехоустойчивого кодирования, выполнении преобразования Фурье и т.д.[4]

Также следует отметить, что FPGA являются оптимальным выбором для приложений, в которых необходима быстрая адаптация к изменениям входного потока данных.

Таким образом, при создании прототипов систем на основе рекомендаций IEEE 802.16х, для повышения производительности системы в целом значительную часть вычислительных затрат следует возложить на FPGA.

Литература

1. 2004 Global Broadband Subscriber Report: Executive Summary. The Yankee Group, 2004.
2. The WiMAX Forum. www.wimaxforum.org
3. Игуменов С.А., Лазарев Г.Р. Рынок систем беспроводного доступа: тенденции и перспективы. "Технологии и средства связи" №2, 2004 Рынок систем
4. Boppana D. How to combine FPGAs and DSPs to get the best base station performance. Altera Corp., 2006.

Технология беспроводного доступа, разрабатываемая и поддерживаемая форумом WiMAX в стандарте IEEE 802.16e, является одним из перспективных направлений развития мобильных беспроводных сетей высокоскоростной передачи данных.

Стандарт 802.16e поддерживает различные конфигурации пространственно-разнесенных передачи и приема (Multiple-Input-Multiple-Output (MIMO)). В настоящее время, для мобильных приложений, рассматриваются две практические схемы: MIMO 2x1 (или Alamouti схема пространственно-временного кодирования) и MIMO 2x2, последняя изображена на рис.1

Схема MIMO 2x2 используется для удвоения пропускной способности канала в направлении базовая станция – абонентская станция.

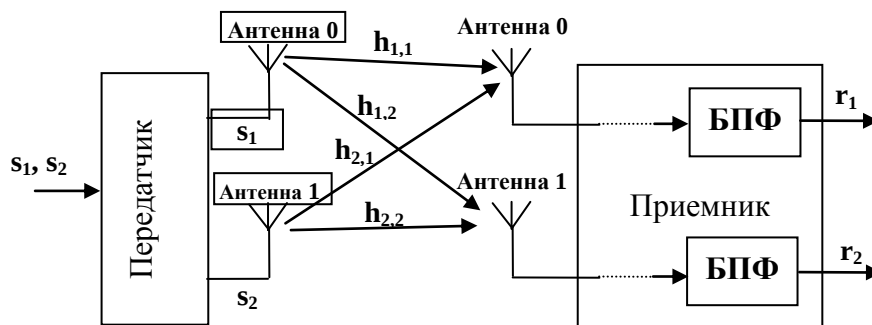


Рисунок 1 Схема MIMO 2x2

Принимаемые символы r_1 и r_2 связаны с передаваемыми символами s_1 и s_2 следующими соотношениями:

$$r_1 = h_{1,1}s_1 + h_{1,2}s_2 + n_1 \quad (1)$$

$$r_2 = h_{2,1}s_1 + h_{2,2}s_2 + n_2 \quad (2)$$

где $h_{m,n}$ – отсчеты передаточной функции канала, n_1 и n_2 – отсчеты аддитивного шума.

Оптимальным алгоритмом оценивания переданных символов в системе (1-2) является алгоритм максимума правдоподобия, который сводится к расчету евклидовых расстояний для всех возможных пар $\{s_1; s_2\}$. Однако при больших размерностях сигнальных созвездий, QAM-16 или QAM-64, данный алгоритм становится непрактичным. Одним из субоптимальных решений в этом случае является т.н. сферический детектор, который сначала определяет небольшую начальную область поиска (сферу), а затем осуществляет поиск пары наиболее вероятных переданных символов методом построения дерева вероятностей.

В данной работе разработан оригинальный вариант сферического детектора, оптимизированный для реализации на процессорах цифровой обработки сигналов (DSP) с VLIW и SIMD архитектурой. Выбор начальной точки поиска и сферы осуществляется псевдо-инверсным обращением матрицы коэффициентов. Для факторизации матрицы применена оригинальная реализация алгоритма QR. Разработанный декодер позволяет достичь для случаев QAM-16 и QAM-64 такого уровня затрат ресурса процессора, который делает приемлемым его использование в реализациях мобильных абонентских терминалов стандарта 802.16e.

Литература

1. SEQUANS Communications White Paper: MIMO Techniques for Mobile WiMAX Systems.
2. Coding over space and time for wireless systems; Stephan Ten Brink, REALTEK SEMICONDUCTOR CORP. IEEE Wireless Communications • August 2006

ПОВЫШЕНИЕ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ СИСТЕМ БЕСПРОВОДНОГО ДОСТУПА НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧИЙ В СФЕРИЧНОСТИ ФРОНТОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН ПОЛЕЗНЫХ И ПОМЕХОВЫХ СИГНАЛОВ

Якорнов Е.А. E-mail: itm@its.ntu-kpi.kiev.ua

В системах телевидения, космической и мобильной связи, наземного сегмента спутниковой радионавигации и т. д. нередко ситуации, когда наряду с полезным сигналом в приемные устройства поступают мешающие сигналы той же частоты (переотражения от местных предметов, сигналы соканальных сот и пр.). При наличии угловых отличий прихода этих сигналов к антенне в азимутальной и угломестной плоскостях задачу подавления мешающих сигналов можно решить методами пространственной обработки сигналов на основе адаптивных антенных систем [1]. Однако при совпадении направлений прихода сигналов указанные системы не срабатывают и необходимо продолжать поиск новых технических решений данной проблемы.

Принципиальная теоретическая возможность дискриминации одного из сигналов, находящихся на одном азимуте, показана в работе [2] при наличии отличий в сферичности их фронтов в месте приема (рис.1).

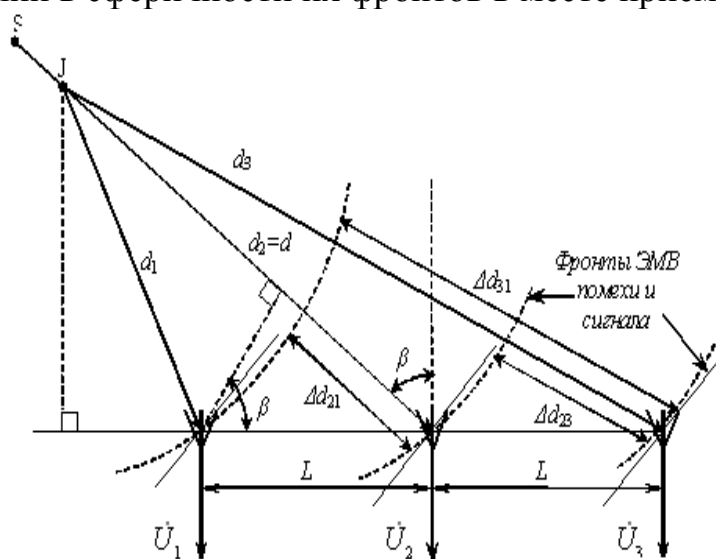


Рис.1

Однако схемных реализаций систем дискриминации источников радиоизлучения, находящихся на одном угловом направлении, в указанной работе не приведено.

В докладе показана одна из возможных реализаций базовой схемы дискриминации мешающего источника радиоизлучения, состоящая (рис.2)

как минимум из трех приемных антенн, находящихся на одной прямой и в общем случае на неодинаковых расстояниях L друг от друга, усилителей высокой частоты, сумматора, фазовращателя, моста и устройства управления.

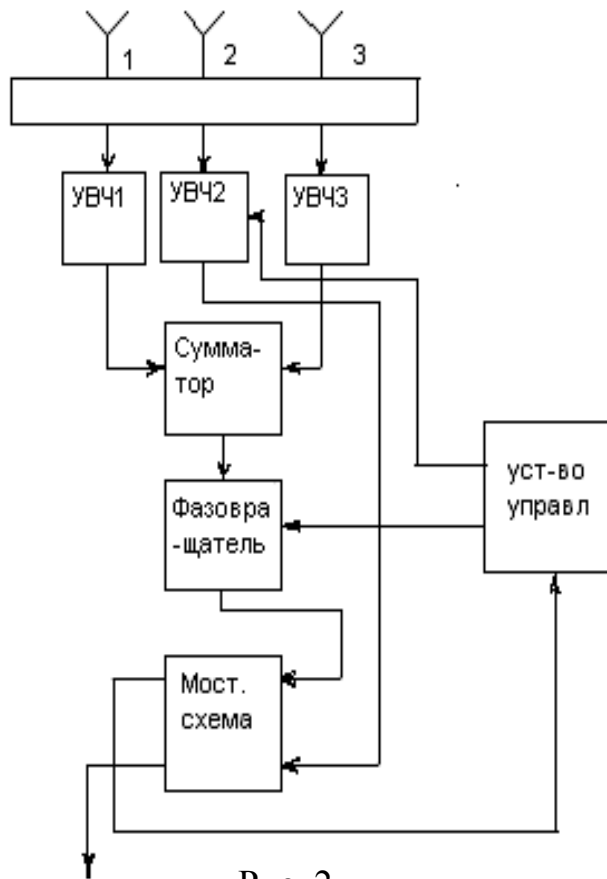


Рис. 2

значит и другие амплитудно-фазовые соотношения на входах мостовой схемы проходит на выход схемы с некоторым ослаблением.

Показаны примеры применения рассмотренной схемы в различных системах, в частности, наземных сегментах систем спутниковой радионавигации [3,4].

Литература

1. Джунь В.И., Щусняк С.С. Адаптивные антенные системы с подавлением помех по главному лепестку диаграммы направленности – Зарубежная радиоэлектроника, 1988 г. №4.
2. Никитченко В.В., Гладких С.Н., Вихлянец П.С. Анализ возможности дискриминации источников радиоизлучения по кривизне фронта волны. Известия ВУЗов – Радиоэлектроника, 1988 г. №7.
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.
4. Деклараційний патент на корисну модель №8150 (Україна). Система для супроводження рухомих об'єктів з використанням сигналів глобальної супутникової системи радіонавігації, кл. G01S5/14 // Авдеєнко Г.Л., Жукова М.В., Копитко І.Й., Саричев Ю.О., Якорнов Є.А.

Дискриминация мешающего источника радиоизлучения производится вручную или автоматически с помощью устройства управления, которое осуществляет настройку схемы на ту или иную сферичность фронта электромагнитной волны (дальность) путем регулировки амплитуды центрального приемного канала и фазы 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 сферичность (рис. 1), а

АНАЛИЗ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АНТЕНН В СИСТЕМАХ БЕСПРОВОДНОЙ ДОСТУПА

Лукьянчиков А.В., E-mail: brain75@mail.ru

Аннотация – приведены результаты анализа поляризационной адаптации антенн в канале связи с неизвестными статистическими характеристиками.

Современные тенденции увеличения эффективности радиосредств, применяемых в система беспроводного доступа WiMAX, приводят к необходимости разработки и создания антенных устройств, более полно использующих потенциальные свойства электромагнитного поля. Одним из перспективных типов антенн на наш взгляд являются антенны, способные излучать(принимать) как поле линейной, так и круговой поляризации в зависимости от вида возбуждения. Исследования проводились исходя из условия, что статистическая модель канала связи неизвестна (например, прием ведется в городских условиях на отраженной волне).

Для количественной оценки поляризационного согласования антенн вводят [1-2] поляризационный коэффициент передачи ($|\xi|$ — по полю или $|\xi|^2$ — по мощности):

$$\xi = \vec{p}_e \cdot \vec{p}_A^*; \quad 0 \leq |\xi| \leq 1, \quad (1)$$

где $\vec{p}_e$ — поляризационная характеристика падающей волны, состоящая из поляризационной характеристики передающей антенны и канала связи;

$\vec{p}_A$ — поляризационная характеристика приёмной антенны.

Модель заключается в следующем: излученная волна, пройдя через радиотрассу попадает на приёмную антенну со случайными параметрами эллипса поляризации $0 \leq \beta_e \leq \pi$ и $-1 \leq k_{\beta_e} \leq 1$. Для анализа введён ряд упрощений, в частности мы предположили, что распределение плотности вероятности для параметров эллипса поляризации падающей волны — равномерно и антенны точно ориентированы друг на друга.

В общем случае зависимость поляризационного коэффициента передачи $|\xi|$ от параметров поляризационного эллипса падающей волны k_{β_e} и β_e является трехмерной. На рис. 1 изображены интегральные, вероятностные характеристики поляризационного коэффициента передачи $|\xi|^2$. Вероятность того, что $|\xi|^2$ будет меньше 0,5 (-3 дБ) для антенн линейной и круговой поляризации составляет 50% для антенны с переключаемой поляризацией составляет 0% как и для антенны с точной

подстройкой эллипса поляризации. Следовательно, наиболее эффективной с точки зрения обеспечения устойчивой связи (при случайных значениях параметров k_{Σ_e} и β_e) является антенна с переключаемой поляризацией и антенна с точной подстройкой эллипса поляризации. Из этих двух типов антенн наиболее лучшей является антенна с точной подстройкой эллипса поляризации. Однако при создании такой антенны возникает проблема с сохранением заданной формы ДН при подстройке эллипса поляризации под случайные значения k_{Σ_e} и β_e . Кроме того, такая антенная система является инерционной (т. е. требуется время для установки оптимальных k_{Σ_A} и β_A) и достаточно сложной в отличие от антенны с переключаемой поляризацией где для нахождения требуемых k_{Σ_A} и β_A необходимо в худшем случае произвести четыре переключения, а конструкция состоит из конической спиральной антенны, бинарных переключателей и одного или двух фазовращателей. Выигрыш же от использования антенны с точной подстройкой эллипса поляризации в сравнении с переключаемой поляризацией незначителен.

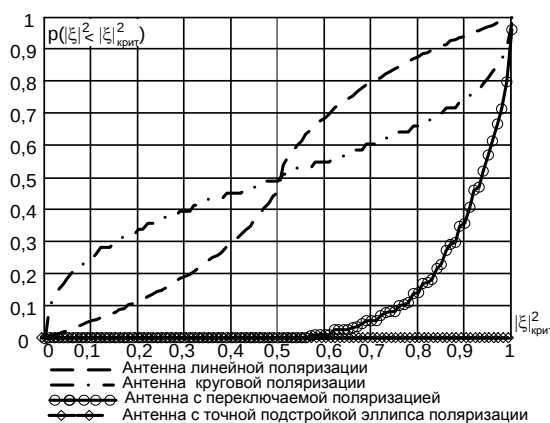


Рис 1 — Зависимость вероятности того, что поляризационный коэффициент передачи будет меньше величины $|\xi|^2_{\text{крит}}$

Таким образом использование антенн с фиксированной поляризации при любой их комбинации на приемной и передающей стороне в канале связи статистическая модель которого заранее неизвестна приводит к увеличению вероятности замирания сигнала. В данном случае наиболее эффективной с точки зрения устойчивости связи, скорости настройки и простоты изготовления является антенна с переключаемой поляризацией.

- [1] Марков Г.Т. Антенны: Учебник для радиотехн. спец. вузов. - 2-е изд., перераб. и доп./ Г.Т. Марков, Д.М. Сазонов // М.: Энергия, 1975. - 528 с.с.
- [2] Жук М.С. Проектирование линзовых, сканирую-щих, широкодиапазонных антенн и фидерных устройств./ М.С. Жук, Ю.Б. Молочков// М.: Энергия, 1973. - 440 с.

УДК 621.39

КОМПАКТНАЯ ШИРОКОДИАПАЗОННАЯ НАПРАВЛЕННАЯ АНТЕННА ДЛЯ СИСТЕМ БЕСПРОВОДНОГО ДОСТУПА

Лобкова Л.М., Троицкий А.В., Белый А.Л., Выголов С.А.

E-mail: alex_troitsky@mail.ru

Развитие современных телекоммуникаций и, в частности, сетей беспроводного доступа, во многом связано с такой перспективной технологией формирования радиосигнала, как «размытие спектра». Вместе с тем использование широкополосных сигналов делает такие системы связи весьма чувствительными к изменению величины относительной амплитуды и фазы напряженности излучаемого поля на различных частотах спектра сигнала, которое может быть вызвано в том числе частотной зависимостью входного сопротивления антенны. Поэтому к антенно-фидерному тракту таких систем связи предъявляются особые требования по качеству согласования с приемо-передающей аппаратурой в рабочей полосе частот. В большинстве диапазонов полоса частот, выделенная МСЭ-Р для работы таких систем связи, не превышает 20% от центральной частоты. В настоящее время наиболее интенсивно осваиваются диапазоны 2,5 ГГц, 3,5 и 5,8 ГГц.

Для решения задачи согласования в широкой полосе частот была разработана конструкция сфероцилиндрического спирального излучателя (см. рис. 1), который содержит однозаходную цилиндрическую спираль 1, отражающий экран 2, расположенный перпендикулярно оси 3 спирали, и коаксиальный кабель 4 с внутренним 5 и внешним 6 проводниками.

Согласование спирали 1 с питающим коаксиальным кабелем 4 выполнено при помощи полусферического окончания 7, которое соединено с внутренним проводником 5 коаксиального кабеля 4.

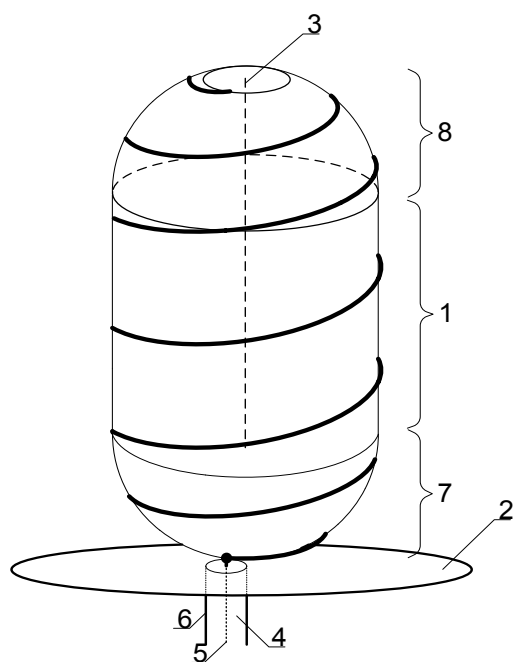


Рис. 1. Конструкция сфероцилиндрического спирального излучателя

Помимо входного сопротивления и характеристик направленности, полоса рабочих частот излучателя определяется также его поляризационными характеристиками. Для повышения поляризационной чистоты поля излучения в сфероцилиндрическом спиральном излучателе конец цилиндрической спирали 1 соединен с полусферическим окончанием 8, конструктивно выполненным в виде спирального

волновода на поверхности полусферы.

Добавление полусферических окончаний 7 и 8 позволяет получить круговую поляризацию и вместе с тем оптимальным образом выбрать конструктивные параметры антенны для получения требуемых направленных свойств и входного сопротивления. Высокое качество согласования в расширенной (относительно цилиндрической спиральной антенны) полосе частот, достигаемое за счет введения окончания 7, обеспечивает повышение коэффициента полезного действия антенно-фидерного тракта и энергетического потенциала всего радиоканала в целом, а высокая чистота поляризации антенны, обеспечиваемая дополнением спирали 1 окончанием 8, позволяет использовать в радиоканале поляризационное уплотнение, чем достигается повышение эффективности использования частотного спектра. Общим результатом, достигаемым за счет введения окончаний 7 и 8, является заметное увеличение пропускной способности радиоканала.

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ СПИРАЛЬНЫЙ ОБЛУЧАТЕЛЬ
СФЕРИЧЕСКОЙ АНТЕННЫ

Лобкова Л.М., Редин М.И., Мельник А.А.

E-mail: max.redin@gmail.com

Развитие различных направлений в современной технике связи вызвало практическую потребность в антеннах, обеспечивающих излучение и приём эллиптически поляризованного поля в широком диапазоне частот. С этой точки зрения хорошо зарекомендовали себя спиральные антенны. При исследовании спиральных антенн всегда уделялось особое внимание поиску связи между формой и их диапазонностью.

На сегодняшний день актуальна задача повышения коэффициента эллиптичности (КЭ), получение его равномерности в первоначальной полосе рабочих частот Df_1 , и минимизации уровня заднего излучения, коэффициента стоячей волны (КСВ). При этом, возможно расширение исходной полосы частот Df_1 до размеров Df_2 , где указанные характеристики достигают своих наилучших значений, по сравнению с первоначальными в диапазоне Df_1 , т.е. $Df_2 > Df_1$.

Расчёт проведён для анализируемых двухзаходных спиралей методом наведённых ЭДС. Как выяснено ранее в конической спирали конечной длины присутствует отражённая волна тока. Отражённая волна, распространяясь назад по проводнику, излучает эллиптически поляризованное поле с направлением вращения вектора $\vec{E}$, обратным направлению вращения поляризации поля падающей волны. Это приводит к увеличению уровня кроссполяризации в поле излучения спирали, а значит и уменьшению КЭ. Причём, в данном случае формируется такая диаграмма направленности (ДН) кроссполяризационной составляющей, что азимутальная зависимость КЭ имеет глубокий провал по направлению максимума излучения основной составляющей, совпадающей с геометрической осью антенны. По боковым же направлениям,

соответствующим, «нулям» ДН кросс-составляющей сформированы чётко выраженные максимумы.

Поэтому для получения высокого КЭ в пределах основного лепестка ДН необходимо устранить причины появления значительной паразитной составляющей и связанного с ней отражения тока. Для уменьшения амплитуды отражённого тока, исходная коническая спираль дополнялась конической спиралью с другим углом конусности на начальном участке, цилиндрическим спиральным окончанием, разжимающейся к концу, с нагрузочным сопротивлением. Дополнение базовой конической спиральной структуры цилиндрической и конической спиралями в значительной степени подавляет отраженную волну тока, и зависящий от неё лепесток ДН кроссполяризации составляющей, что позволяет добиться равномерного высокого $KЭ > 0,95$ во всей полосе рабочих частот.

Таким образом, на основании моделирования методом наведённых ЭДС установлен характер распределения тока вдоль проводника конической спирали. Анализ распределения амплитуд и фаз тока вдоль проводника позволил создать модифицированную спиральную антенну, в которой устанавливается бегущая волна тока, излучается поле круговой поляризации.

Итак, использование согласующего конического перехода совместно с цилиндрической частью спирали с переменным углом намотки и включенным нагрузочным сопротивлением позволило достичь следующего:

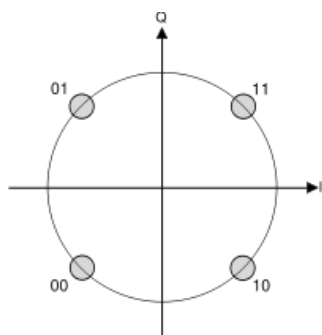
- равномерности входного сопротивления;
- равномерности, высокого значения КЭ (0,99 по оси антенны);
- отсутствия заднего излучения предложенной гибридной спиральной антенны.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВОЙ МАНИПУЛЯЦИИ СТАНДАРТА СОТОВОЙ СВЯЗИ CDMA 2000

Дульгерова Е.А., рук. Плотников Н.Д.

E-mail: dulgerova@rambler.ru

Стандарт сотовой связи CDMA 2000 использует квадратурную фазовую модуляцию QPSK (Quadrature Phase Shift Keying). QPSK - 4-х кратная фазовая манипуляция, которая может кодировать два бита на символ. В QPSK используется созвездие из четырех точек, размещенных на равных расстояниях на окружности.



Существует модификация модуляции QPSK, которая называется квадратурной фазовой манипуляцией со сдвигом (Offset QPSK — OQPSK) и применяется в системах с нелинейным усилением. Желательно, чтобы в таких системах сигнал имел постоянную огибающую. Это связано с тем, что при прохождении сигнала с большими флуктуациями

Рисунок 1-Фазовое созвездие для квадратурной ФМн.

амплитуды приёмники с нелинейной обработкой сигнала создают паразитные боковые полосы в спектре (причина — механизм, называемый преобразованием амплитудной модуляции в фазовую). Эти боковые полосы отбирают дополнительную мощность источника питания и могут создавать помехи соседним по частоте каналам или другим системам связи. При фильтрации сигнала с модуляцией QPSK фазовый сдвиг на 180° вызовет обращение огибающей в нуль. В модуляции OQPSK максимальный фазовый сдвиг составляет 90° , что при фильтрации приводит лишь к лёгкому спаду огибающей (примерно на 30%).

Другая модификация QPSK это квадратурная фазовая манипуляция со скруглением по Найквисту (NQPSK - Nyquist, QPSK). Аналогична модуляции QPSK, однако прямоугольная огибающая каждой посылки сигнала скругляется. Скругление формы огибающей способствует сужению спектра сигнала. Среди фазоманипулированных сигналов NQPSK имеет лучшую спектральную эффективность. Это позволяет использовать в цифровых радиоканалах частотную модуляцию с приемом на частотный детектор. Сигналы NQPSK целесообразно использовать в перспективных цифровых системах.

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ НЕСТАЦИОНАРНОГО СИГНАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА РАСШИРЕНИЯ ПРОСТРАНСТВА СОСТОЯНИЙ

Звягольская Г.В. *E-mail*: tks@kture.kharkov.ua

Во многих случаях параметры, нестационарного сигнала $s(x, \tau, t)$ можно представить в виде стационарной и нестационарной компонент при этом сами нестационарные компоненты случайно изменяются во времени, т.е. представляют собой случайный процесс. Эта ситуация значительно усложняет решение по сравнению с тем, когда нестационарность представляет собой случайную величину. При этом решение задачи оценки можно получить несколькими путями. Так, прямое решение состоит в том, что в значение оцениваемого процесса $x(t)$, включается неизвестный параметр θ .

С использованием процедуры Калмана, оценка состояния приобретает вид:

$$d\hat{x}(t)/dt = F(\theta, t)\hat{x}(t) + V(\theta, t)H^T(\theta, t)N_v^{-1}(t)[\hat{y}(t) - H(\theta, t)\hat{x}(t)], \quad (1)$$

$$dV(\theta, t)/dt = F(\theta, t)V(\theta, t)F^T(\theta, t) - V(\theta, t)H^T(\theta, t)N_v^{-1}H(\theta, t)V(\theta, t) + GN_\xi G^T. \quad (2)$$

Рассмотренные решения (1) и (2) значительно усложняются, если оцениваемый процесс претерпевает скачкообразные изменения в случайные моменты времени $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$.

Уравнение наблюдения при этом примет вид:

$$y(t) = s(x, \tau, t) + v(t), \quad (t > 0), \quad (3)$$

где функция $s(x, \tau, t)$ претерпевает скачкообразные изменения в случайные, упорядоченные моменты времени $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_m$.

$$s(x, \tau, t) = \begin{cases} s_0(x, t), & \text{при } t \leq \tau_1, \\ s_n(x, t), & \text{при } \tau_n < t \leq \tau_{n+1} \quad (n = \overline{1, M-1}), \\ s_m(x, t), & \text{при } \tau_m < t. \end{cases}$$

где $s_0(x, t), s_1(x, t), \dots, s_m(x, t)$ - некоторые заданные функции времени t и информационного сигнала $x(t)$.

Предположим, что в моменты времени $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_M$ происходят скачкообразные изменения параметров марковского сигнала $x(t)$. Априорная плотность вероятностей которого при фиксированном значении τ описывается уравнениями:

$$P(x, t | \tau) = \begin{cases} P_0(x, t), & \text{при } t \leq \tau_1, \\ P_n(x, t), & \text{при } \tau_n < t \leq \tau_{n+1} \ (t > 0), \\ P_m(x, t), & \text{при } \tau_m < t. \end{cases} \quad (4)$$

Можно показать, что апостериорная плотность вероятностей $W(\bar{x}, t)$ вектора $\bar{x}(t)$ в момент времени t представляется в виде суммы по числу возможных скачков:

$$W(\bar{x}, t) = \sum_{j=0}^M p_j(t) W_j(\bar{x}, t), \quad (5)$$

где $p_j(t) = P(\tau_j < t \leq \tau_{j+1} | \bar{y}_0^t)$ – апостериорные вероятности появления j скачков к моменту времени t ; $W_j(\bar{x}, t) = P(\bar{x}, t | \tau_j < t \leq \tau_{j+1}, \bar{y}_0^t)$ – апостериорные плотности вероятностей процесса $\bar{x}(t)$ при условии появления j скачков к этому моменту времени. Для функций $p_j(t), W_j(\bar{x}, t)$ получена система взаимосвязанных уравнений, позволяющая вычислять их значения в текущем времени на основе наблюдений процесса $\bar{y}(t)$:

$$\begin{aligned} \frac{dp_0(t)}{dt} &= -\nu_0(t) p_0(t) + [\langle F_0(\bar{x}, t) \rangle_0 - F(t)] p_0(t), \\ \frac{dp_n(t)}{dt} &= -\nu_n(t) p_n(t) + \nu_{n-1}(t) p_{n-1}(t) + [\langle F_n(\bar{x}, t) \rangle_n - F(t)] p_n(t), \\ \frac{dp_M(t)}{dt} &= \nu_{M-1}(t) p_{M-1}(t) + [\langle F_M(\bar{x}, t) \rangle_M - F(t)] p_M(t), \\ \frac{\partial W_0(\bar{x}, t)}{\partial t} &= L_0 W_0(\bar{x}, t) + [F_0(\bar{x}, t) - \langle F_0(\bar{x}, t) \rangle_0] W_0(\bar{x}, t), \\ \frac{\partial W_j(\bar{x}, t)}{\partial t} &= L_j W_j(\bar{x}, t) + [F_j(\bar{x}, t) - \langle F_j(\bar{x}, t) \rangle_j] W_j(\bar{x}, t) + \\ &+ \frac{\nu_{j-1}(t) p_{j-1}(t)}{p_j(t)} [W_{j-1}(\bar{x}, t) - W_j(\bar{x}, t)] \\ (n = \overline{1, M-1}; j = \overline{0, M}; t > 0). \end{aligned} \quad (6)$$

Секція 3. Проводовий зв'язок, оптоволоконні системи та мережі

УДК 681.7.068

АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ОДНОМОДОВИХ ОПТИЧНИХ ВОЛОКОН ДЛЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Каток В.Б. *E-mail: vkatok@ukrtelecom.net*

Одномодові оптичні волокна завдяки низьким втратам оптичної потужності і малій дисперсії світлового імпульсу є найкращим напрямлювальним середовищем у сучасних мережах зв'язку при передачі високошвидкісних широкосмугових сигналів на великі відстані. Створення нових і модернізація існуючих ВОСП супроводжуються підвищенням вимог до передавальних характеристик ООВ і потребують їхнього систематичного перегляду. Міжнародні стандарти в телекомунікаціях встановлюються в основному двома організаціями: Міжнародним союзом електрозв'язку - ІТУ і Міжнародною електротехнічною комісією - ІЕС. ІЕС визначає стандарти на обладнання, а ІТУ – стандарти на застосування обладнання і технологій. З волоконно-оптичними мережами зв'язку працює сектор стандартизації телекомунікацій (ІТУ-Т). Розроблені в ІТУ-Т Рекомендації, що визначають норми на параметри і характеристики оптичних волокон (ОВ), а також методи їхнього тестування, регулярно переглядаються в зв'язку з появою нових типів ОВ і нових методів тестування, зокрема тестування нелінійностей, дисперсії поляризованої моди (ПМД). Оскільки відповідні матеріали для вітчизняних наукових працівників на теренах волоконно-оптичного зв'язку та операторів зв'язку малодоступні, доцільно систематизувати норми на передавальні характеристики ООВ в світлі останніх Рекомендацій ІТУ-Т і проаналізувати сфери оптимального застосування волокон різних типів.

Оптичне волокно як фізичне середовище високошвидкісної передачі оптичних сигналів

Основним матеріалом для виготовлення високоякісних ОВ є чистий плавлений кварц (хімічна формула SiO_2), легований домішками певних речовин, що підвищують чи знижують його показник заломлення (ПЗ). ОВ має поперечний переріз круглої форми і складається з двох циліндричних співвісних шарів діелектрика: у центрі знаходиться серцевина ОВ, яку оточує оболонка. В ідеальному випадку ОВ за конструктивними параметрами повинен мати осьову симетрію та бути регулярним вздовж своєї осі.

На Рис. 1 зображена типова спектральна крива погонних втрат оптичної потужності (коефіцієнта загасання) в одномодовому волокні на основі кварцового скла в різних діапазонах довжини λ оптичної хвилі, від діапазону О до діапазону У. Відповідна класифікація оптичних діапазонів для систем зв'язку з низьким значенням коефіцієнта загасання ООВ, що запропонована Дослідницькою комісією ДК-15 ІТУ-Т,

подана в Табл. 1, де додатково вказана відповідність деяких з діапазонів вікнам прозорості кварцового скла.

Таблиця 1. Оптичні діапазони з низьким значенням коефіцієнта загасання для волоконно-оптичного зв'язку

Назва діапазону	Межі діапазону, нм	Вікно прозорості
O (Original) – основний	1260 – 1360	Друге
E (Extended) – розширений	1360 – 1460	–
S (Short wavelength) – короткохвильовий	1460 – 1530	П'яте
C (Conventional) – стандартний	1530 – 1565	Третє
L (Long wavelength) – довгохвильовий	1565 – 1625	Четверте
U (Ultra-long wavelength) – наддовгохвильовий	1625 – 1675	–

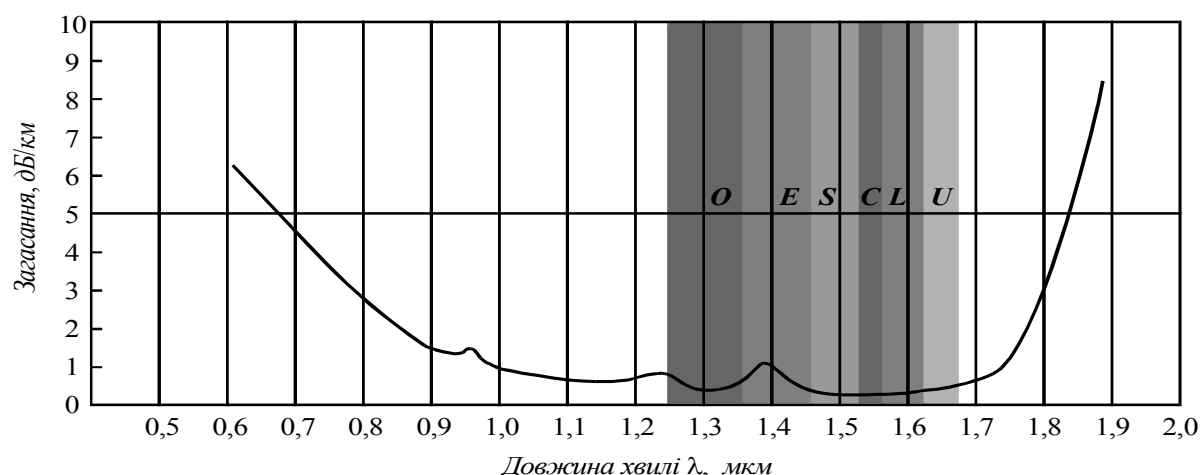


Рис.1. Типова спектральна крива погонних втрат оптичної потужності в одномодовому ОВ у різних діапазонах оптичного спектра

Класифікація одномодових оптичних волокон у відповідності із стандартами ІЕС і рекомендаціями ІТУ-Т та норми на їхні характеристики. Особливості застосування ООВ різних категорій

У відповідності зі стандартом ІЕС 60793-2 і згідно з рекомендаціями ІТУ-Т Rec.G.652 – ІТУ-Т Rec.G.656, ООВ за робочим діапазоном довжин хвиль та за хроматичною дисперсією поділяються на окремі класи, у межах кожного з яких можливий поділ на декілька категорій залежно від робочих діапазонів довжин хвиль, величин погонного загасання і дисперсії поляризованої моди, яка обмежує дальність і швидкість передачі даних.

Кожен тип ООВ розробляється під конкретну галузь використання, тому оптимальний вибір ООВ дозволяє покращити технічні характеристики всієї телекомунікаційної системи в цілому і суттєво подовжує життєвий цикл лінійно-кабельних споруд.

**FORMING OF THE TRANSMISSION CHARACTERISTICS
OF THIN FILMS OPTICAL FILTERS**

G.O. Sukach, V.O. Manko, O.O. Manko

E-mail: manko_kiev@mail.ru

In the report the principles of forming of the transmission characteristics of thin-film optical filters are considered. The principles guess a choice of a real and imaginary part of indexes of refraction of concrete optical layers.

In this work investigation of the filter construction using two films was carried out with application of a numerical modeling method offered in [1]. This method includes on use for determination of a light signal transmission through the thin-film filter a Monte-Carlo method. The reflectivity on borders between mediums layers determine probability of light quantum reflection from borders [2]. As an output signal the signal, reflected from stratified structure was considered. The value of a refraction index of the first and second layer was n_1 and n_2 accordingly. Between indexes of layers refraction and values of their thickness x_1 and x_2 the ratio was executed:

$$(n_1 / n_2) (x_1/x_2) = 1.$$

It ensured equality of phase shifts in each layer for quanta with identical wavelengths. In view of a showed ratio the calculation of the transmission characteristics was carried out depending on phase shift on an optical layer thickness for different values n_1 . As have shown results of calculations, at variation of an refraction index of the first layer n_1 from 1,8 up to 2,8 periods of the transmission characteristic is magnified twice. Thus values of attenuation in transmission and stop bands also vary.

Besides in this work the method of forming of transmission filter responses guessing variation of an imaginary part value of an refraction index of its films components, namely in importation of losses into a concrete optical layer is offered.

With the purpose of the characteristic non-uniformity reduction in a transmission band in this work probing influence on the transmission characteristics was carried out at the expense of importation into optical layers of a particular degree of losses. At importation of losses into the first layer in accordance with magnifying of attenuation the considerable deterioration of characteristics was watched. Thus the relative non-uniformity of the transmission characteristic in a transmission band practically remained constant.

At importation of losses into the second layer, the deterioration also took place, but its level was appreciably less, than in the first case. Thus the inappreciable non-uniformity of the transmission characteristic in a transmission band (no more than 0,02 дБ) was reached practically. The obtained result is possible to explain by corrective action of an influence degree of quanta, reflected from an outer boundary of the second layer, on non-uniformity of the transmission characteristic in a transmission band. The importation of losses into the second layer and selection of their value allows reducing a level of a reflected stream of quanta enough to smooth a course of the transmission characteristic in a transmission band, having made a value of insertion attenuation in this band practically to constant values. Thus it is possible to cancel probability some magnifying of attenuation in a transmission band by application of optical amplifiers in a communication line.

REFERENCES

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.

ЗАЛЕЖНІСТЬ ДЖИТЕРА ГОРДОНА-ХАУСА СОЛІТОННИХ СИСТЕМ З ДИСПЕРСІЙНИМ КЕРУВАННЯМ ВІД ВІДСТАНІ ПОШИРЕННЯ

Власов О.М., Шпак В.М. *E-mail: Vitaliy.Shpak@kyivstar.net*

Для аналізу впливу джитера Гордона-Хауса розглянемо 10 Гбіт/с солітонні системи з дисперсійним керуванням, що використовують дві дисперсійні карти з типовим значенням періоду, що на практиці становить $L_m=80$ км. Відстань поширення 8000 км.

Дисперсійна карта представлена на рис. 1 складається з 76 км секції з нормальною дисперсією групової швидкості (ДГШ), виконаної волокном зі зміщеною дисперсією (DSF) ($D=4$ пс/нм*км, $\alpha=0,2$ дБ/км, $A_{eff}=55$ мкм²) і 3,6 км секції волокна, що компенсує дисперсію, (DCF) ($D=-80$ нм/км*км, $\alpha=0,4$ дБ/км, $A_{eff}=55$ мкм²), при цьому результуюча середня дисперсія $D=0,2$ пс/нм*км.

Використовується імпульс із тривалістю $\tau_0=18,02$ пс (повна ширина в половині максимуму $T_{FWHM}=30$ пс), інтенсивність карти, визначається як:

$$S_{map} = |D_a L_a - D_n L_n| / T_{FWHM}^2 \quad (1)$$

де D_a , D_n - дисперсійні параметри та L_a , L_n - довжина, аномальної й нормальної волоконних секцій.

Інтенсивність карти, задана рівнянням (1) визначає степінь зміни величини дисперсії групових швидкостей між двома волоконними секціями періоду карти. Для розглянутої вище карти, інтенсивність має відносно низьке значення $S_{map}=0,62$. Підсилювач розташований наприкінці кожної стадії дисперсійного керування довжиною $L_m=79,6$ км. Спектральна щільність шуму розраховувалася від коефіцієнта спонтанної емісії $n_{sp}=1,3$ (шум-фактор приблизно дорівнює 4.1 дБ для зосередженого підсилювача) і $h\nu=0.8$ еВ. Значення вхідного чирпа та пікової потужності солітонів, що поширюються в лінії, наступні $C_0=0,25$ і $P_0=3,04$ мВт. На рис. 2 штрих пунктирна крива показує залежність джитера на виході кожного підсилювача від відстані поширення для дисперсійної карти рис. 1 та використанні одного підсилювача.

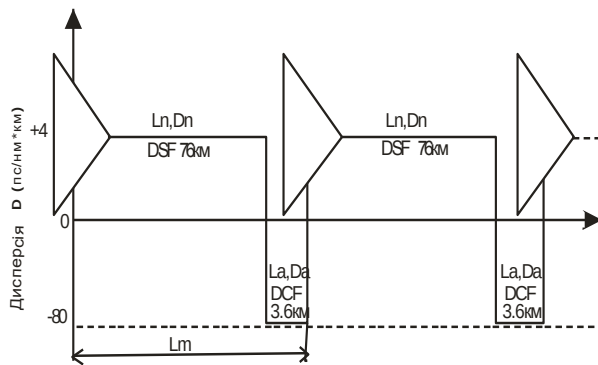


Рис. 1

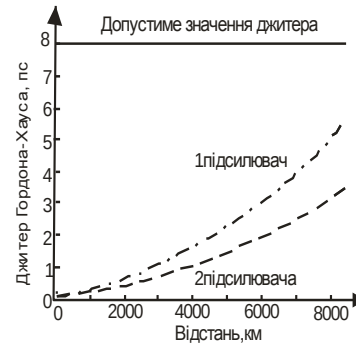


Рис. 2

При використанні другого підсилювача в дисперсійній карті, необхідно оптимізувати місце розташування його так щоб мінімізувати зміни тривалості імпульсу. Для розглянутої карти це досягається при установці підсилювача на відстані 35 км у секції DSF волокна карти. У цьому випадку, використовуючи рівняння еволюції енергії й чирпа, отримані методом моментів, визначені початкова потужність, $P_0 = 0,2051$ мВт і початковий чирп $C_0 = 0,517$. Пунктирна крива на рис. 2 показує, що джитер Гордона-Хауса значно зменшується, коли використовуються два підсилювачі в межах кожної стадії дисперсійного керування. Це пояснюється, тим, що коефіцієнт підсилення підсилювачів у цьому випадку нижче, і в результаті маємо більш низьке значення спектральної щільності шуму. Джитер зменшується приблизно у два рази, коли використовуються два підсилювачі.

Звернемося до розгляду другої карти (рис. 3), що складається із 66 км секції стандартного одномодового волокна (SF) ($D=16$ пс/нм*км, $\alpha=0,2$ дБ/км,

$A_{\text{eff}}=55$ мкм²) і 13 км секції волокна, що компенсує дисперсію, (DCF) ($D= -80$ нм/км*км, $\alpha=0,4$ дБ/км, $A_{\text{eff}}=55$ мкм²) результуюча середня дисперсія приблизно $D=0,2$ пс/км*нм. Інтенсивність карти з $T_{\text{FWHM}}=30$ нс має наступне значення $S_{\text{map}} = 2,33$, що вказує на значні зміни в тривалості імпульсу в кожному періоді карти. Підсилювач розташований наприкінці кожної стадії дисперсійного керування довжиною $L_m=79$ км.

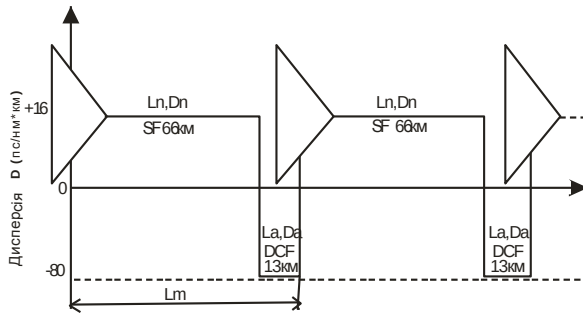


Рис. 3

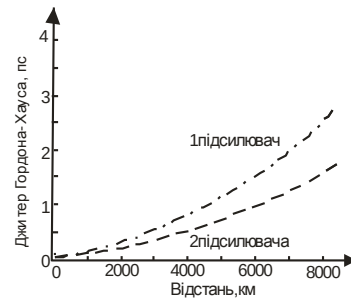


Рис. 4

Штрих пунктирна крива на рисунку 4 показує залежність джитера на виході кожного підсилювача від відстані поширення для солітонів тієї ж тривалості, що використана на рис. 2. Для солітонів, що поширюються в системі, вхідний чирп $C_0 = 0,765$, вхідна пікова потужність $P_0 = 7,6$ мВт. Пунктирна крива на рисунку 4 демонструє, вплив на джитер Гордона-Хауса встановлення другого підсилювача на відстані 24 км (місце розташування, оптимізоване, щоб мінімізувати зміни тривалості імпульсу). З огляду на місце розташування другого підсилювача, і використовуючи рівняння еволюції енергії й чирпа, визначаємо початкову потужність $P_0 = 0,944$ мВт і вхідний чирп $C_0 = 2,05$.

Порівняння рисунків 2 і 4 дозволяє зробити кілька висновків. Джитер Гордона-Хауса має менше значення для дисперсійної карти, виконаної з використанням стандартного волокна, для випадку одного підсилювача в дисперсійній карті. Зменшення джитера, пояснюється, використанням більш високої пікової потужності, а також, тому що джитер Гордона-Хауса, обернено пропорційний енергії.

При встановленні другого підсилювача в дисперсійну карту, вплив його на джитер залежить від відстані поширення. На початковій стадії поширення для другої карти джитер Гордона-Хауса не змінюється навіть при встановленні другого підсилювача. Для більш віддалених відстаней поширення, другий підсилювач значно зменшує джитер приблизно у два рази. Таким чином, використання декількох підсилювачів у кожному періоді карти може бути корисним для солітонних систем, розроблених на основі стандартних волокон, але при цьому місце розташування підсилювача повинно бути оптимізоване.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕЖКАНАЛЬНЫХ ПОМЕХ В ВОСП СО СПЕКТРАЛЬНЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ

Богданова И.В. *E-mail*: ibogdanova@pn.ukrtelecom.net

Технология спектрального разделения каналов (СРК или WDM – wavelength division multiplexing – мультиплексирование с разделением по длине волны), сегодня является одним из основных способов увеличения информационно-пропускной способности существующих многоканальных волоконно-оптических систем передачи (ВОСП), работающих на транспортной телекоммуникационной (первичной) сети Украины.

При передаче цифровых данных особенно актуальным является вопрос соблюдения нормированного значения коэффициента ошибок, определенного международными и национальными стандартами.

Для обеспечения требуемого уровня качества передачи в ВОСП с СРК необходимо учитывать, в частности, наличие линейных и нелинейных взаимных межканальных влияний, которые проявляются преимущественно в процессе эксплуатации ВОСП с СРК. Учитывая достаточно высокую стоимость комплекса работ по строительству ВОСП с СРК, во избежание выхода коэффициента ошибок за пределы нормы, оценку межканальных помех наиболее целесообразно проводить еще на этапе проектирования ВОСП с СРК, чтобы обеспечить научно обоснованный выбор оптических волокон, источников излучения, оборудования уплотнения, методов передачи сигналов.

Современные методики проектирования ВОСП с СРК позволяют рассчитать длину регенерационного участка, потери и затухания, энергетический бюджет мощности системы с учетом частотного плана и скорости передачи, однако, не предусматривают оценку влияния межканальных переходных помех.

Поэтому разработаны [1, 2, 3] методы и методики оценки межканальных переходных помех, возникающих в ВОСП с СРК вследствие несовершенства демультиплексоров и лазерных источников

излучения, а также нелинейного эффекта 4-волнового смешения. При этом оценка уровней межканальных переходных помех в проектируемой ВОСП с СРК проводится на основе анализа результатов измерений, полученных в лабораторных условиях с помощью оптических анализаторов спектра при моделировании режима многоволнового распространения сигналов в оптическом волокне согласно плану длин несущих волн.

Проведенные исследования изначально носили прикладной характер, что не умаляет очевидных достоинств предложенных методов и методик, однако, полученные результаты позволяют выделить ряд направлений для более фундаментальных исследований, например:

- исследование возможности неодинакового влияния спектральных каналов в мультиплексорах и демультиплексорах ВОСП с СРК,
- исследование влияния эффекта 4-волнового смешения при использовании неравномерной сетки частот,
- исследование влияния мощности источника излучения на мощность сигнала-помехи вследствие 4-волнового смешения, а также зависимости качества передачи от мощности сигнала-помехи вследствие 4-волнового смешения,
- исследование причин отличия формы спектра распределения продуктов нелинейности первого рода, возникающих из-за 4-волнового смешения, от нормального закона Гаусса за пределами рабочей полосы частот,
- исследование влияния других нелинейных эффектов – фазовой самомодуляции, перекрестной фазовой модуляции, вынужденного рассеяния Бриллюэна и вынужденного рассеяния Рамана.

Литература:

1. *Богданова И.В.* Влияние спектральных характеристик источника излучения на переходное затухание между каналами в ВОЛС с использованием WDM-технологии // Вісник УНДІЗ. – 2006. – № 1. – 92-96 с.
2. *Хиленко В.В., Богданова И.В., Никифоренко К.Б.* Оценка перекрестных помех в WDM-системах при проектировании ВОЛС // Радиотехника. Всеукраинский межведомственный научно-технический сборник. – 2006. – вып. 146. – 19-24 с.
3. *Богданова И.В.* Оценка эффекта 4-волнового смешения при проектировании ВОЛС с использованием WDM-систем // Зв'язок. – 2006. – № 7. – 58-61 с.

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
ОПТИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖКлимаш М.М. E-mail: mklimash@polynet.lviv.ua

Проблема ефективного розвитку мережі з'являється із збільшенням інфокомунікаційних вимог в цілому світі. Існування великої кількості питань, в тому числі і майбутніх, вказує шлях до всебічного аналізу транспортних телекомунікаційних систем.

Очевидно, що недосяжна для інших систем пропускна спроможність оптичних транспортних широкосмугових трактів забезпечує технічну здійсненність передачі даних при пропускній спроможності більшій за десятки гігабіт. Гнучкість мережі збільшується з використанням спеціального комутаційного устаткування.

У припущенні, що транспортні оптичні системи розвиваються в належному напрямі, ми повинні узяти до уваги відповідну конфігурацію фізичного шару, що проектуємо, так само як і топологічний, логічний аналіз структури оптичної мережі.

Переваги часового розділення, ослабляються зі зростанням дисперсії оптичних волокон. Ми можемо забезпечити компенсацію дисперсії використанням секцій волокон з негативною дисперсією, але це викликає відносно високі оптичні енергетичні втрати і не забезпечує компенсацію поляризаційно-модової дисперсії (PMD). Між іншим можна показати, що величина PMD суттєво впливає на високі швидкості каналів передачі даних.

Для того, щоб отримати зменшення PMD, запропоновано [1] схему компенсації зі зворотнім зв'язком і керованим електрооптичним модулятором. Можна відзначити, що зменшення PMD може лежати в межах 1,4...7 разів. Однозначно, використання систем компенсації PMD може бути корисне для збільшення пропускної спроможності системи.

Загальні якісні показники функціонування оптичної системи – співвідношення сигнал/шум для приймального кінця може бути описане з використанням поняття Q-фактора – параметра системи, що визначається статистичними законами на приймальному кінці і пов'язаний з системою прийняття рішення з приводу сигнального рівня в кожен момент часу; дозволяє врахувати всі шуми і завади системи.

Наведений підхід дозволяє описати оптичну широкосмугову передачу і дає можливість для оптимізації конфігурації устаткування. Для прикладу, це можна практично реалізувати завдяки створеному програмному інструменту - оптимізується максимальна швидкість передачі даних, канална потужність і комунікаційна відстань, які можуть бути досягнуті [3].

За матричним методом [4] та даними [5] було проаналізовано міську мережу м.Львова та інші транспортні мережі, отримано картини апріорних топологічних структурних завантажених – тривимірних зображень поля топології графів відповідних мереж [4].

Отримані в результаті аналізу значення, в більшій частині відповідають та пропорційні даним за налагодженими трактовими E1 зв'язками у відповідних транспортних мережах.

Підсумовуючи можна сказати, що методи для цілісного аналізу транспортної мережі мають бути побудовані у відповідності з ISO Open Systems Interconnection моделлю Взаємодії Відкритих систем.

Покращення на фізичному рівні є підґрунтям для логічного аналізу структури мережі – розробки топології та управління потоками.

DWDM тракт описаний коефіцієнтом функціонування оптичного каналу BER. Це дозволяє взяти до уваги всі можливі системні негативні фактори впливу.

Метод компенсації поляризаційно-модової дисперсії підвищує пропускну здатність високошвидкісної оптичної ланки у 1.7...7 разів, що дозволяє вирішити відповідні проблеми з пропускну здатністю оптичних транспортних систем.

Топологічний аналіз послідовно підіймає наше мислення з структури зв'язків фізичного рівня до структури потоків і пакетної маршрутизації, зокрема створені методи для топологічно-адаптованої маршрутизації. Топологічний аналітичний підхід забезпечує діаметрально протилежний до прийнятого – низхідний підхід до формалізації, коли за глобальною сукупністю властивостей конфігурація і стани окремих елементів можуть бути отримані в результаті декомпозиції об'єкта дослідження.

Матричний топологічний аналіз мережевих структур дозволяє оцінити стратегію розвитку мереж. Показано, що мережева структура чинить вплив на апріорну топологічну завантаженість (сумарне поле топології графу) і важливість вузлів так само як і зв'язків між ними. Можна зробити висновок, що розглянуті прості та ефективні матричні методи для аналітичної оцінки, розрахунку та оптимізації мережевих структур за топологічними властивостями.

Література:

[1] Климаш М.М., Олексін М.І., Чернихівський Є.М. «Спосіб компенсації поляризаційно-модової дисперсії в системах передачі інформації зі спектральним ущільненням каналів», Заявка №66-58-119/827 від 3.10.2006 р, U200611124 від 23.10.2006 р.

[2] Скляров О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. – Г.: Солон-пресс, 2004.–272с.: ил.

[3] Климаш М.М., Олексін М.І., Демидов І.В. DWDM-технологія та якісний аналіз функціонування транспортних оптичних систем. Зв'язок, №7,2006, с.9-13.

[4] Климаш М.М., Демидов І.В. Матричний метод оптимізації топологій мережевих структур // Комп'ютерні технології друкарства: Збірник наукових праць.–Львів: Українська Академія Друкарства, №16, 2006, с. 131-140.

[5] Климаш М.М., Гец Л.С., Андрухів Т.В. Дослідження та оптимізація потоків міських транспортних мереж з резервуванням // Вісник Національного університету «Львівська політехніка», Випуск 577, с.87-91.

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИИ НЕЧЕТКИХ ПОМЕХ.

Тишин П.М., Гайворонская Г.С., Мельник М.М.

E-mail: Gayvoronska@OSAR.odessa.ua

При исследовании сложных иерархических динамических систем нередко отсутствует вся необходимая информация как о самой системе, так и о окружающей ее среде. Поэтому актуален вопрос оценки параметров состояния системы по результатам наблюдения входных и выходных переменных, полученных в условиях ее функционирования.

В работе рассматривается нелинейная динамическая система, для которой наблюдения за выходными переменными представляются в виде дискретного набора значений $\{F_i\}_{i=1}^n$, где n - число наблюдений. Целью работы является построение оценок параметров состояния исследуемой нелинейной динамической системы в нечетких условиях [1,2].

В общем случае величины $\{F_i\}_{i=1}^n$, получающиеся при наблюдении рассматриваемой динамической системы, можно выписать в виде

$$\begin{aligned} F_i &= F + H_i; \\ H_i &= H_{i-1} + A \cos(iv) + B \sin(iv) + \xi_i, i = \overline{1, n}, \\ H_0 &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

где F, A, B и v - неизвестные параметры системы;

ξ_i – нечёткие помехи, определенные для каждого i соответствующей функцией принадлежности $\mu(\xi_i)$.

В результате исследования необходимо по набору данных (1) оценить значения параметров F, A, B и v . Для этого рассмотрен набор результатов измерений $\{P_i = F_i - F_{i-1}\}, i = 1, \dots, n$, полученный вычислением разности двух последовательных значений вектора $\{F_i\}_{i=1}^n$. Тогда вектор $P = \{P_i\}_{i=1}^n$ представим в виде $P_i = A \cos(iv) + B \sin(iv) + \xi_i, i = 1, \dots, n$.

Доказывается, что для оценки параметра v можно составить систему нелинейных алгебраических уравнений

$$(P_k + P_{3k}) - 2P_{2k} \cos[kv] = \xi_k, \quad \overline{k = 1, N} \quad (2)$$

где ξ_k - нечеткие числа, определенные для каждого значения k с помощью функции принадлежности $\mu(\xi_k)$, а $N=[n/3]$.

Под решением системы (3) будем понимать определение значения $\bar{v}$ являющегося решением следующей задачи оптимизации

$$\min_{v \in V} \sum_{k=1}^N \|(P_k + P_{3k}) - 2P_{2k} \cos [kvk]\|. \quad (3)$$

где V – интервал, заданный на числовой оси.

Вводя функции $\theta_{m_j K}(x): R^n \rightarrow R^K$, которые для заданных K и m_j определяют по элементам вектора $x = \{x_i\}_{i=1}^n \in R^n$ вектор $y = \{y_i\}_{i=1}^K \in R^K$ соотношениями $y_i = (x_{im_j} + x_{3im_j}) / x_{2im_j}, \bar{i} = \overline{1, K}$, показано, что можно получить решение задачи (2, 3), задав набор векторов $\{L_j\}_{j=1}^J$ с помощью зависимостей $L_j = \theta_{m_j K}(P), j = \overline{1, J}$, где $\{m_j\}_{j=1}^J$ набор натуральных чисел удовлетворяющий условиям $m_j \leq [n/(3K)]$. Полученный набор векторов позволяет построить на его основе систему нечеткого вывода Такаги-Сугено-Канга (TSK) [3], которая в общем случае определяет аппроксимирующую зависимость $\theta_K(x): R^K \rightarrow R$ и оценку параметров F, A, B и v .

Литература

1. Алтунин А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях: Монография. Тюмень: Издательство ТГУ, 2000. 352 с.
2. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. М: Финансы и статистика, 2002, 344 с.
3. Круглов В.В., Дли М.И., Голунов Р.Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. М: ФИЗМАТЛИТ, 2001, 224 с.

НЕКОТОРЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ
МОНОТОННЫХ БИНАРНЫХ СТРУКТУР К
ИССЛЕДОВАНИЮ КОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Васильев В.И., Вишитель Д.М. E-mail: xrom@users.ntu-kpi.kiev.ua

Исследование качественных свойств монотонных систем со сложной организацией нуждается в методе, который бы позволил формулировать ту или иную задачу на формальном языке и количественно оценивать величины проявления свойств, ассоциированных с системой. В качестве такого языка в теории надежности давно и широко используется язык монотонных структур.

Понятие монотонной структуры в [1] отождествляется с понятием двухполюсной сети, которая представляет структурную организацию системы.

Смысл понятия монотонная система интуитивно достаточно прост и понятен: чем лучше работают элементы системы, тем лучше работает система.

Если состояния элементов и состояние системы могут принимать только два качественно различных состояния, то такая система называется бинарной.

Состояние системы в любой заданный момент времени зависит только от состояния элементов в этот же момент времени.

Следует заметить, что если качественно различные состояния элементов в любой момент времени однозначно определяют качественное состояние системы, то такая система именуется булевой. Отметим, что класс бинарных систем включает в себя класс булевых систем, который, в свою очередь, включает в себя класс булевых монотонных систем.

Сужение класса бинарных систем до класса булевых монотонных систем оправдано, по крайней мере, следующими обстоятельствами:

1. Большинство реальных физических систем удовлетворяет условию монотонности.
2. Для булевых монотонных систем понятия временной и алгебраической систем изоморфны в соответствии с общей теорией систем [2].
3. Булевы монотонные системы в случае большой размерности позволяют получить количественную оценку величины проявления системных свойств в виде интервала.

В работе рассматриваются детерминированные и вероятностные свойства монотонных структур, которые позволяют строго формально осуществлять оценку и анализ надежности как невозстанавливаемых так и восстанавливаемых систем.

ЛИТЕРАТУРА:

1. М. Месарович, Я. Такаха "Общая теория систем: математические основы", М., "Мир", 1978 г.
2. А. Кофман "Введение в теорию нечетких множеств", М., "Радио и связь", 1982 г.
3. Р. Барлоу, Ф. Прошан "Статистическая теория надежности и испытания на безотказность", М., "Наука", 1984 г.
4. К. Райншке, И.А. Ушаков "Оценка надежности систем с использованием графов", М., "Радио и связь", 1988 г.
5. Зайченко Ю.П., Васильев В.И., Вишталь 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.
6. Васильев В.И., Вишталь Д.М., Хотячук Р. Ф. "Логико-алгебраический метод оценки среднего стационарного времени пребывания сети связи в состоянии доступности". Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції "Системний аналіз та інформаційні технології" (28 червня-2 липня 2005 р., м.Київ, Україна).- 2005 с.181.

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СЕТИ СИСТЕМЫ ПАКЕТНОЙ КОММУТАЦИИ И ЕЁ НАЗНАЧЕНИЕ

Яландин П.Н., рук. Сундучков К.С. *E-mail: DP@s-m.com.ua*

Аннотация – рассмотрены основные характеристики существующих систем пакетной коммутации, их достоинства и недостатки. Особое внимание было обращено на адресацию, и был предложен способ решения этой проблемы.

В статье проанализированы особенности решения по адресации для разных технологий коммутации пакетов. Из рассмотренных особенностей можно сделать вывод, что существует проблема нехватки адресов в протоколе IP, по двум причинам, одна из которых популярность протокола IP, а вторая – при разработке протокола никто не рассчитывал на такую распространённость протокола.

Было предложено решение проблемы нехватки адресов. Основная идея взята с принципа организации построения международной телефонии (для того чтобы попасть в другой город необходимо набрать сначала идентификатор выхода на межгород, потом код города и только потом номер телефона в этом городе). Для этого нужно пойти на увеличение поля адреса. Основная составляющая адреса – длинна адреса IP, то есть 32 бита. Дополнительная составляющая – идентификатор зоны.

Каждая зона имеет свой уникальный идентификатор. По которому зону можно найти из любой точки. Каждая зона имеет в своем распоряжении полный спектр адресов протокола IP, который может пересекаться с другими зонами.

Для того чтобы переместиться из одной зоны в другую в заголовок пакета вводится специальный идентификатор, по которому маршрутизатор зоны начинает ввести поиск зоны указанный в заголовке пакета. Если эта зона находится ниже по дереву, то пакет пересылается нижестоящему маршрутизатору. Иначе вышестоящему (см. Рис. 1).

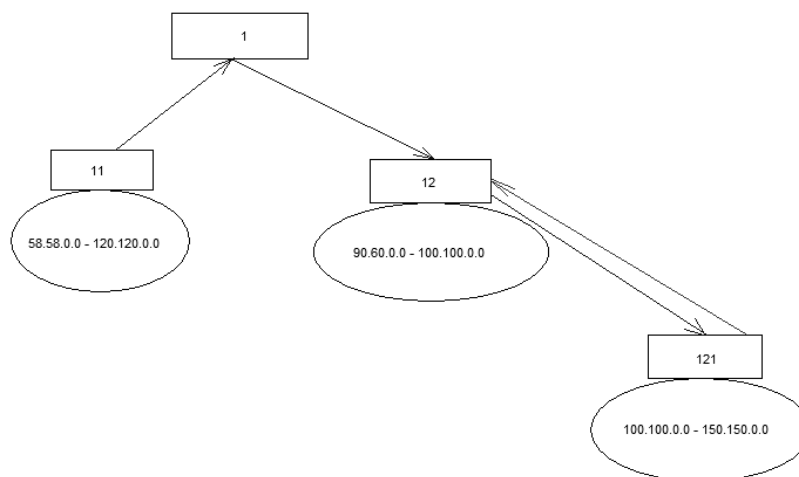


Рис. 1 Организация зон в иерархической структуре сети.

На рисунке показано пересылку пакета с зоны 11 в зону 121, и пересылка пакета из зоны 121 в зону 12.

Была проанализирована возможность работы протокола на существующей сети. В результате получили что, нагрузка на зону третьего уровня составит 1,7 млн. мегабит за одну секунду или 1700 гигабит/с. Оборудование сегодняшнего дня достаточно производительное для работы на таких скоростях и обработке таких объемов трафика. Поэтому в дальнейшем «дроблении» на зоны просто нет необходимости. Полученное решение, иерархическая структура сети, позволяет решить эту проблему и имеет ряд преимуществ:

- В самих зонах можно использовать старые маршрутизаторы без какой-либо модификации «железа», а только модификацией «софтовой» части.
- В большинстве случаев нет необходимости переучивать пользователей, так как для них все изменения останется прозрачными.

При увеличении количества уровней выше 3-х мы получили, что решение теряет свою эффективность, которую оно получило при 3-х уровнях.

Список литературы

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 958с.: ил.
2. <http://kunegin.narod.ru>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕТИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Семенко А.И., Юрчук А.П.

E-mail: setel@nbi.com.ua; Andrey@kpvti.kiev.ua

Использование сетей электропитания открывает перспективы создания новых телекоммуникационных систем без затрат на кабельные сети [1,2].

Основные трудности при построении практических систем создают помехи в сетях электропитания. Источниками помех являются как внешние факторы-индустриальные помехи от рядом работающего оборудования, грозовые разряды, работающие радиостанции, так и внутренние помехи- всплески токов от подключения и отключения оборудования, скачков напряжения в сетях[3,4]. Величины стартовых токов могут превышать номинальный ток потребления в единицы, десятки и сотни раз [5].

Напряжение электрической сети должно иметь форму синусоиды с амплитудой

220 В и частотой 50 Гц. Однако напряжение имеет суточные колебания и на практике его форма далека от синусоидальной[6].

Изменения напряжения в реальных сетях можно рассматривать как низкочастотные и высокочастотные возмущения. Первые возникают, если длительность провалов и выбросов напряжения сравнима с длительностью периода частоты напряжения питающей сети переменного тока или превышает её. Вторые представляют собой кратковременные импульсные помехи, накладывающиеся на синусоидальное напряжение первичной сети и искажающие его форму.

Наиболее часто встречающимся типом помех являются провалы напряжения от 6-10 сек с глубиной провала до 50% и длительные от 21-30 сек с глубиной 30%. Еще один вид помех обуславливается высоковольтными импульсами напряжения, причина возникновения которых – разряды статического электричества, люминисцентные лампы, дуговые разряды сварочных аппаратов и т.п.

При грозовых разрядах может возникать очень сильное электромагнитное поле, которое приводит к значительному изменению напряжения в линиях электропередачи [3].

Возникающие искажения формы синусоидального напряжения выражаются в срезании вершины синусоиды и появлению гармоник – колебаний кратных частот.

Уровень внутренних помех в сетях электропитания также создают помехи для коротковолнового радио, использующего частоты 2-30 МГц.

Следует отметить, что электромагнитная совместимость – основная проблема, которая замедлила развитие технологии PLC (Power line communications) в Европе. Однако Россия, Япония, Бразилия и д.р. страны продолжают активно развивать технологию PLC [7].

При создании информационных систем на основе сетей электропитания при наличии реально имеющихся помех в последнее время широкое применение нашла технология BPL (Broadband Over Power Lines) , обеспечивающая условия борьбы с помехами и соблюдения требований электромагнитной совместимости с радиослужбами в диапазоне 1,6-30 МГц[8].

Основной идеей технологии является применение многоканального модема , при котором высокоскоростной поток данных разбивается на несколько низкоскоростных , каждый из которых передается на своей частоте с последующим объединением низкоскоростных потоков. При этом используется 84 поднесущих в диапазоне 4-21 МГц. Это позволяет уменьшить количество теряемых данных при условии затухания на некоторых частотах. В системе осуществляется постоянный анализ состояния канала передачи. При превышении определенного значения порога затухания сигнала система контроля автоматически исключает использование пораженных помехой частот.

Передаваемая информация шифруется . Доступ к сети осуществляется только при полной аутентификации пользователя (серийные номера устройств, карт доступа и т.д.) [9].

BPL оборудование первого и второго поколения теоретически обеспечивает пропускную способность соответственно до 45 Мбит/с и 200 Мбит/с на расстоянии до 100 м..

Оператором BPL Broadband проводятся испытания новой технологии в штате Пенсильвания (охвачено 20 тыс. домовладений). Проблемы, связанные с помехами, могут решаться путем смещения частот, регулирования уровней мощности или отказа от работы на частотах, которые используются экстренными службами и радиолюбителями [10].

В настоящее время в США имеется 40 зон BPL (информация United Power Line Council – UPLC). Оператор Cinergy охватил сервисом BPL 50 тыс. домовладений в Цинцинатти (штат Огайо).

В технологии PLC также применяются новые методы борьбы с помехами. Хорошие результаты дает применение сигнала с расширенным спектром с использованием QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) модуляции. При этом мощность сигнала распределяется в широкой полосе частот и он становится меньшим уровня помех. Принимающая сторона выделяет информационную часть сигнала, используя единственную для каждого соединения псевдослучайную последовательность. Это позволяет в одной и той же широкой полосе частот передавать одновременно несколько информационных сообщений, что обеспечивает высокую помехоустойчивость, а также высокую степень защиты информации.

Также получает применение метод ортогонального частотного уплотнения с одновременной передачей сигналов на нескольких несущих OFDM (Orthogonal frequency-division multiplexing), что позволяет получать высокую достоверность информации и устойчивость к искажениям сигнала. В системах исходящий поток данных разделяется на пакеты и каждый пакет передается в диапазоне

частот 3-20 МГц на своей несущей с использованием относительной фазовой манипуляции

Разновидность модуляции OFDM – Power Packet обеспечивает передачу данных со скоростью 100 Мбит/с.

Комплект интегральных микросхем, разработанных компанией SPiCOM Technologies (Франция), использует диапазон частот 2-30 МГц, который разделен на 7 полос, при этом скорость передачи информации достигает 220 Мбит/с.

Фирма Ytran CommunicationsLtd изготовила интегральные микросхемы, реализующие скорость 200 Мбит/с путем использования кодовой модуляции DCSK (Differential Code Shift Keying). Передача информации осуществляется за счет независимой от физической среды передачи адаптивной SS (Spread Spectrum) модуляции с турбокомпенсацией и сжатием кода в диапазоне 4-20 МГц.

Компания KE Line (Южная Корея) производит интегральные микросхемы второго и третьего поколения с соответствующими скоростями 24 Мбит/с и 200 Мбит/с. [11].

Компания ELCOM (Германия) на основе интегральных микросхем фирмы DS 2 разработала модем третьего поколения (ELConnect P-200), который обеспечивает скорость передачи данных 200 Мбит/с. Такую же скорость обеспечивают устройства компании Intellon. Немецкая фирма Devolo AG выпускает высокоскоростные устройства для построения локальных высокоскоростных сетей внутри офиса[11].

Фирма Renesas также разработала ряд высокоскоростных модемов для использования в сети электропитания[12].

Следует отметить, что в настоящее время еще нет общепринятых стандартов на оборудование PLC. Лишь к 2008 году ETSI планирует завершить проект OPERA, который позволит стандартизировать широкополосный доступ на основе PLC технологий [11].

Литература

1. Семенко А.И., Юрчук А.П. Использование сети электропитания для построения информационных систем // Технология и конструирование в электронной аппаратуре.- 2006.- №2(62).-С.3-6.
2. Лозовий О.В. Організація каналу передачі мовної інформації у мережі електроживлення// Бизнес и безопасность.- 2005.- №6/- С.50-51.
3. Певницкий В.П., Полозок Ю.В. Статистические характеристики промышленных радиопомех.-М.:Радио и связь,1988.-247 с.
4. <http://www.epos.kiev.ua/vote/pubs/pse/index.php>.
5. http://ups-info.ru/elektricheskie_seti_i_sboi_pitaniya.html.
6. http://stereo.ru/whatiswhat.php?article_id=315.
7. <http://www.connect.ru/article.asp?id=4749>.
8. [www://bytemad.ru/?id=602174](http://bytemad.ru/?id=602174).
9. http://www.ccc.ru/magazine/depot/05_12/read.html?0301.htm.
10. <http://www.osp.ru/text/302/378339>.
11. www.vesnik-sviazry.ru/t/e107_plugins/content/content.php?content.60.
12. Пиндюра В. PLS-модемы компании Renesas// Электрокоммуникации и связь.- 2006.- №10.- С.31-33.

Ладик О.І., Приходько Т.М. *E-mail: itm@its.ntu-kpi.kiev.ua*

У підвищенні ефективності технології відкритого оптичного зв'язку головною проблемою є забезпечення їх завадостійкості. Цього досягають застосуванням завадостійких способів модуляції та оптимальними схемами обробки сигналів у приймачі.

Оптичний промінь, при проходженні у вільному просторі, має згасання, котрі зменшують його потужність. Як відомо [1, 2], у вільному просторі без атмосфери втрати розповсюдження сигналу знаходяться за формулою:

$$\alpha_p = \frac{1}{4} \pi L^2,$$

де α_p - коефіцієнт втрат потужності поля; L - відстань.

Втрати в атмосфері, пов'язані з наявністю вуглекислого газу та парів води, змінюються за законом Бугера-Бера:

$$P = P_0 e^{-\alpha_n L},$$

де α_n - коефіцієнт втрат в атмосфері; P_0 - потужність оптичного сигналу після його поглинання.

Загальні втрати оптичного сигналу відповідають співвідношенню

$$\alpha = \alpha_p + \alpha_n.$$

Крім втрат, пов'язаних зі згасанням та проходженням оптичного променя, діють фонові завади власного випромінювання атмосфери й Землі, сторонні джерела світла (Сонце, Місяць, зірки та ін.), а також спотворення променю при його взаємодії з атмосферою.

Останній чинник проявляється у вигляді змін поля в часі, які приводять до появи флуктуацій, частотної фільтрації, а також до зміни напрямку променю, його розфокусування, збільшення ширини, нахилу фронту.

Спотворення світлового променю має різні чинники, які характеризуються випадковими амплітудами та фазами поля.

Вплив завад на сигнали різної структури та модуляції неоднаковий. З метою підвищення завадостійкості обрана двоступенева модуляція ІКМ-сигналу: модуляція по затримці та модуляція по поляризації, що дозволяє замінити 8-розрядну кодову комбінацію двома імпульсами. Це дає можливість отримати найбільш ефективну систему передачі з короткими

імпульсами й великою піковою потужністю та меншою щільністю. Кожний імпульс несе 4 біта інформації. Крім того, така модуляція забезпечує можливість оптимальної обробки сигналу при прийомі.

Зроблений аналіз завадостійкості систем з КІМЗ та КІМП (рис. 1) свідчить, що при вірогідності помилки $P = 10^{-6} \dots 10^{-7}$ менш небезпечними є фонові шуми, які можна скомпенсувати збільшенням енергетичного потенціалу системи.

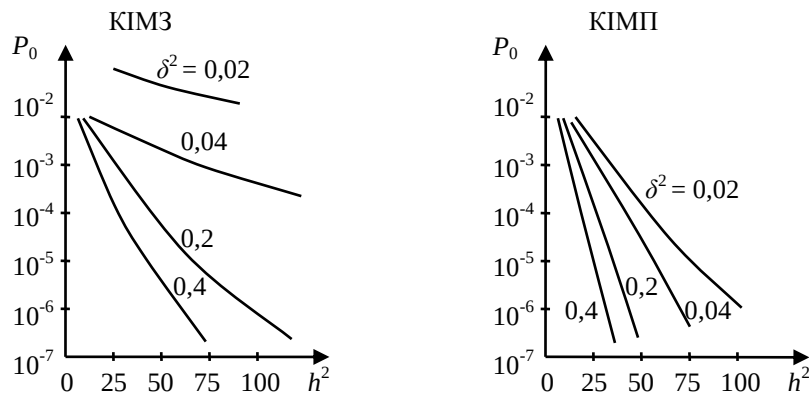


Рис. 1. Характеристики завадостійкості

Порівняльний аналіз завадостійкості доводить перевагу модуляції КІМЗ-КІМП над іншими.

Система передачі, яка реалізує наведений спосіб модуляції, складається з передавача та приймача. Електронний модулятор (рис. 2) передавача перетворює 8-розрядну кодову комбінацію в два імпульси, кожний з яких затримується на один з часових інтервалів (1 нс, 2 нс, 3 нс, 4 нс) з коливанням перенесення, які мають один з кутів площини поляризації ($0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$).

Він складається з перетворювача коду (1), дешифратора (2, 4), формувачів напруги (3, 5), на виходах яких формують напруги, що управляють оптичною лінією затримки та поляризатором.

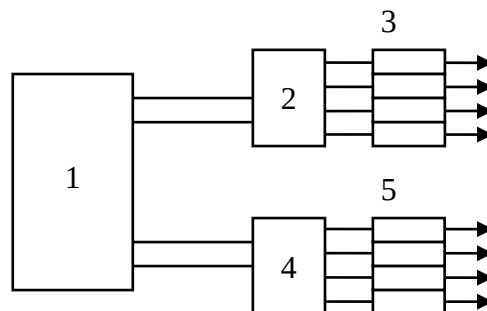


Рис. 2. Структурна схема електронного модулятора

Електронний демодулятор приймача (рис. 3) здійснює оптимальний прийом імпульсів завдяки застосуванню схем компенсації завади та встановленню порогового рівня.

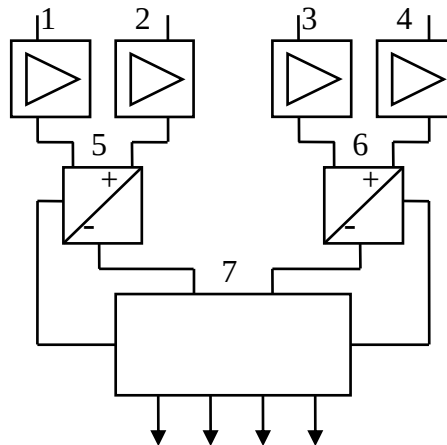


Рис. 3. Структурна схема електронного демодулятора

Компенсація завад здійснюється диференційною схемою, вихідна напруга якої

$$U_d = \frac{U_{\phi_1}}{2} - \frac{U_{\phi_2}}{2}$$

визначає пороговий рівень.

Диференційна схема складається з підсилювачів (1, 2) і (3, 4) та пристрою віднімання (5, 6).

Виграш у відношенні сигнал/завада на виході диференційної схеми підраховується за формулою

$$N = \frac{\left(\frac{C}{3}\right)_{\text{вих}}}{\left(\frac{C}{3}\right)_{\text{вх}}} = 2U_{\phi} \frac{(K_{\phi_1} - K_{\phi_2}) \cdot K_n}{\Delta U_{\phi}} \%,$$

де K_{ϕ_1} , K_{ϕ_2} - коефіцієнти пропускання поляризаційних фільтрів (1, 2);

K_n - коефіцієнт поглинання, який враховує зміну поляризації оптичного сигналу в поляризаційному фільтрі;

$\left(\frac{C}{3}\right)$ - відношення сигналу до завади;

U_d - напруга на виході диференційної схеми;

U_{ϕ} - напруга на вході диференційної схеми.

Оброблений сигнал знімається з виходу аналізатора (7).

Отже, оптимальний прийом оптичного цифрового сигналу з високою завадостійкістю забезпечує спосіб подвійної модуляції сигналу: по затримці та поляризації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шереметьев А.Г., Толпарев В.Н. Лазерная связь. – М.: „Радио и связь”. – 1984. – 336 с.
2. Казарін Н.А. Оптические системы передачи информации по атмосферному каналу. – М.: „Радио и связь”. – 1990. – 252 с.

ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ НАДІЙНОСТІ МУЛЬТИПЛЕКСОРА SDH

Климаш М. М., Бурачок Р. А., Занічковський Ю.
E-mail: mklmash@polynet.lviv.ua, rburachok@rambler.ru

Одним із основних параметрів який характеризує роботу мережі в цілому є структурна надійність, яка визначається надійністю роботи вузла та дуги. Розроблені методики визначення структурної надійності є достатньо точні, якщо надійність роботи елементів мережі розглядається як статична система і часто при цьому не враховуються складність взаємозв'язків між елементами і можливість відновлення працездатності, яка для магістральних SDH мереж є „вбудованою” в топологічні архітектури. Основним елементом, який найбільше впливає на надійність роботи мережі є мультиплексом.

Отже, основними способами захисту інформаційних потоків безпосередньо в мультиплексорах SDH є методи резервування блоків, які відповідають за формування інформаційного потоку. Найбільш поширеними способами захисту блоків є гаряче резервування 1+1, мажоритарне резервування 1:N та M:N, і резервування заміщенням 1:1 і 1:N.

Динамічні моделі які описують роботу кожної із систем формуються на основі системи інтегральних рівнянь, які описують імовірності перебування системи у справному, частково справному та несправному станах:

- для гарячого резервування:

$$\begin{cases} y_0(s_1, s_2) = \int_0^\infty f_1(x + s_1) \cdot y_1(0, x + s_2) dx + \int_0^\infty f_2(x + s_2) \cdot y_2(x + s_1, 0) dx; \\ y_1(\tau_1, s_2) = \int_0^\infty g_1(x + \tau_1) \cdot y_0(0, x + s_2) dx + \int_0^\infty g_1(x + \tau_1) \cdot f_2(x + s_2) \cdot y_{21}(0, 0) dx; \\ y_2(s_1, \tau_2) = \int_0^\infty g_2(x + \tau_2) \cdot y_0(x + s_1, 0) dx + \int_0^\infty g_2(x + \tau_2) \cdot f_1(x + s_1) \cdot y_{12}(0, 0) dx; \\ y_{12}(\tau_1, 0) = \int_0^\infty y_1(x + \tau_1, 0) dx; \\ y_{21}(0, \tau_2) = \int_0^\infty y_2(0, x + \tau_2) dx; \end{cases}$$

- для мажоритарного резервування:

$$y_N(s_N, t) = \sum_{i \in N} \int_0^t f_i(x + s_i) y_{N \setminus i, i}(x + s_{N \setminus i}, \tau_i, t - x) dx + \prod_{i \in N} f_i(t + s_i) - \text{стан працездатності всіх елементів;}$$

$$y_{A,B}(s_A, \tau_B, t) = \sum_{j \in B0} \int_0^t g_j(x + \tau_j) y_{A \cup j, B \setminus j} \left(\left(x + s_{A \cup j} \right)_j, x + \tau_{B \setminus j}, t - x \right) dx +$$

- стан працездатності

$$+ y \sum_{i \in A0} \int_0^t f_i(x + s_i) y_{A \setminus i, B \cup i} \left(x + s_{A \setminus i}, \left(x + \tau_{B \cup i} \right)_i, t - x \right) dx$$

частини елементів (часткова непрацездатність);

$$y_{A,B}(s_A, \tau_B, t) = \sum_{j \in B0} \int_0^t g_j(x + \tau_j) y_{A \cup j, B \setminus j} \left(\left(s_{A \cup j} \right)_j, x + \tau_{B \setminus j}, t - x \right) dx$$

- стан повної непрацездатності.

- для резервування заміщенням:

$$\begin{cases} y_{01}(s_1, 0) = \int_0^\infty y_2(x + s_1, 0) dx; \\ y_{02}(0, s_2) = \int_0^\infty y_1(0, x + s_2) dx; \\ y_1(\tau_1, s_2) = \int_0^\infty g_1(x + \tau_1) \cdot f_2(x + s_2) \cdot (y_{01}(0, 0) + y_{21}(0, 0)) dx; \\ y_2(s_1, \tau_2) = \int_0^\infty f_1(x + s_1) \cdot g_2(x + \tau_2) \cdot (y_{02}(0, 0) + y_{12}(0, 0)) dx; \\ y_{12}(\tau_1, 0) = \int_0^\infty y_1(x + \tau_1, 0) dx; \\ y_{21}(0, \tau_2) = \int_0^\infty y_2(0, x + \tau_2) dx; \end{cases}$$

Надійність роботи мультиплексора SDH його повній комплектації (рис.1) визначається згідно:

$$P_{SDH}(t) = 1 - \left[1 - P_{\text{д.л.б.}}(t) \right] \prod_{k=1}^K \left[1 - P_{k, mp}^{(n/m)}(t) \right]$$

де $P_{\text{д.л.б.}}(t) = \left\{ 1 - \left[1 - P_{\kappa, \text{д.}}(t) \right] \prod_{j=1}^{K_{ET}} P_{OMC_j}(t) \right\} P_{YHK, mp}^{(n+m)}(t) \left[P_{БЛ, mp}^{(n+m)}(t) \right]^2 P_{м.з.д.}(t)$ - імовірність працездатності набору блоків, через які здійснюється доступ абонента до мережі SDH.

Результати розрахунків надійності роботи мультиплексора SDH в статичному та динамічному режимах згідно запропонованої моделі представлено на рис.2.

Для визначення адекватності запропонованої моделі було здійснено порівняння отриманих розрахункових результатів та статистичних даних роботи реальних мультиплексорів. Точність отриманих результатів $\approx 4\%$ при умові використання, як вхідних даних, тривалості напрацювання на відмову та часів відновлення взятих згідно технічних характеристик. На основі динамічної моделі та статистичних даних було розроблено імітаційну модель напрацювання на відмову мультиплексора, вікно

задання параметрів надійнісної роботи вузлів мультиплексора та типу резервування показано на (рис.3). В основу створеної імітаційної моделі, яка може бути використана для дослідження залежності якості надання послуг від структурної надійності елементів мережі покладено запропоновану динамічну модель.

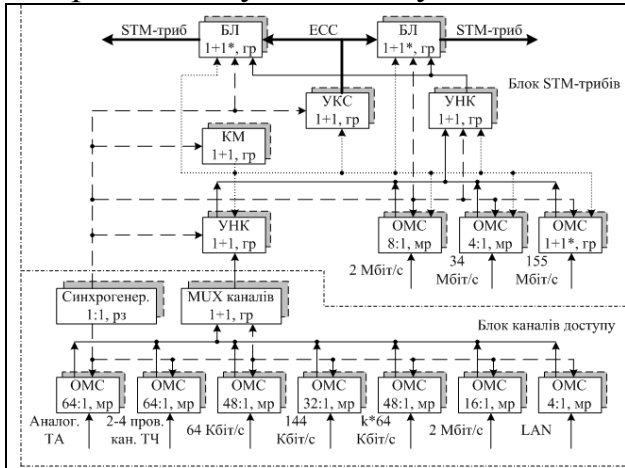


Рис.1. Топологічна структура мультиплексора: OMC – блок обробки мультиплексованих сигналів; УНК, УКС – блоки управління навантаженням крос-конектора та комутації службових сигналів відповідно; КМ – контролер мультиплексора; ECC – вбудований канал управління; БЛ – лінійний блок, * – для мультиплексорів потоків STM-16 і вище $m=2$.

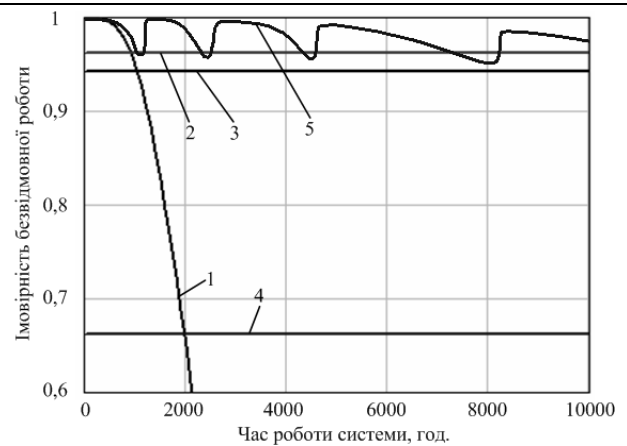


Рис.2. Імовірність працездатного стану мультиплексора SDH, де 1, 5 – працездатність мультиплексора без резервування та з резервуванням відповідно, 2 – імовірність виходу з ладу максимальної кількості резервних елементів, 3 – імовірність виходу з ладу двох елементів з будь-якого набору блоків – часткова непрацездатність, 4 – імовірність, нижче якої мультиплексор повністю несправний.

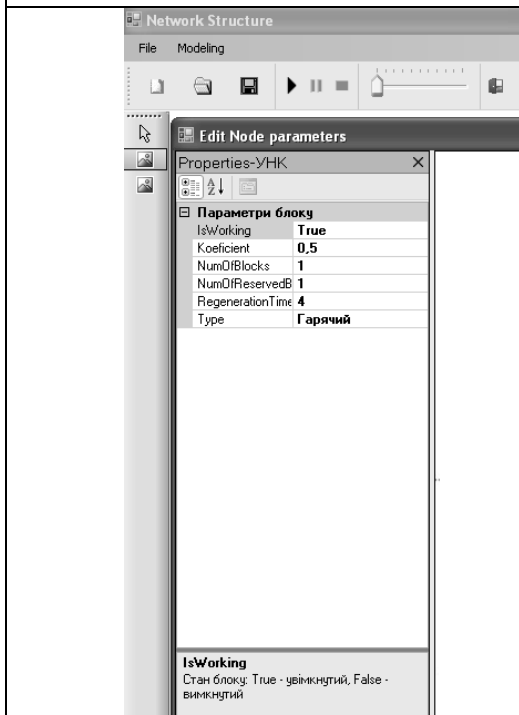


Рис.3. Вікно задання параметрів надійнісної роботи вузлів мультиплексора.

Література:

1. Слепов Н. Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи (ATM, PDH, SDH, SONET и WDM). – М.: Радио и связь, 2000. – 468 с.
2. Хмелёв К. Ф. Основы SDH. – К.: Політехніка, 2003. – 584 с.
3. Райншке К. Модели надежности и чувствительности систем: Пер. с нем. – М.: Мир, 1979. – 452 с.
4. Половко А. М., Гуров С. В. Основы теории надежности. – С.-Пб.: БХВ-Петербург, 2006. – 704 с.

Общие тенденции развития систем мобильной связи характеризуются термином «связь всегда и везде» (anytime, anywhere) [1]. Интеграция услуг, выдвигающих различные требования к параметрам сети, делает актуальной задачу эффективной маршрутизации трафика различных классов информационных потоков.

Под эффективностью в данном случае понимается обеспечение своевременной доставки информационных пакетов с минимальными системными затратами: потерей пакетов, задержкой передачи, соотношениями между различными классами информационных потоков и служебным трафиком.

Для всех классов информационных потоков потери в системе обусловлены несколькими факторами:

1) $P_{\text{пот.1}}$ – потери, вызванные возникновением отказов на отдельных направлениях передачи. Пусть маршрутизатор имеет N направлений, характеризующихся вероятностями отказа $P_{\text{отк.i}}$, которые определяются качеством линии связи, качеством элементной базы, статистической информацией об отказах в узлах и т.д. Для каждого из N направлений передачи H_i при выходе их из строя могут использоваться альтернативные направления R_j . Работу системы тогда можно охарактеризовать матрицей вероятностей потерь P_{ij} :

$$P = \begin{array}{c|ccc} & R_1 & \dots & R_N \\ \hline H_1 & P_{11} & \dots & P_{1N} \\ H_2 & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ H_N & P_{N1} & \dots & P_{NN} \end{array}$$

$P_{ij}=1$, если направление не доступно для передачи, $P_{ij}=P_j \in (0 \dots 1)$ – направление доступно для передачи.

Потери пакетов будут наблюдаться только в том случае, если выйдут из строя все доступные для передачи альтернативные направления. Тогда суммарная вероятность потерь будет определяться как:

$$P_{\text{ном}} = \frac{\sum_{i=1}^N \left(\prod_{j=1}^N P_{ij} \right)}{N} \quad (1)$$

2) $P_{\text{пот.2}}$ – потери, связанные с ограниченным быстродействием маршрутизатора и ограниченностью его буферной памяти.

Пусть маршрутизатор имеет емкость буфера S_{max} , пак. (при условии, что все пакеты имеют одинаковый объем); $V_{\text{вх.}}$ – интенсивность входного потока, пак./сек; $T_{\text{обсл.}}$ – время, затрачиваемое маршрутизатором на обработку одного пакета, сек., интенсивность обработки $V_{\text{обсл.}} = 1/T_{\text{обсл.}}$. Кроме того, для эффективной адаптации маршрутизатор должен периодически опрашивать соседей, после чего проводит

изменение и пересчет своей таблицы маршрутизации. На периодический опрос соседних маршрутизаторов затрачивается время σ , а в течении времени τ производится передача полезной информации. Из-за наличия периодических опросов соседей уменьшается интенсивность обслуживания одного пакета [2]:

$$V_{обсл} = \frac{1}{\left(1 + \frac{\sigma}{\tau}\right) T_{обсл}} \quad (2)$$

Из теории массового обслуживания известно, что для СМО с ограниченной длиной очереди вероятность отказа равна [3]:

$$P_{ном2} = \left(\frac{V_{вх}}{V_{обсл}}\right)^{C_{max}+1} \cdot \left(\frac{1 - \frac{V_{вх}}{V_{обсл}}}{1 - \left(\frac{V_{вх}}{V_{обсл}}\right)^{C_{max}+2}} \right) \quad (3)$$

С учетом (2) вероятность потерь, связанных с быстродействием маршрутизатора и ограниченностью его буферной памяти имеет вид:

$$P_{ном2} = \left(V_{вх} \cdot \left(1 + \frac{\sigma}{\tau}\right)\right)^{C_{max}+1} \cdot \left(\frac{1 - V_{вх} \cdot \left(1 + \frac{\sigma}{\tau}\right)}{1 - \left(V_{вх} \cdot \left(1 + \frac{\sigma}{\tau}\right)\right)^{C_{max}+2}} \right) \quad (4)$$

Суммарная вероятность потерь для адаптивного маршрутизатора:

$$\begin{aligned} P_{ном\Sigma} &= 1 - (1 - P_{ном1})(1 - P_{ном2}) = \\ &= 1 - \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^N \left(\prod_{j=1}^N P_{ij}\right)}{N}\right) \left(1 - \left(V_{вх} \cdot \left(1 + \frac{\sigma}{\tau}\right)\right)^{C_{max}+1} \cdot \left(\frac{1 - V_{вх} \cdot \left(1 + \frac{\sigma}{\tau}\right)}{1 - \left(V_{вх} \cdot \left(1 + \frac{\sigma}{\tau}\right)\right)^{C_{max}+2}} \right)\right) \end{aligned} \quad (5)$$

Таким образом, построенная математическая модель представляет собой зависимость вероятности потерь в маршрутизаторе от интенсивности входного потока и характеристик узла. В дальнейшем при исследовании вероятности потерь в допустимых пределах будут варьироваться такие параметры маршрутизатора, как емкость входного буфера C_{max} , время обслуживания $T_{обсл}$, количество альтернативных направлений, доступных для передачи, а также отношения σ/τ , которое позволило бы минимизировать эту вероятность в зависимости от входной нагрузки для различных классов информационных потоков.

Использованные источники

1. Попов В.И. Основы сотовой связи стандарта GSM. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 296 с.
2. Вінницький В.П. Термінальне устаткування телекомунікаційних систем. – Київ, 2005 р.
3. Фомин Г. Системы и модели массового обслуживания в коммерческой деятельности – М.: Финансы и статистика, 2005 г. – 245 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ В СЕТЯХ С ТЕХНОЛОГИЕЙ MPLS С УЧЕТОМ ЗАДЕРЖКИ В МАРШРУТИЗАТОРАХ

Зайченко Ю.П., Ахмед А.М Шарадка. *E-mail: zaych@i.com.ua*

Одной из наиболее перспективных технологий в настоящее время является технология MPLS, которая предоставляет единый транспортный механизм для различных классов сетевых технологий (IP, Ethernet, Token Ring, X.25 и др.) и обеспечивает интегрированную передачу аудио-информации, видео-информации и данных [1].

Важной задачей, которую приходится решать в сетях MPLS, является задача оптимального распределения потоков в сети при ограничениях на показатели качества (QoS), целью которой является оптимизировать использование коммуникационных ресурсов сетей. Постановка этой задачи и метод ее решения были рассмотрены в работе [2]. При этом в рассмотренной модели расчета задержки учитывались задержки в каналах связи для различных классов потоков и не учитывались задержки в маршрутизаторах LSR (Label Switching Routers) связанные с коммутацией входящих потоков на выходные буфера.

Целью настоящего доклада является развитие результатов, полученных в [2] на случай решения задачи оптимального распределения потоков с учетом задержки в маршрутизаторах связанных с коммутацией в LSR.

Рассмотрим постановку задачи распределения потоков различных классов с учетом задержек в маршрутизаторах.

Задана сеть в виде графа $G(X, E)$, $X = \{x_j\}$ – множество узлов связи, $E = \{(r, s)\}$ – множество каналов связи, заданы пропускные способности каналов связи $\{\mu_{rs}\}$, известны места размещения маршрутизаторов LSR и их производительности (μ_r) . Пусть также введены классы обслуживания (CoS), задана матрица требований для k -го класса потока $H(k) = \|h_{ij}(k)\|$, $i, j = \overline{1, n}$, где $h_{ij}(k)$ – интенсивность потока k -го класса, который необходимо передавать из узла i в узел j (Кбит/с). Кроме того, введены показатели качества (QoS) для каждого класса потока в виде ограничения на среднюю задержку $T_{\text{зад}}(k)$.

Необходимо выбрать маршруты передачи и найти такое распределение потоков всех классов $F(k) = [f_{rs}(k)]$, при которых обеспечивается передача

заданных величин потоков со средней задержкой, которая не превышает заданную – $T_{зад(k)}$.

Таким образом, необходимо найти распределения потоков $F(1), F(2), \dots, F(k)$ всех классов, при которых бы выполнялись следующие ограничения:

$$T_{cp}^{(k)} \leq T_{зад,k}.$$

В работе получено следующее выражение для средней задержки в сети MPLS для потоков k -го класса приоритета с учетом задержки во всех маршрутизаторах на коммутацию:

$$T_{cp}^{(k)} = \frac{1}{H_{\Sigma}^{(k)}} \sum_{(r,s) \in E} \frac{f_{rs}^{(k)} \sum_{i=1}^K f_{rs}^{(i)}}{\left(\mu_{rs} \sum_{i=1}^K f_{rs}^{(i)} \right) \left(\mu_{rs} \sum_{i=1}^K f_{rs}^{(i)} \right)} + \sum_{i=1}^n \frac{\Lambda_i^{(k)}}{\mu_i - \Lambda_i^{(kk)}}.$$

В работе разработан модифицированный метод распределения потоков различных классов с учетом задержек в маршрутизаторах, позволяющий найти оптимальное распределение потоков всех классов при ограничениях.

В докладе приводится описание предложенного алгоритма и результаты его экспериментальных исследований.

Литература

1. Гольдштейн А. Б., Гольдштейн Б. С. Технология и протоколы MPLS // СПб.: БХВ. – Санкт-Петербург, 2005. – 304 С.

2. Зайченко Ю.П., Ахмед А.М. Шарадка. Задача распределения потоков различных классов в сети с технологией MPLS // Вісник національного технічного університету України „КПІ”, сер. Інформатика управління та обчислювальна техніка. Вип. 43.-2005.-с.113-123

УДК 681.513

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ СЕТИ С ТЕХНОЛОГИЕЙ
MPLS С РАЗМЕЩЕНИЕМ МАРШРУТИЗАТОРОВ LRS
И ЗАДАННОЙ СТРУКТУРЕ ОПОРНОЙ СЕТИ

Зайченко Ю.П., Ашраф Абдель -Карим Хилал Абу-Аин

E-mail: zaych@i.com.ua

Одной из важных задач, возникающих при проектировании сетей с технологией MPLS, является задача структурного синтеза сетей при ограничениях на заданные значения показателей качества (QoS) [1]. Традиционная постановка задачи структурного синтеза предполагает создание сети с «нуля», когда в качестве исходных данных задавались размещение узлов – коммутаторов LSR и матрицы требований входящих потоков $H(k)$ [1].

В более общем случае, размещение маршрутизаторов не задано, а известно лишь размещение абонентов сети – источников и потребителей информации, и требуется одновременно найти размещение LSR, выбрать их типы, а также синтезировать магистральную сеть между ними наилучшим образом. Рассмотрим её постановку и метод решения.

Постановка задачи

Заданы размещения всех объектов сети – источников и потребителей информации $X = \{x_j\} \quad j = \overline{1, n}$, их географические координаты $\{v_j, w_j\}$ и информационные потребности $h_{ij}(k), i \neq j, i, j = \overline{1, n}$.

Заданы потенциальные размещения места маршрутизаторов LSR $Z = \{z_r\} \subset X$, набор типов LSR, $r = \overline{1, R}$, максимальная производительность Π_r , стоимость $C(\Pi_r)$, число портов n_r . Задан также набор ПС каналов связи (КС) $D = \{d_1, d_2, \dots, d_m\}$ и их удельных стоимостей $C = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}$, а также ограничения на QoS – среднюю задержку в доставке информации для k -го класса $T_{cp,k}$.

Требуется найти действительные места размещения всех LSR $Z^* = \{z_r^*\}$, их производительность, список абонентов, которые подключены к каждому из них и синтезировать структуру абонентской сети, а также

магистральной сети между всеми LSR и выбрать пропускные способности всех КС так, чтобы обеспечить передачу информации между всеми пользователями сети с заданным качеством ($T_{cp,k} \leq T_{зад}$) в полном объеме, а стоимость сети при этом бы была минимальной.

Данная задача относится к классу нелинейных задач дискретного программирования и является, как и ранее, сформулированная задача, NP-полной задачей дискретного программирования. Для её решения предлагается генетический метод, состоящий из следующих этапов.

1Этап. Размещения LSR и синтез абонентской сети.

1. Нахождение привязок всех абонентов к соответствующим LSR в п. Z и оценка ПС абонентских каналов μ_{iz} .

2. Оценка экономической целесообразности установки LSR в п. Z и перевод неэкономичных LSR в разряд АП.

3. Перепривязка незадействованных свободных АП к соседним ближайшим LSR и оценка эффекта от их подключения.

4. Оценка интенсивностей входящих потоков в каждом установленном LSR и определение матриц требований $H_i(k)$ для каждого Z_i .

2Этап. Синтез начальной магистральной сети и оценка её характеристик

3Этап. Оптимизация структуры магистральной сети при ограничениях на установленные значения QoS.

В работе приводятся детальное описание алгоритма синтеза сети MPLS и результаты экспериментальных исследований.

Литература

1. Зайченко Е.Ю., Зайченко Ю.П., Ашраф Абдель-Карим Хилал Абу-Аин. Структурный синтез компьютерных сетей с технологией MPLS // Системні дослідження та інформаційні технології. - №4.–2006.–С.65-70.

АНАЛИЗ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖИВУЧЕСТИ СЕТЕЙ С ТЕХНОЛОГИЕЙ MPLS

Зайченко Ю.П., Мохаммадреза Моссавари

E-mail: zaych@i.com.ua

Одной из перспективных телекоммуникационных технологий является технология многопротокольной коммутации меток MPLS (Multiprotocol Label Switching). Эта технология предоставляет возможность обеспечения заданного качества обслуживания различным категориям пользователей. Технология MPLS дает единый транспортный механизм для различных сетевых технологий и протоколов 2 и 3 уровней: Ethernet, Token Ring, Frame Relay, ATM, X.25 и IP.

Важной задачей, возникающей при анализе и оптимизации сетей, является задача оценки и анализа показателей живучести сетей MPLS. В работе [1] были введены показатели живучести (ПЖ) сетей MPLS и предложен метод их оценки и анализа. В работе [2] была сформулирована и исследована задача оптимизации структуры сети MPLS по заданным значениям ПЖ.

Цель настоящего доклада экспериментальные исследования алгоритмов анализа и оптимизации сетей по показателям живучести.

Рассматривается сеть заданной структуры состоящая из узлов – маршрутизаторов MPLS и каналов связи (КС) магистральной сети. Определены матрицы потоков входных требований различных классов $H(k) = \|h_{ij}(k)\|$ $i, j = \overline{1, n}$, $k = \overline{1, K}$, где $h_{ij}(k)$ - интенсивность потока требований k -го класса, передаваемого из узла i в j . Пусть КС и УС – ненадежны и определены их коэффициенты готовности - $K_{Гrs}$ и $K_{Гi}$.

Тогда ПЖ для данной сети рассматриваются как комплексный показатель вида:

$$P\{H_{\Sigma}^{\Phi}(k) \geq a_r H_{\Sigma}^0(k)\}, \quad a_r \in [0,5 \div 1]. \quad (1)$$

где $H_{\Sigma}^0(k)$ - величина потока k -го класса в сети в безотказовом состоянии,

$H_{\Sigma}^{\Phi}(k)$ - фактическая величина максимального потока k -го класса при отказах.

В работе проведены экспериментальные исследования и выполнен анализ чувствительности найденных ПЖ сети MPLS в зависимости от:

а) вариации ограничений на заданную задержку $T_{зад,k}$ в доставке пакетов k -го класса $T_{cp}^{(k)} \leq T_{зад,k}$;

б) вариации надежностных показателей элементов сети $\{K_{Гrs}\}$ и $\{K_{Гi}\}$.

В докладе приводятся результаты экспериментов и анализируются найденные ПЖ для конкретного проекта сети MPLS в зависимости от указанных параметров.

Литература

1. Зайченко Ю.П., Мохаммадреза Моссавари. Анализ показателей живучести компьютерной сети с технологией MPLS. // Вісник національного технічного університету "КПІ". Інформатика, управління та обчислювальна техніка. 43, 2005.-с.73-80.
2. Зайченко Ю.П., Мохаммадреза Моссавари. Оптимизация компьютерных сетей с технологией MPLS по показателям живучести в случае активной внешней среды // Вісник національного технічного університету "КПІ". Інформатика, управління та обчислювальна техніка. 45, 2006.-с.163-172.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ПОЛЯ ГИБРИДНО-ЗЕРКАЛЬНЫХ АНТЕНН

Лобкова Л.М., Головин В.В., Тыщук Ю.Н.

E-mail: v_golovin@mail.ru; «prof, Lobkova» rt.sevgtu@stel.sebastopol.ua

Инженерное развитие современных наземных и космических систем радиосвязи привело к необходимости пересмотра критерия оптимального выбора параметров антенн, обращая внимание не только на коэффициент усиления, уровень бокового излучения, коэффициент использования апертуры, но и на поляризационную структуру поля и на частотные характеристики входного сопротивления.

Таким образом, необходимо рассматривать новое направление в построении зеркальных антенн, позволяющее разработать антенну с круговой поляризацией поля излучения и заданными частотными свойствами. Одним из вариантов построения такой антенны является гибридно-зеркальная антенна (ГЗА), состоящая из параболического зеркала и облучателя в виде цилиндрической спирали, представленная на рисунке 1.

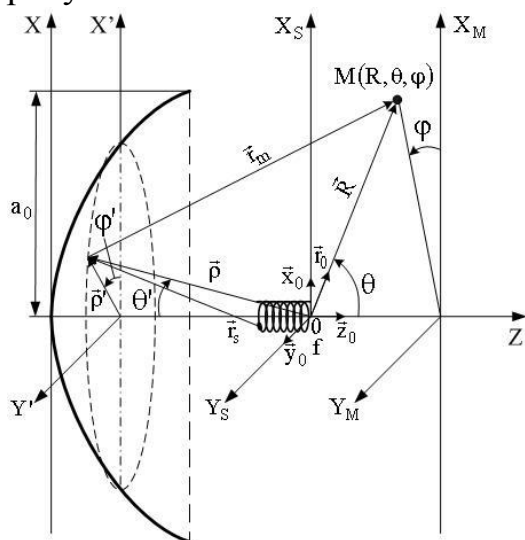


Рисунок 1 –Геометрия зеркальной антенны.

ГЗА рассматривается с учетом расположения облучателя во Френелевской зоне параболического зеркала, что позволит разработать математическую модель ГЗА как для предельных зеркал, так и глубоких, когда фокусное расстояние зеркала f меньше радиуса апертуры a_0 .

На основании токового метода получены выражения для, позволяющие найти составляющие

поля $\vec{E}(x, y, z)$ в декартовой системе координат [1]:

$$E_X = A_0 \int_0^{2\pi} \int_0^{a_0} \left\{ J_{X'} (1 - \sin^2 \theta \cos^2 \varphi) - \frac{1}{2} J_{Y'} \sin^2 \theta \sin 2\varphi - \right. \\ \left. - \frac{1}{2} J_{Z'} \sin 2\theta \cos \varphi \right\} \exp(-jkq(\rho', \varphi', \theta, \varphi)) \sqrt{P^2 - \rho'^2} \rho' d\rho' d\varphi'; \quad (1)$$

$$E_Y = A_0 \int_0^{2\pi} \int_0^{a_0} \left\{ J_{Y'} (1 - \sin^2 \theta \sin^2 \varphi) - \frac{1}{2} J_{X'} \sin^2 \theta \sin 2\varphi - \right. \\ \left. - \frac{1}{2} J_{Z'} \sin 2\theta \sin \varphi \right\} \exp(-jkq(\rho', \varphi', \theta, \varphi)) \sqrt{P^2 - \rho'^2} \rho' d\rho' d\varphi'; \quad (2)$$

$$E_Z = A_0 \int_0^{2\pi} \int_0^{a_0} \left\{ J_{Z'} \sin^2 \theta - \frac{1}{2} J_{X'} \sin 2\theta \cos \varphi - \right. \\ \left. - \frac{1}{2} J_{Y'} \sin 2\theta \sin \varphi \right\} \exp(-jkq(\rho', \varphi', \theta, \varphi)) \sqrt{P^2 - \rho'^2} \rho' d\rho' d\varphi'. \quad (3)$$

Далее, переходя к сферической системе координат, можем записать соотношения для E_θ и E_φ составляющих поля в виде

$$\left. \begin{aligned} E_\theta &= E_X \cos \theta \cos \varphi + E_Y \cos \theta \sin \varphi - E_Z \sin \theta; \\ E_\varphi &= E_Y \cos \varphi - E_X \sin \varphi. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Полученные формулы (1)–(4) позволяют исследовать поляризационную структуру поля излучения параболической антенны, как с облучателем, создающим первичное поле круговой поляризации, так и с облучателем, первичное поле которого представляет линейно-поляризованную волну.

Таким образом, предложена математическая модель гибридно-зеркальной антенны с основным зеркалом в виде параболоида вращения и облучающей системой, создающей поляризацию поля излучения от круговой до линейной.

На основании разработанной модели ГЗА удастся рассчитать эффекты появления кросс поляризации и определить степень ее зависимости от геометрических параметров антенны, в первую очередь от отношения диаметра апертуры $2a_0$ к ее фокусному расстоянию f .

Библиографический список

1. Лобкова Л.М. Поляризационная структура поля сферической антенны с осесимметричным расположением облучателя/ Л.М.Лобкова, В.В.Головин, Ю.Н.Тыщук// Вестник СевГТУ. – Севастополь, 2005. – Вып.. 68. – С. 115-121.

КОМПАКТНЫЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АНТЕННЫ ДЛЯ
БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА

Трубин А.А. E-mail: trubin@i.com.ua

Приведены результаты электродинамического моделирования пяти-элементных линейных антенных решеток типа Уда - Яги, выполненных с применением диэлектрических резонаторов (ДР). Антенна первого типа имеет два лепестка диаграммы направленности в горизонтальной плоскости; антенна второго типа обладает все направленной характеристикой излучения, сжатой в вертикальной плоскости.

Конструкции пяти элементных антенных решеток, выполненных на основе цилиндрических ДР с магнитными азимутально-однородными колебаниями H_{101} , приведены на рис.1.

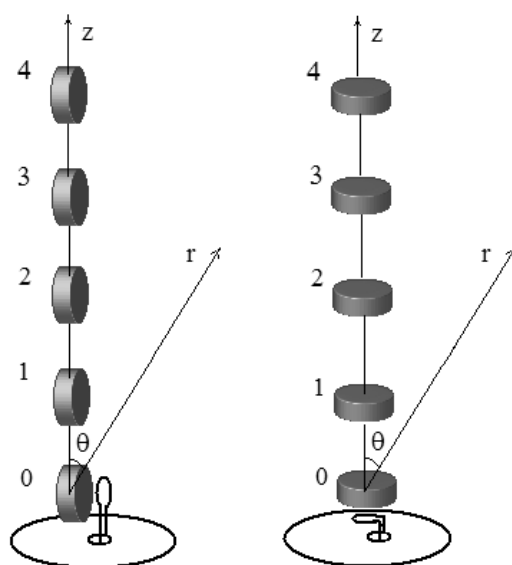


Рис.1 (а – направленная,
б - все направленная антенна на системе ДР)

ДР – 0 запитывается от кольцевого источника тока. Резонаторы 0 – 5, имеющие одинаковую частоту основного магнитного типа колебаний H_{101} , антенны (рис.1,а). Распределение модулей амплитуд вынужденных колебаний ДР направленной антенны (рис.1,б), образуют связанную систему [1]. Ширина полосы пропускания обеих антенн составляет, приблизительно, 3% по уровню - 4.3 дБ.

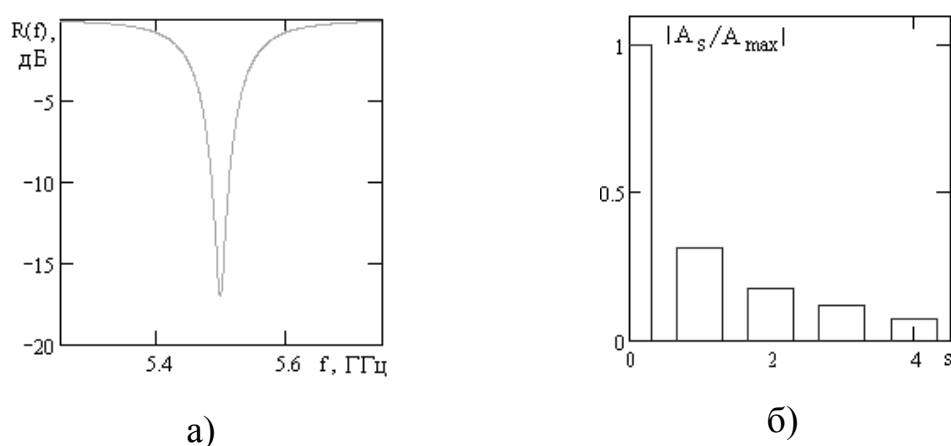


Рис. 2 Коэффициент отражения со стороны входной линии передачи

Расстояние между резонаторами подбиралось таким образом, чтобы обеспечить максимум излучения в направлении, ортогональном оси антенны (рис. 3) с минимальной шириной диаграммы направленности. Ширина ДН направленной антенны в горизонтальной плоскости $\delta\phi=93^\circ$, а в вертикальной плоскости $\delta\theta=22^\circ$. Ширина ДН ненаправленной антенны в вертикальной плоскости $\delta\theta=90^\circ$.

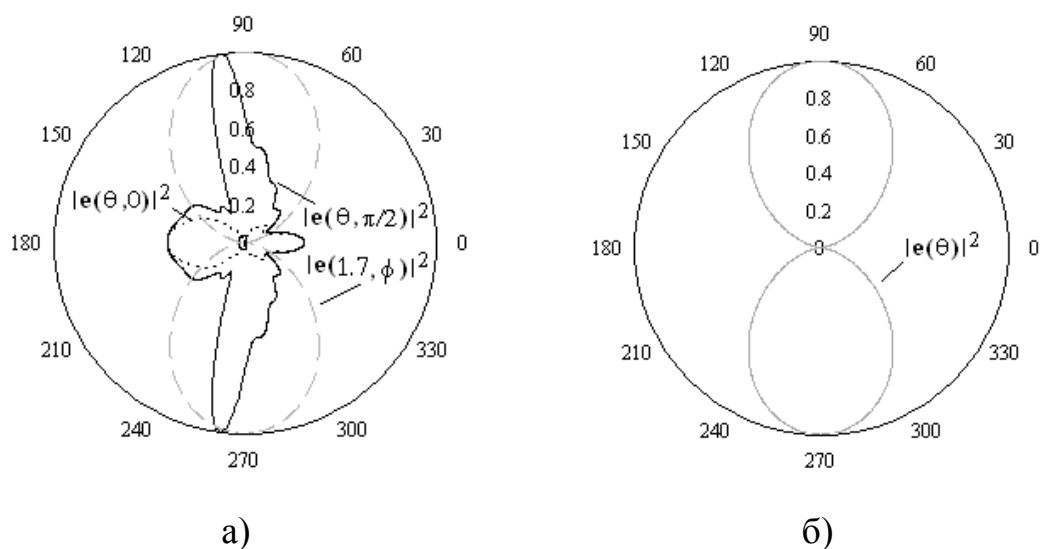


Рис. 3 Диаграмма излучения антенны – а (б),
изображенной на рис. 1,а(б).

Размеры в диапазоне 5.5 ГГц составляют 30x180 мм для направленной антенны (рис. 1,а) и 30x120 мм для все направленной антенны (рис. 1,б). Коэффициент усиления направленной антенны составляет приблизительно 12 дБ. При этом, частотно селективные свойства антенн обеспечивают дополнительное подавление помех.

Рассмотренные антенны, выполненные с применением диэлектрических резонаторов, обладают небольшими размерами, приемлемыми электрическими параметрами, просты в изготовлении и могут использоваться для построения беспроводных сетей Wi-Fi.

Литература:

1. Трубин А.А. Резонансные диэлектрические антенны // 14-я Межд. Крымская конференция “СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии”. Севастополь. 2004, с. 366-367.

ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОЗАХИЩЕНОСТІ СУПУТНИКОВИХ
РЕТРАНСЛЯТОРІВ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ
ВІДМІННОСТЕЙ В СФЕРИЧНОСТІ ФРОНТУ
ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ХВИЛІ СИГНАЛУ ТА ЗАВАДИ

Дубик В.С., Якорнов Е.А. *E-mail: Dubik_V@mail.ru*

В наш час актуальними є проблеми електромагнітної сумісності супутникових систем зв'язку а також підвищення завадозахищеності ретрансляторів космічних апаратів. Ці проблеми можна вирішити різними способами, але більшість з них потребує значного збільшення кількості, маси та розмірів апаратури. Але навіть при значному ускладненні конструкції ретранслятора якість прийнятого сигналу значно погіршується в разі рівності азимуту та кута місця джерела корисного сигналу та завади. В даному випадку ефективним способом дискримінації завади без значного ускладнення апаратури є метод що базується на використанні відмінностей в сферичності фронту ЕМХ джерела завади та корисного сигналу.

Для вирішення задачі дискримінації завади по сферичності фронту ЕМХ розглянемо лінійну еквідістантну антенну решітку (АР), що складається з трьох ідентичних антенних елементів, розташованих на відстані d один від одного. Така конструкція є найпростішою антенною системою, що може враховувати сферичність фронту. Джерело завад і сигналу розташовані на нормалі до АР, це виключає можливість дискримінації завади по напрямку приходу хвилі (рис. 1). Оскільки джерело сигналу розташоване на поверхні Землі на відстані декількох тисяч кілометрів, то фронт ЕМХ сигналу можна вважати плоским.

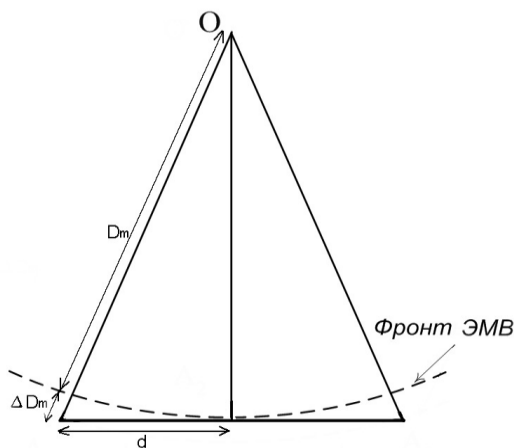


Рис.1.

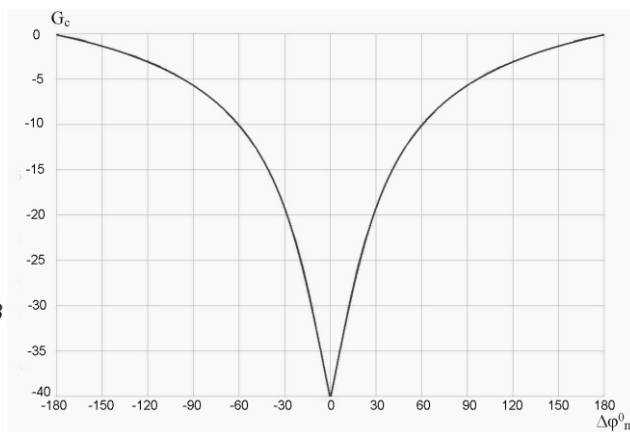


Рис.2.

Як видно з рис. 1 величина різниці ходу ЕМХ (а відповідно і зсув фаз) залежать від відстані між антенними елементами d і відстані до джерела завад D_m . В [1] викладений аналіз АР та приведені основні співвідношення для даної системи:

$$\Delta\varphi_m = 2\pi \frac{\Delta D_m}{\lambda}, \quad (1)$$

$$\text{де } \Delta D_m = \sqrt{D_m^2 + d^2} - D_m,$$

Варіанти конструктивного виконання та настройки системи можуть бути різноманітні, але в загальному вигляді зменшення рівня сигналу (при умові максимального зниження рівня завади) буде залежати від зсуву фаз завади в крайньому і центральному АЕ (рис.2).

В даній доповіді показана ефективність методу дискримінації завади на основі відмінностей в сферичності фронту ЕМХ сигналу і завади. Ця система доволі проста в конструктивному виконанні і може ефективно використовуватись на бортових супутникових ретрансляторах з антенними решітками.

Список літератури

[1] Никитченко В.В., Гладких С.Н., Вихлянец П.С. Анализ возможности дискриминации источников радиоизлучения по кривизне фронта волны. Известия ВУЗов – Радиоэлектроника, 1988 г. №7.

УДК 621.372

РЕАЛИЗАЦИЯ МИКРОВОЛНОВЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ЦИФРОВЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Ильченко М.Е., Карнаух В.Я., Пинчук Л.С.

E-mail: itm@its.ntu-kpi.kiev.ua

Аннотация – Предлагаются решения реализации характеристик фильтров для цифровых телекоммуникационных систем, позволяющие получить характеристики фильтров с требованиями, которые предъявляются к ним новыми микроволновыми цифровыми телекоммуникационными системами.

Актуальность предложенной работы определяется необходимостью усовершенствования методов расчета и проектирования микроволновых избирательных устройств с целью получения «не типовых» характеристик, которые обусловлены необходимостью оптимальной фильтрации спектра передаваемого цифрового сигнала, используемого, например, в городских (зональных) беспроводных сетях связи.

При реализации характеристик микроволновых фильтров для цифровых телекоммуникационных систем использовались требования стандарта IEEE 802.16-2004 (стандарт для широкополосных систем доступа типа WiMAX).

Используя стандарт IEEE 802.16-2004, а также накопленный практический опыт и особенности первого этапа развития сетей WiMAX, были определены следующие основные избирательные характеристики фильтров:

- а) относительная полоса пропускания $\approx 0,35\%$ в диапазоне рабочих частот: 7,9...8,4 ГГц;
- б) в) потери в полосе пропускания ≤ 2 дБ;
- в) затухание сигнала при относительной расстройке 0,525% от центральной частоты ≥ 50 дБ;

г) частотная характеристика передачи фильтра в полосе пропускания должна соответствовать выражению корня квадратного из приподнятого косинуса.

д) неравномерность группового времени задержки в полосе пропускания ≤ 2 нс.

Анализ показывает, что фильтры, выполненные на диэлектрических резонаторах, имеют преимущества по сравнению с фильтрами других конструкций из-за их малых потерь и узкой полосы, обусловленной высокой добротностью резонаторов. Основные этапы расчета фильтров:

- предварительное определение количества резонаторов фильтра,
- расчет коэффициентов связи между резонаторами и линией передачи,
- расчет обобщенных коэффициентов связи и анализ их соответствия требованиям к функции передачи фильтра,
- окончательный расчет группового времени задержки и частотных характеристик.

Проведенные расчеты реализации фильтров для цифровых телекоммуникационных систем показывают, что такие фильтры реализуются на грани технических возможностей. Это обусловлено малым значением относительных полос пропускания фильтра, значительной крутизной скатов передаточной характеристики в переходной области. Практическая и более эффективная реализация возможна при применении двухмодовых резонаторов и резонаторов со сложным спектром собственных колебаний.

Литература:

1. М.Е. Ильченко. Характеристики твердотельных многорезонаторных полосовых фильтров. – Электроника СВЧ. Вып. 4. 1984.
2. Д.Л. Матей, Л. Янг, Е.М.Т. Джонс. Фильтры СВЧ, согласующие цепи и цепи связи. – М., Связь. 1971.

МЕТОД КОНФІГУРУВАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ПІДСИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНИМИ ТРАНСПОРТНИМИ МЕРЕЖАМИ

Климаш М.М., Демидов І.В. *E-mail: mklimash@polynet.lviv.ua*

Створення розподілених підсистем керування значно підвищує надійність та живучість транспортних мережевих систем.

Розглянемо інформаційну мережу в якості об'єкту керування згідно підходу системної декомпозиції, що описується в [1]. Достатньо очевидно, що реалізація будь-якої системи починається не в повному об'ємі її підсистем, а з деякого вибраного їх кількісно-якісного складу. Основним критерієм такого вибору цілком природно є бажання забезпечити *максимальне* інформаційне забезпечення підсистем внутрішніми інформаційними зв'язками при максимальній можливій *мінімізації* їх зв'язків із зовнішнім світом.

Практичне рішення такої задачі досить складне і, в загальному випадку, можливо тільки повним перебором. У ряді випадків, використовуючи ті або інші особливості системи, цей перебір можна скоротити.

Метод отримання *поля топології графу* [2] дає можливість, за умови спеціального порядку нумерації вузлів, наочно виділити групи-підмережі з цих вузлів – вони будуть відділені специфічними переходами елементів *поля топології графу (ПТГ)*, які *доволі різко змінюватимуть свої значення на границях з периферійними зв'язками*.

Такі переходи чітко проявляються, коли мережа є сильно розподілена у просторі з конденсованими угрупованнями вузлів (чи наборами функціональних підсистем у випадку нерозподіленої системи). Таким чином отримуємо відображення мережі у вигляді редукованої моделі вищого порядку, яка має матрицю суміжності значно менших розмірів, сформовану визначеними вузлами, що інтегрують у себе відповідну групу.

Вимоги до нумерації включають в себе те, що різниця між номерами сусідніх вузлів має бути мінімально можливою з урахуванням їх просторового розташування. Інакше сформовані за ПТГ переходи не

дадуть можливості адекватно та наочно виділити групи і отримати редуковану модель. Такий порядок нумерації може бути досягнутий, зокрема, нумерацією за зростанням номерів вузлів справа наліво та зверху вниз.

Враховуючи вищенаведені міркування можна запропонувати наступне:

вважати, що маємо дворівневу структуру. Нижній рівень розділимо на області, за бар'єрними перехідними зв'язками, а верхній буде глобалізувати мережу управління та маршрутизації (МУМ) – інтегрувати нижні рівні у єдину мережу.

Таким чином, кожна підмережа-сегмент МУМ повинна мати свій виділений вузол (ВВ) для внутрішнього контролю, а ВВ у свою чергу формуватимуть МУМ на глобальному рівні.

Можна бачити, що за властивостями ці два шари-рівні є неоднаковими, тому для оптимізації вищого шару найбільш придатним є алгоритм, який вважає активними вузлами ВВ усієї структури, а для оптимізації нижнього шару найкраще підходить алгоритм, який працює всередині кожної з утворених підмереж.

Отже, запропоновано метод декомпозиції мережі управління на підсистеми за властивостями топології, що дає можливість максимізувати обмін інформацією всередині підсистем та мінімізувати зовнішній обмін чи забезпечити на відповідних необхідних зовнішніх (мета-зв'язках) пріоритетність та якість сервісу з виділеними центральними підсистемами керування. При застосуванні описаного підходу з'являється можливість оптимізувати управління інформаційною мережевою системою з врахуванням топологічних властивостей, концепцій потокової оптимізації та системної декомпозиції.

Література: 1. Костогрызov А.И. Математические модели процессов функционирования информационных систем (часть 1) // <http://www.compulog.ru/mac/compulog/1999/01/a4.html>

2. Климаш М.М., Демидов І.В. Матричний метод оптимізації топологій мережевих структур // Комп'ютерні технології друкарства: Збірник наукових праць.—Львів: Українська Академія Друкарства, №16, 2006, с. 131-140.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ
СОВМЕСТИМОСТИ В ТРАНКИНГОВЫХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ

Коляденко Ю.Ю., Гаркуша С.В. E-mail: s.garkusha83@mail.ru

Постепенно возрастающая нагрузка радиочастотных диапазонов, высокие требования к качеству предоставляемых услуг приводят к дефициту частотного ресурса. На ряду с этими проблемами существует также серьезная особенность украинского рынка по обеспечению эффективного частотного планирования для внедрения транкинговых систем связи.

Задача обеспечения надежной связи с использованием пространственного ресурса может быть решена с помощью пространственно-временной обработки, когда для связи с тем или иным абонентом выделяется лишь часть пространственного спектра. Для этого применяют многолучевую антенну (МЛА), у которой отдельные лучи, по запросу, направляются на абонентскую станцию, после окончания сеанса связи этот луч убирается. Реализация такой процедуры носит название пространственно-временного доступа (ПВД) и осуществляется адаптивными методами управления МЛА.

В системах использующих ПВД связь может быть организована в три этапа.

1-й этап. Организация заявки на связь с абонентской станцией

В процессе поиска сигнала вызова, заявку на связь ретранслятор принимает по широкому лучу. Обеспечение высокой надежности приема сигнала вызова достигается за счет использования широкополосного помехоустойчивого сигнала.

Также необходимо указать, что указанного эффекта можно добиться в случае использования широкополосного сканирования не только в частотно-временной, но и пространственной областях.

2-ой этап. Алгоритм определения направления прихода сигнала

Процедура состоит из трех основных рекурсивных составляющих:

- 1) выделение пространственного окна;
- 2) подавление сигналов, приходящих со всех не выделенных направлений;
- 3) рекурсивное определение отметки соответствия амплитуды и пространственной фазы в выделенном окне.

3-ий этап. Алгоритм формирования диаграммообразующей матрицы (оценка вектора весовых коэффициентов)

В качестве алгоритмов формирования пучка узких лучей могут быть использованы программные методы и алгоритмы адаптивных антенных решеток, синтезированные для нестационарной сигнально-помеховой обстановки (СПО).

При нестационарной СПО происходят пространственно-временные изменения параметров сигнала и помехи. Эти изменения могут происходить из-за влияний среды распространения радиоволн, перемещения приемника или передатчика помехи и других причин. Для такой СПО уравнение состояния вектора весовых коэффициентов (ВВК) для m -го абонента будет иметь общий вид:

$$\vec{W}_m(k+1) = F(k)\vec{W}_m(k) + G(k)\vec{u}(k),$$

где $F(k)$ и $G(k)$ являются соответственно: матрицами состояния и интенсивностей изменений параметров сигналов и помех;

f_{ij} - элементы $i, j = \dim \vec{W}_m(k)$, являются величинами, обратными коэффициентам взаимной корреляции между i и j компонентами;

$\vec{u}(t)$ - порождающий белый гауссов шум.

Важным достоинством пространственно-временного доступа является то, что для его внедрения не потребуются модернизации абонентских станций, а базовые – дооборудуются лишь кольцевой адаптивной антенной решеткой с диаграммо-образующей схемой.

СИНТЕЗАТОР ЧАСТОТ НА ОСНОВЕ ГЕНЕРАТОРА
УПРАВЛЯЕМОГО НАПРЯЖЕНИЕМ С НИЗКИМ УРОВНЕМ
ШУМОВ ВЫХОДНОГО СИГНАЛА

Кременецкая Я.А., Манько А.А., Чайка В.Е.

E-mail: kremen@a.ua

Для современных радиолокационных систем требуется улучшение таких параметров как дальность обнаружения и помехозащищенность, что в свою очередь требует создание задающих генераторов с низким уровнем частотно-модулированных шумов и быстрым дискретным переключением частоты. Наиболее таким требованиям удовлетворяют системы, применяющие сетку высокочастотных опорных частот, которые используются для синхронизации генератора, управляемого напряжением (ГУН), например, генератора Ганна с варакторной перестройкой частоты. При этом выбор определенного значения частоты достигается за счет подачи на управляющий вход ГУН определенных дискретных значений напряжения, каждое из которых перестраивает частоту выходного сигнала ГУН в окрестность соответствующей опорной частоты(полосу захвата).

Для устранения шумов умножения частоты кварцевого генератора в работе предложено следующее устройство (см.рис.). В этом случае коэффициент ухудшения шума n -го колебания по отношению к опорному $K_{\text{ш}} = 10 \lg(1 + (n/100)^2)$ [1]. При $n = N/2$ и $N = 64-100$, где N - число частот опорной сетки, для крайних частот опорной сетки шумы на 0,4-1,0 дБ хуже, чем для центральной частоты f_0 .

Таким образом, шумы синтезатора практически определяются характеристиками опорного генератора. Стабильность частоты определяется также стабильностью частоты опорного генератора.

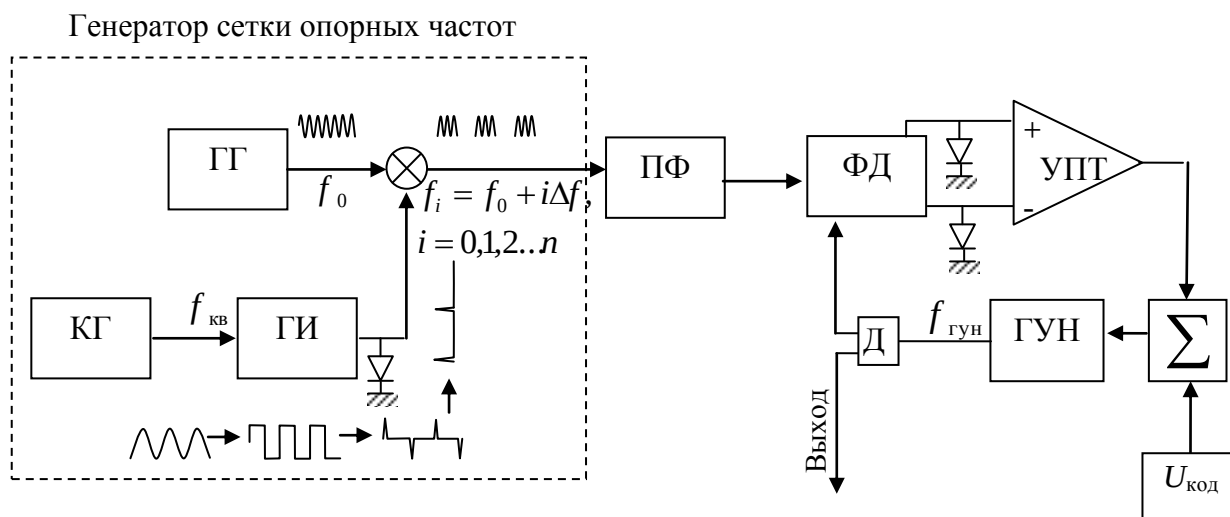


Рис. Схема устройства генератора-синтезатора сетки частот:

ГГ- генератор Ганна, КГ- кварцевый генератор, $\otimes$ - смеситель, ГИ – генератор импульсов(усиление, ограничение и дифференцирование сигнала), ПФ – полосовой фильтр, ГУН - генератор управляемый напряжением, ФД - фазовый детектор, УПТ – усилитель постоянного тока, Σ - сумматор, f_0 - частота опорных сигналов генератора Ганна ($f_0 \approx 10$ ГГц), $f_{кв}$ - выходной сигнал кварцевого генератора ($f_{кв} \approx 10$ МГц), $f_{гун}$ - частота ГУН (широкополосного перестраиваемого генератора), Д- делитель сигнала, $U_{код}$ – источник кодирующего напряжения.

Генератор Ганна опорной частоты должен иметь катодный контакт соответствующий оптимальной работе на заданной частоте, а ГУН должен иметь омический контакт для перестройки в широкой полосе частот [2]. Подобные схемы могут найти широкое применение в приемопередающих устройствах РЛС. Рабочий диапазон таких синтезаторов ограничивается полосой ФД и диапазоном перестройки ГУН, что требует разработки широкополосных ФД и ГУН.

1. Корнилов С.А., Савшинский В.А., Уман С.Д. Шумы клитронных генераторов малой мощности//М.:Сов.радио. -1972. -198 с.
2. Кременецкая Я.А., Чайка В.Е., Чайка Г.Е. Расчет импедансных характеристик диодов Ганна и лавинно-пролетных диодов//Зв'язок. 2006. №4 . С.58-61.

ГЕНЕРАЦИЯ КОЛЕБАНИЙ В ДИАПАЗОНЕ 100-1000 ГГц В
ВАКУУМНО-ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДАХ С КАТОДОМ В
ВИДЕ ОБРАТНОСМЕЩЕННОГО Р-N-ПЕРЕХОДА В РЕЖИМЕ
УПРАВЛЯЕМОГО ЛАВИННОГО ПРОБОЯ

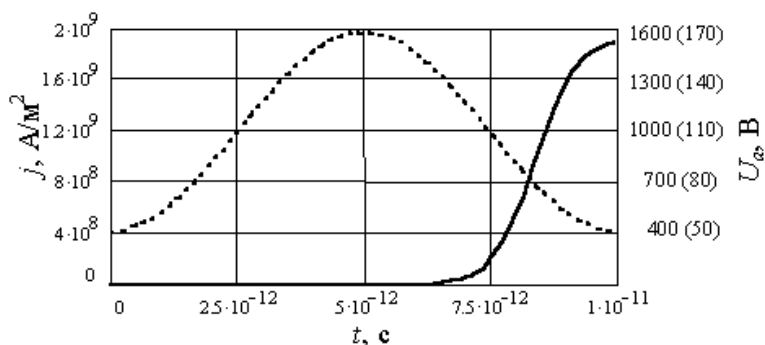
Чайка В.Е., Чайка Г.Е, Кременецкая Я.А. *E-mail: kremen@a.ua*

В последние годы усиленно начинают развиваться приборы на основе вакуумной микроэлектроники [1,2]. Эти приборы основаны на использовании острых катодов с автоэлектронной эмиссией, которые позволяют получать высокие токи при относительно невысоких (менее 1000 В) напряжениях на аноде. Еще одним методом управления оптимальной частотой диодов на основе острых катодов является использование в качестве источника эмиссии не автоэлектронной эмиссии, а управляемого лавинного пробоя. Такой диод представляет собой полупроводниково-вакуумный диод с вакуумным пролетным промежутком дрейфа, в качестве катода используется обратносмещенный р-п-переход в режиме управляемого лавинного пробоя. Задержка формирования и вылета электронов из полупроводника в вакуум определяется временем формирования лавины и управляется напряжением на аноде.

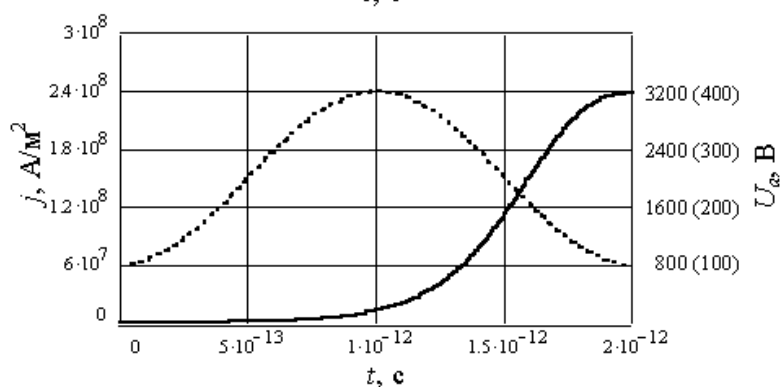
Расчетные временные зависимости напряжения и лавинного тока на частоте генерации колебаний $f = 10^{11} - 10^{12}$ Гц для различных параметров структуры (x_b - ширина вакуумного промежутка, $x_d - x_b$ - ширина области умножения) приведены на рис. Таким образом, полупроводниково-вакуумный диод с контактом типа обратносмещенного р-п-перехода с управляемым лавинным пробоем позволяет получить генерацию колебаний как путем выбора структуры кристалла (практически во всем

субмиллиметровом диапазоне) так и электронную перестройку частоты в узком диапазоне.

а) $f = 10^{11}$ Гц,
 $x_b = 10^{-6}$ м,
 $x_d - x_b = 1 \cdot 10^{-7}$ м



б) $f = 5 \cdot 10^{12}$ Гц,
 $x_b = 10^{-6}$ м,
 $x_d - x_b = 5 \cdot 10^{-7}$ м



в) $f = 10^{12}$ Гц,
 $x_b = 10^{-6}$ м,
 $x_d - x_b = 0.8 \cdot 10^{-7}$ м

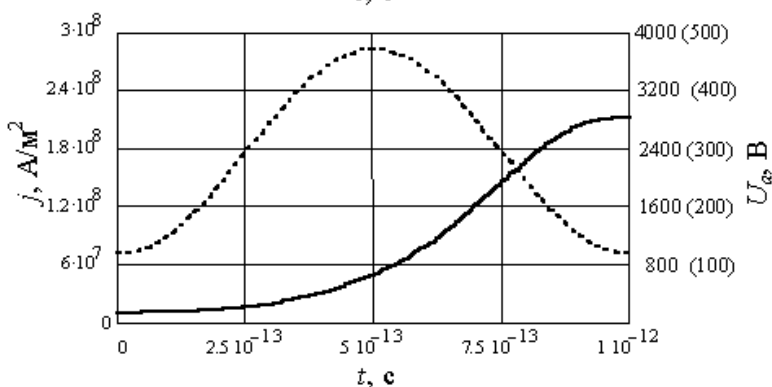


Рис. Временные зависимости напряжения на аноде при плоской (острийной) структуры диода и лавинного тока

1. Вопросы расширения функциональных возможностей ЛПД коротковолновой части миллиметрового диапазона длин волн А.В.Зоренко А.В., Чайка В.Е., Соловьев Д.А., Кременецкая Я.А. Вісник Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій. №3-4. Том.3 .2005 р. С.155-158.

2. Чайка В. Е., Зоренко А. В., Каневский В. И., Кременецкая Я. А., Соловьев Д. А. Материалы VII Международного российско-украинского семинара «Нанофизика и наноэлектроника». Санкт-Петербург. 2006. Исследование возможностей получения генерации колебаний в диапазоне 300-1000 ГГц в вакуумно-полупроводниковых диодах с катодом в виде р-п-перехода и резонансной квантовой ямы. С.83-84.

УДК 621.38

АВТОГЕНЕРАТОРЫ ПРИЕМО – ПЕРЕДАЮЩЕЙ
АППАРАТУРЫ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ 10 – 40 ГГц

Глушеченко Э.Н., Горб В.Н., Май В.И., Пик В.Н., В.М.Чмиль

Email: jssaturn@adamant.net

Современные беспроводные коммуникационные системы диапазона частот 10-40 ГГц не могут функционировать без приема–передающей аппаратуры, одними из важнейших элементов которой являются источники СВЧ колебаний – автогенераторы.

Учитывая передовые тенденции, разработчики СВЧ устройств стремятся к существенному уменьшению их массо-габаритных параметров и улучшению эксплуатационных характеристик. И в первую очередь это относится к источникам СВЧ колебаний – задающим генераторам и гетеродинам.

Повышение степени интеграции разрабатываемой приема–передающей аппаратуры ставит задачу разработки узлов и блоков в гибридно-монокристалльном или монокристалльном конструкторско-технологическом исполнении, с использованием собственной полупроводниковой технологии изготовления (GaAs).

В тезисах приводятся результаты разработки ряда генераторов на основе гибридно-монокристалльных интегральных схем (ГМИС) диапазоне частот 10-40 ГГц, которые ориентированы на применение в качестве функционально завершенных узлов в приема-передающей аппаратуре построенной по модульному принципу.

Функциональная завершенность ГМИС дает разработчикам аппаратуры возможность перевести процесс проектирования СВЧ устройств с уровня принципиальных схем на уровень функциональных блоков, тем самым, снижая время затрачиваемое как на разработку, так и на производство продукции.

Автогенераторы (АГ) на основе ГМИС построены по схеме монокристалльного усилителя с задержанной обратной связью (ОС). Такое построение (усилитель с ОС) отличается широкополосностью и низким уровнем фазовых шумов, что позволяет существенно увеличить не только

их электрические и эксплуатационные характеристики, но весогабаритные характеристики. Выходная мощность автогенераторов 100...40 мВт, рабочие частоты 10...40 ГГц, спектральная плотность фазовых шумов при отстройке на 100 кГц составляет минус 110...114 дБ/Гц. Установлено, что уровень фазовых шумов практически не увеличивается с ростом рабочей частоты.

Стабильность частоты разработанных АГ определяется крутизной фазочастотной характеристики линии задержки в цепи ОС, т.е. от ее времени задержки и составляет величину $\sim 10^{-5}$.

Выход АГ коаксиальный с $Z = 50$ Ом.

Известные зарубежные аналоги, например, генераторы фирмы Hittite, имеют спектральную плотность мощности фазовых шумов при отстройке на 100 кГц – минус 110 дБ/Гц при рабочей частоте в диапазоне 10...25 ГГц, и минус 95 дБ/Гц при перестройке в широкой полосе частот.

Определены требования к конструкции, схемотехническим и технологическим решениям и измерительной оснастке.

Обеспечение всех перечисленных конструкторско-технологических особенностей позволило решить поставленную задачу разработчика ряда АГ на основе ГМИС диапазона 10...40 ГГц. Проведенная работа позволила также сформулировать требования к конструкции, схемотехническим, технологическим решениям и к измерительной оснастке.

Разработанный ряд автогенераторов выполнены на уровне <foundry service> (заказное производство компонент и устройств).

Разработанные АГ предполагаются к применению в радиометрических системах, системах наведения и других устройствах, где необходимы минимальные весогабаритные характеристики, а также предъявляются высокие требования по внешним воздействующим факторам.

Монолитный усилитель (4x4 мм) в составе АГ изготовлен на GaAs, что обеспечивает высокие эксплуатационные и надежность характеристики устройств при воздействии радиационного излучения.

СИСТЕМЫ И ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА «ОАО «НПП «САТУРН» ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

В.М.Чмиль, И.К.Сундучков

Email: jssaturn@adamant.net

Научно-производственное предприятие «Сатурн» успешно развивает и поддерживает миллиметровую технику СВЧ на высоком техническом уровне. Разрабатывает средства связи и радиометрические комплексы в частотном диапазоне до 100 ГГц. Ниже приведены примеры разработок ОАО «НПП «Сатурн».

Радиорелейные станции серии «Сатурн-Т» предназначены для передачи программ телевидения, для образования Зоновых и местных стационарных и репортажных радиорелейных линий передачи в пределах прямой видимости.

Таблица 1. Технические характеристики РРС

Наименование параметра	«СатурнТ/8»	«СатурнТ/10»	«СатурнТ/11»	«СатурнТ/13»	«СатурнТ/15»	«СатурнТ/18»	«СатурнТ/23»	«СатурнТ/28»	«СатурнТ/38»
Диапазон частот, ГГц	7,9-8,4	10,5-10,63	10,7-11,7	12,75-13,25	14,5-15,35	17,7-19,7	21,2-23,6	27,5-29,5	37,0-39,5
Максимальная длина пролета, км	50	50	40	35	25	20	20	15	10
Мощность излучения передатчика, мВт	100-200	100-200	100-200	100-200	50-150	50-150	50-150	50-100	50-100
Пороговая чувствительность приемника, дБВт	-115	-115	-115	-115	-115	-112	-112	-112	-110

Приемные комплексы.

Радиометрический комплекс «Зір» предназначен для обнаружения оружия или взрывчатых веществ, находящихся под одеждой человека. Комплекс работает только в пассивном режиме, частота приема 86...100 ГГц.

Радиометрический комплекс «Січ-1» предназначен для сканирования поверхности Земли. Он работает в частотном диапазоне 18-24 ГГц.

Радиометрический комплекс «Марс» предназначен для приема сигналов, которые излучают либо отражают небесные тела. Он установлен на наземном радиотелескопе «РАТАН-600». Работает в частотном диапазоне 30-35 ГГц.

Для обеспечения приемо-передающих устройств средств связи в ОАО «НПП «Сатурн» были разработаны и внедрены в производство СВЧ элементы.

Пассивные элементы: волноводно-коаксиальные переходы, работающие в диапазоне 10 ГГц, 20 ГГц, 30 ГГц, 40 ГГц и имеющие потери - 0,15 дБ; волноводно-полосковые переходы разработаны до 100 ГГц с потерями - 0,5 дБ; гермовводы, выполненные на разных диэлектрических материалах – кварц, полиимид, слюда, работающие в диапазоне до 100 ГГц с потерями -0,1 дБ. Смесители и детекторы в диапазоне частот до 100 ГГц.

Активные элементы: умножители разработаны до 50 ГГц; мощные усилители до 40 ГГц; малошумящие усилители до 100 ГГц.

Электрические характеристики усилителей и преобразователей представлены в таблицах 2,3,4.

Таблица 2. Малошумящие усилители

Частота	20 ГГц	30 ГГц	40 ГГц	50 ГГц	100 ГГц
Параметры					
Ку, дБ	26	22	20	20	30
Кш, дБ	2	3	4	5	6

Таблица 3. Мощные усилители

Частота	20 ГГц	30 ГГц	40 ГГц
Параметры			
Ку, дБ	20	40	20
Р, мВт	1000	1000	100

Таблица 4. Преобразователи частот

Частота приема, ГГц	20	30	40	100
Частота ПЧ, ГГц	5	3	2	7
Ку, дБ	20	20	20	20
Кш, дБ	2	3	4	6

Использованные источники

1. Сундучков И. К. Приемные устройства мм-диапазона для систем связи и вещания // Технология и конструирование в электронной аппаратуре.- 2004.- №5.- стр. 32 – 36.
2. Шило С. А., Чмиль В. М., Бережной В. А., Муськин Ю. Н., Бычков Д. М., Гавриленко А. С., Кужель В. И., Ледва А. С., Быков В. М. СВЧ радиометрическая система «Зір» для использования в интересах таможенных служб // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2003. - №3. – С. 11 – 13.

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ И МЕТОДЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Романов А.И., Василенко В.И, Чернышев В.А.

Email: v_a_chernyshev@ukr.net

Основными направлениями развития телекоммуникационных сетей и систем являются обще известные мировые тенденции, такие как повышение уровня автоматизации, цифровизации, интеграции оборудования и видов связи, расширение перечня услуг предоставляемых абонентам на базе внедрения новых информационных технологий.

Принятие решений о направлениях развития той или иной области телекоммуникаций требует определения и нормирования показателей качества их функционирования, разработки методов и методик оценки эффективности принятия решений. В настоящее время в этом направлении ведется интенсивная научная работа. Однако, анализ публикаций в данной области, показывает, что большое количество теоретических исследований не дает возможности использования на практике полученных результатов.

Причин этому много. Они имеют как объективный, так и субъективный характер. Одной из причин, на наш взгляд, является то, что в последние десятилетия развитие и внедрение новых информационных технологий шло очень быстрыми темпами. Многие технологии, не успев появиться, сходили с арены мира телекоммуникаций. Другие, которым пророчили большое будущее и в практическую реализацию которых вложили большие деньги, хотя и оправдали надежды по решению возложенных на них задач, оказались не полностью конкурентно способными с технологиями, появившимися вслед за ними.

Высокие темпы развития в области телекоммуникаций привели к отставанию уровня развития теории от требований практики сегодняшнего дня.

Следует отметить, что процесс развития телекоммуникационных систем во многом опирался на внедрение компьютерных технологий и создание сетей передачи данных для решения задач автоматизированного управления различными процессами. Поэтому большой вклад в развитие теории сетей передачи данных внесли ученые, которые занимались кибернетикой и вычислительной техникой.

Первые автоматизированные системы управления на базе компьютеров того времени имели определенную специфику. Во-первых, это большие габариты вычислительной техники, занимающей от одной до нескольких комнат. Во-вторых, достаточно высокая удельная стоимость вычислительной техники в АСУ, так как в процессе ее производства использовались драгоценные металлы. В третьих, сети передачи данных, объединяющие используемую вычислительную технику в локальную сеть или автоматизированную систему управления, развертывались на относительно небольшой территории протяженностью от нескольких сотен метров до нескольких километров.

Так как основные материальные затраты при создании автоматизированных систем управления были связаны с вычислительной техникой, то вопросам развития теории анализа и синтеза телекоммуникационной составляющей уделялось недостаточное внимание.

Примерами недостаточно рационального подхода могут служить решения задач по оценке пропускной способности телекоммуникационных сетей, нормированию качества обслуживания абонентов, используемая система адресования в локальных сетях и другие.

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ АНАЛІЗУ СТІЙКОСТІ
ІНВАРІАНТНИХ ПІДСИЛЮВАЛЬНО-ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНИХ
СИСТЕМ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ З
FUZZY - РЕГУЛЯТОРАМИ

Смирнов В.С., Олешко Т.І., Самков О.В., Булгач Т.В., Олійник В.В.
Email: setel@nbi.com.ua

Найважливішою вимогою до сучасних методів управління підсилювально-перетворювальними системами (ППС) є, по-перше, збереження заданих характеристик функціонування при зміні параметрів системи, дії зовнішніх збурень та перешкод; по-друге, забезпечення роботи ППС в умовах апіорної та поточної неповноти інформації про властивості об'єкта і зовнішні впливи.

Формалізувати терміни якісного опису процесу дозволяє теорія нечітких множин (fuzzy set), яка розроблена Л.А.Заде . Нечіткий підхід дав можливість управляти об'єктами з нелінійною динамікою, що функціонують в умовах невизначеності, за рахунок використання якісного підходу і методів управління, що використовують нечітку логіку.

В роботі розглядаються адаптивні нечіткі системи, що мають експертну систему з нечіткою логікою як адаптивний регулятор. Застосування нечіткого підходу істотно розширює можливості адаптивних систем , коли відсутні точні знання структури системи, неможливо врахувати вплив усіх факторів на зміну її параметрів.

Теорія нечітких множин є методом обробки невизначеності. Поняття нечітких множин, що лежить в її основі, є засобом математичного опису нечітких понять, якими оперує людина. Нечітка множина – математична модель класу термів з розмитими межами. У цьому понятті враховується можливість поступового переходу від належності до неналежності елемента множини. У нечітких системах управління сукупність логічних правил встановлює взаємозв'язок між вхідними і вихідними

лінгвістичними змінними. Одержання результуючих (вихідних) нечітких множин засновано на процедурі нечіткого логічного висновку.

Проте використання лінійних законів не забезпечує максимально можливі показники якості динамічних процесів (висока швидкодія та одночасно мале перерегулювання).

Застосування нелінійних законів, які дозволяють істотно покращити ці показники, ускладнюється неможливістю аналітичного синтезу нелінійного регулятора у відповідності до заданих показників якості. Існуючі методи аналізу нелінійних систем дозволяють судити лише про такі динамічні властивості системи, як стійкість, наявність граничних циклів та ін. Разом з тим, якщо контур ППС, що розглядається, в силу природи об'єкта управління має істотну нелінійність, застосування регуляторів зі стандартними настройками (розробленими для лінійного випадку) не має сенсу в режимах роботи «у великому». Лінеаризація таких систем часто не дає задовільних результатів.

Наявність дефазифікатора забезпечує плавний характер зміни вихідного сигналу, таким чином нечіткий регулятор реалізує гладку нелінійну залежність «вхід-вихід».

Поставлена задача полягає у формуванні сигналу управління, що забезпечує стійкість нечіткої системи.

Запропонований метод дає прості рекомендації для аналізу стійкості та синтезу ППС з нечіткими регуляторами. Перевагою нечіткого підходу до управління є можливість незалежної настройки кожної ділянки з індивідуальними оцінками.

Пропонований метод може бути використаний як для аналізу стійкості вже існуючих нечітких систем, так і для синтезу нечітких регуляторів.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА NAGIOS НА ПРИМЕРЕ СЕГМЕНТА СЕТИ НТУУ «КПИ»

Хряпа Е.В. *Email: setel@nbi.com.ua*

В данной работе представлены возможности системы мониторинга Nagios и показано её практическое применение на примере сегмента сети НТУУ «КПИ».

Одной из важнейших частей информационной инфраструктуры современных предприятий и многих государственных организаций являются корпоративные сети передачи данных, которые давно перешли в разряд критических для обеспечения ресурсов бизнес процессов и выход из строя такой системы фактически означает остановку деятельности всей организации. В таких условиях остро стоит проблема поддержания параметров работы ведомственной сети на заданном уровне, что является сложной задачей.

Поддержка сетевой инфраструктуры требует большого штата квалифицированных специалистов, в обязанности которых входит поддержание доступности сетевых сервисов, оптимизация работы сети, наладка и обновление сетевого аппаратного и программного обеспечения, обнаружение и устранение возникающих инцидентов и другие аналогичные функции, что весьма трудно реализуемо.

Важнейшим требованием, предъявляемым к современным компьютерным сетям является надёжность, характеризующаяся коэффициентом готовности, вероятностью доставки пакета, безопасностью и отказоустойчивостью и производительность, которая в свою очередь характеризуется временем реакции, пропускной способностью и задержкой передачи.

Мониторинг можно осуществить двумя путями: вручную - с помощью команд или автоматизировано - используя специальных программы, которые берут на себя рутинную работу администратора, тем самым экономя время и предоставляя результаты мониторинга в наглядном виде.

Внедрение систем мониторинга позволяет повысить производительность работы компании и уменьшить время простоя оборудования. Среди бесплатных систем Nagios является наиболее известным и распространённым.

МЕТОД ФОРМАЛИЗАЦИИ ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССА ЭВОЛЮЦИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

Гайворонская Г.С. *Email: gayvoronska@osar.odessa.ua*

При использовании математических методов оптимизации пространственно-временной структуры процесса эволюции телекоммуникационных сетей (ТС), выявляется ряд существенных трудностей. К ним относятся большая размерность задачи, стохастичность структуры и взаимосвязи элементов, неопределенность исходных данных, неоднозначность различных решений, нелинейность и дискретность параметров и т. п. Это приводит к неэффективности, а во многих случаях и нецелесообразности использования традиционного аналитического аппарата. Традиционно сценарий развития ТС выбирается для заданного коммутационного и передающего оборудования с учетом экономических показателей и технических преимуществ. Технические особенности нового оборудования могут изменить структуру и функционирование существующих сетей, например, за счет применения удаленных коммутационных модулей (УКМ), заменяющих существующие узлы коммутации (УК) или используемых для экономии затрат на линейные сооружения. Применение дистанционно управляемых УКМ создало новые возможности в планировании сети. При использовании оборудования предыдущих поколений, процесс планирования рассматривался для УК, развивающихся независимо друг от друга, использование выносного оборудования требует интегрированного подхода к планированию.

Общая формулировка проблемы исследования дана в [1-3], некоторые аспекты решения частных задач в рамках сформулированной проблемы приведены в других работах автора. В рассматриваемой модели эволюции ТС, используется два типа оборудования, которые можно обозначить как "существующее" и "перспективное" или «новое». Такой анализ может использоваться при введении любых новых технологий на действующей ТС. При этом рассматривается два вида нового оборудования основное или

опорное и выносное или дистанционно управляемое. То есть вторым типом устанавливаемого оборудования являются системы, подключаемые к оборудованию первого типа и функционирующие с ним взаимосвязано, в то время как первый тип оборудования может работать как автономно, так и вместе с оборудованием второго типа. Оборудования работающего таким образом множество, например, цифровые УК с подключаемыми к ним УКМ – цифровыми концентраторами. Еще одним примером являются центры коммутации сотовых сетей связи с мобильными объектами и контроллеры базовых станций, предназначенные для концентрации нагрузки от группы базовых станций. С учетом особенностей вновь вводимого оборудования при определении стратегии модернизации сети важно учитывать способ подключения удаленного оборудования к опорному.

Основная сложность задачи обусловлена ее пространственно-временной структурой, модель пространственно-временной структуры исследуемой сети предложена в [4]. Именно необходимость учета изменения сети, как в пространстве, так и во времени, определяет ее комплексность. В докладе приведен один из возможных подходов к формализации описания процесса сетевой эволюции в указанных условиях.

1. *Гайворонская Г.С.* Проблема синтеза развивающихся информационных сетей // Вестник ДУИКТ №3, 2005, Киев с.14-21.

2. *Гайворонская Г.С.* Введение цифрового коммутационного оборудования на местной телефонной сети // Зв'язок. 2000. Ч. 1, №4. С. 31–33 Ч. 2, №5. С. 31-34.

3. *Гайворонская Г.С.* Оптимизация выбора сценария эволюции местной телефонной сети // Зв'язок. 2002. № 1. С. 56-58.

4. *Гайворонская Г.С.,* Метод представления пространственно-временной структуры модернизируемой телекоммуникационной сети // Зв'язок. – 2006. – №8 (68). –С. 57-60.

СНИЖЕНИЕ РАЗМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВА ПАРАМЕТРОВ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ УСЛУГ

Павлов С.В., *E-mail: Gayvoronska@OSAR.odessa.ua*

Необходимость классификации инфокоммуникационных услуг (далее – ИКУ или услуга) раскрыта в статье [1]. Классификация необходима для учета существующих, новых, и прогнозируемых услуг, а также для формирования требований к сетям и оборудованию на основании выделенных классов.

Проблема, возникшая при классификации ИКУ, связана с противоречивостью параметра, выбранного для формирования классов.

Постановка задач, решение которых необходимо для выбора нового параметра, основывается на анализе полученных результатов, приведенных в статье [1], а именно набора параметров ИКУ, существенных для формирования классов, оценке предоставления услуг с точки зрения производителя услуг, оператора связи и потребителя этих услуг.

Решение ряда поставленных задач даст возможность определить критерий предоставления ИКУ, который будет решающим при классификации ИКУ. Этот критерий не будет зависеть от способа предоставления услуг, что даст возможность сделать классы ИКУ гибкими к сопоставлению как существующих, так и прогнозируемых услуг.

1. Гайворонская Г.С., Павлов С.В. Классификация инфокоммуникационных услуг и разработка требований к сети для их предоставления // Материалы IV семинара «Информационные системы и технологии». – Одесса: ОДАХ, 2006. – С. 12-13.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЕРОЯТНОСТНО-ВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ ПОТОКОВ ВЫЗОВОВ НА ОБЪЕМ ОБОРУДОВАНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Гайворонская Г.С., Ганницкий И.В. *E-mail: tenyps@rambler.ru*

Метод расчета числа соединительных устройств телекоммуникационных сетей (ТС) зависит от структуры коммутационной схемы, применяемой дисциплины обслуживания и используемой модели потока вызовов. При проектировании ТС обычно точные данные о нагрузке неизвестны, проектирование ведется на основании ее прогнозируемых величин. Для правильного построения и расчета сетей необходимо иметь максимально точную информацию о поступающей нагрузке и о характере потока вызовов, создающего эту нагрузку. Это важно, поскольку объем необходимого оборудования, зависит не только от интенсивности потока и вероятности потерь вызовов, но и от вероятностно-временной структуры потока вызовов [1]. Потoki вызовов могут описываться функциями распределения интервалов между моментами поступления вызовов и числом вызовов, поступающих в заданный промежуток времени. Эти величины определяются путем измерений параметров потоков вызовов на ТС и дальнейшей аппроксимации полученных значений кривой какой-либо из математических функций [2].

За основу исходных параметров нагрузки берутся средние значения, полученные путём статистических наблюдений. Исходя из предположения, что полученные параметры являются характеристиками нагрузки, создаваемой определённым потоком вызовов, применяют соответствующие методы расчета числа каналов. Применение метода расчета, несоответствующего реальному потоку вызовов, приводит к снижению точности результата. При заниженном числе каналов ухудшается качество обслуживания или возрастают потери сообщений, а при завышенном – ухудшается использование каналов. Если полученное в результате расчетов число каналов неоправданно завышено или занижено, следовательно, используемые методы расчета не отражают структуру

реальных потоков вызовов [3].

Исследованиями параметров нагрузки и потоков сообщений, циркулирующих в сетях связи, занималось большое число ученых, как в нашей стране, так и за рубежом. Выполненные исследования положены в основу методов расчета сетевого оборудования. Однако в последние годы ситуация на ТС коренным образом изменилась. Появление на телефонных сетях все увеличивающейся доли нетелефонной нагрузки и изменение применяемых методов переноса информации влияют на структуру потоков сообщений, циркулирующих в сети, и требуют коррекции методов расчета количества соединительных устройств. Анализ реальных потерь вызовов, выполненный в последние годы показал, что применяемые в настоящее время методы расчета дают несколько завышенное значения числа приборов. В связи с этим возникла задача коррекции применяемого метода расчета оборудования ТС, таким образом, чтобы он соответствовал существующему положению на ТС Украины. Для этого необходимы исследования вероятностно-временной структуры потоков вызовов на реальных ТС Украины.

В работе изложены некоторые результаты обработки статистических данных измерений параметров потоков вызовов на Одесской ГТС за период 3,5 года (2003, 2004, 2005 и первое полугодие 2006 гг.). Общий объем обработанных данных составляет 100 Гб (число элементов генеральной совокупности составляет 711608646 записей). Обработка результатов осуществлялась с использованием программы, написанной в среде Microsoft Visual FoxPro, сбор статистических данных с узлов городской сети происходил при помощи аппаратуры повременного учета соединений.

1. Элдин А., Линд Г. Основы теории телетрафика. – М.: Связь, 1972. – 200с.
2. Гайворонская Г.С. О возможности применения метода этапов для имитационного моделирования потоков вызовов в сетях связи//Зв'язок.- 1998.-№ 2.-с. 35 - 36
3. Гайворонская Г.С. Исследование параметров объединенного потока вызовов. Труды УГАС "Информатика и связь" 1997, с. 222 – 226

БАГАТОФАКТОРНИЙ КРИТЕРІЙ
ЯКОСТІ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ ПОСЛУГ

Князева Н.О. E-mail: Gayvoronska@OSAR.odessa.ua

Однією з найбільш важливих і складних проблем у сфері інфокомунікацій є забезпечення якості послуг (QoS - Quality of Service). Саме через параметри якості послуг оцінюється ступінь задоволення очікувань чи вимог користувачів. Тому оцінка якості послуг має базуватися на клієнто-орієнтовному підході. Такий підхід надає змогу здійснювати оцінку якості послуг незалежно від технології, що використовується.

На підставі [1] визначення показників якості послуг зв'язку та сфери інформатизації пропонується проводити за такими напрямками: послуги місцевого телефонного зв'язку; послуги міжміського та міжнародного телефонного зв'язку; послуги мобільного зв'язку; послуги телеграфного зв'язку; послуги проводового радіомовлення; послуги доступу до інтернету; послуги з передавання даних; послуги з надання в користування каналів електрозв'язку тощо. Для кожного з цих напрямків показники QoS доцільно об'єднати у групи. Так, наприклад, сукупність показників якості надання послуг мобільного зв'язку доцільно об'єднати в 4 групи: доступність мережі; доступність послуг; безперервність послуг; повнота послуг. В [2] пропонуються групи: швидкість; точність; доступність; надійність; захист і безпека; простота; гнучкість. Для кожного з напрямків необхідно використовувати відповідні показники QoS.

В даній роботі для різних напрямків [1] пропонується сформувати ієрархічну систему оцінки якості послуг. Для кожного критерія якості визначаються відповідні підкритерії. У свою чергу, кожному підкритерію підпорядковані підкритерії більш низького рівня, до одиничних показників [3]. Запропоновано підхід до розрахунку показника «якість

послуг зв'язку», який заснований на застосуванні комплексного багатофакторного критерію (КБФК) оцінки якості, що характеризує діяльність будь-якого структурного підрозділу оператора зв'язку. Для порівняння досягнутих значень різних одиничних показників і узагальнення їх в один комплексний показник кожному одиничному показнику QoS присвоюється оцінка в балах на підставі розробленої шкали у залежності від ступеню невиконання нормативів якості. Комплексна оцінка в балах за усіма показниками QoS розраховується як середньоарифметична чи середньозважена арифметична, якщо необхідно урахувати значимість (вагу) показників. Отримана оцінка в балах є оцінкою підкритерію якості, якому ці показники підпорядковані. Виконуючи відповідні розрахунки під підкритеріїв, ідучи знизу угору, враховуючи значимість підкритеріїв, отримуємо оцінку діяльності з надання послуг структурного підрозділу телекомунікаційного оператора – КБФК.

Запропонований підхід може бути застосований для розрахунку результуючої оцінки показника якості послуг телекомунікаційного оператора. При цьому оцінки в балах, отримані для кожного структурного підрозділу оператора, формують результуючу оцінку як середньоарифметичну чи як середньозважену арифметичну.

Отриманий кожним структурним підрозділом оператора КБФК є джерелом необхідної інформації для системи управління якістю. Значення КБФК може бути використано в системі рейтингової оцінки діяльності структурних підрозділів телекомунікаційного операторів.

1. *Правила надання та отримання телекомунікаційних послуг*. Постанова КМУ від 09.08.2005 р.
2. *Резникова Н.П.* Маркетинг в телекоммуникациях. – М.: Эко-Тренд, 2002. – 146 с.
3. *Князева Н.О., Князева О.А., Іванов В.П.* Модель розрахунку показників якості поштових послуг / Економіка: проблеми теорії та практики. Збірник наукових праць. Випуск 193: В 5 т. Том III. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2004. - С. 898-908.

Секція 4. Інформаційні ресурси

УДК 681.32.06

АСПЕКТЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ИТС

Давиденко Е. А., Замирайло Н. В. *E-mail: lena@densoft.com.ua*

В докладе рассматриваются основные аспекты практического внедрения системы дистанционного обучения в Институте телекоммуникационных систем на базе программной среды «Moodle», а также трудности, которые возникли в процессе внедрения этой системы.

В институте давно существовала задача организовать дистанционное обучение для студентов очной и заочной формы обучения. Это стало возможным после ознакомления со средой для разработки онлайн-курсов «Moodle», которая разрешает студентам дистанционно иметь доступ к учебным материалам. Эта программа является бесплатным (Open Source) проектом. Используя Moodle, можно обмениваться сообщениями, легко разрабатывать курсы, вести электронные журналы успеваемости, проводить тесты, настраивать среду и т.п. Целью данного проекта является организация дистанционного обучения для направления подготовки «Телекоммуникации».

Архитектура системы дистанционного обучения (ДО) в нашей практической реализации следующая:

- сервером базы данных является СУБД MySQL (администрирование СУБД – с помощью приложения PhpMyAdmin),
- в качестве Learning Management System (LMS) используется среда «Moodle 1.5»,
- в роли центрального сервера выступает веб-сервер Apache,
- операционная система, установленная на сервере - Unix FreeBSD, но в дальнейшем предусмотрена переустановка на Windows Microsoft.

Разработка дистанционных курсов ведется по методическим указаниям УИИТО (Украинского института информационных технологий в образовании при НТУУ «КПИ») [2]. В рамках курса ДО Института

телекоммуникационных систем (ИТС) создаются вначале основные информационные ресурсы (вступление, лекции, задания к лабораторным, глоссарий) для быстреего внедрения курсов ДО, чтобы студенты с помощью Интернет-технологий могли использовать лекционный материал для дополнительной подготовки. Тесты для разрабатываемых курсов пока находятся в процессе разработки.

Для того, чтобы стать студентом дистанционного обучения, необходимо пройти регистрацию. Регистрация в «Moodle» происходит после заполнения данных о пользователе курса. Далее система отправляет на указанный e-mail студента письмо с ссылкой. Для вхождения в систему

студентам преподаватель сообщает группе кодовое слово к данному курсу.

При создании любого курса дистанционного обучения задействованы несколько людей: администратор, преподаватель курса и создатель курса. Администратор контролирует создание курсов, может изменять дизайн СДО и назначает преподавателей курса, может изменять настройки всей системы.

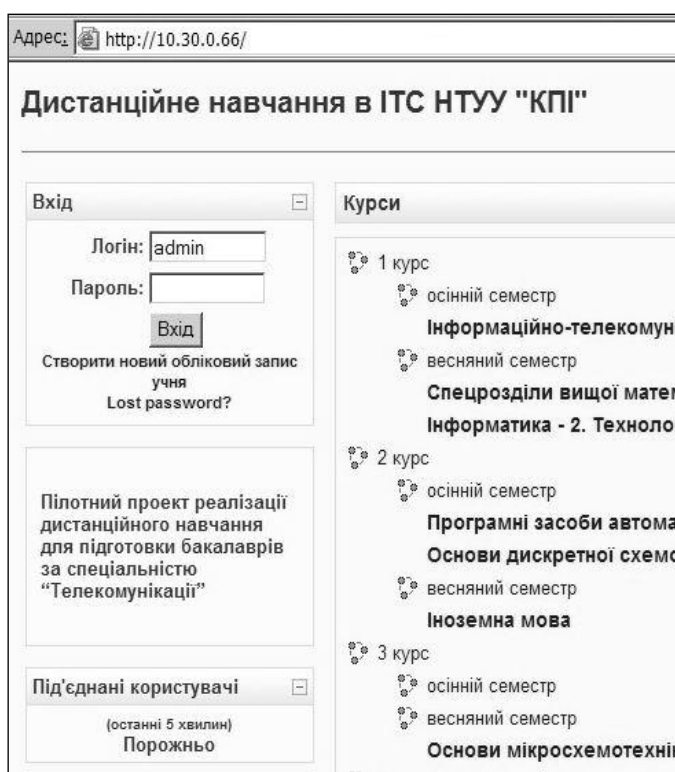


Рис.1. Интерфейс существующей СДО в ИТС

Пользователь с правами создателя курса может создавать курс и назначать преподавателей курса, наполнять курс. Преподаватель не может изменять название курса, а имеет право наполнять/изменять дистанционный курс, отслеживать и разрешать доступ студентам. Если

студент не будет посещать курс в течение определенного периода времени (настраивается администратором), то он будет автоматически исключен из курса. Желательно иметь несколько администраторов (сейчас их двое), чтобы более эффективно вести внедрение системы дистанционного обучения.

На данный момент студенты имеют доступ только к двум курсам ДО: «Основы дискретной схемотехники» и «Основы микросхемотехники», которые наполнены лекционным материалом и вступительной частью. Гостевой доступ к СДО пока запрещен.

При установке программы «Moodle 1,5» под Unix FreeBSD возникли трудности: не работало резервное копирование и выдавалось сообщение «система не поддерживает XML».

С помощью форума разработчиков и пользователей СДО “Moodle” [1] было найдено решение – необходимость установки программного модуля (xmlrpc-eri.exe, xmlrpc.so) и прописания путей к библиотеке. Другая проблема связана с корректностью поддержки многоязычности.

Таким образом, сделано практическое внедрение системы дистанционного обучения в ИТС. Ресурс доступен на данный момент из локальной сети КПИ по адресу <http://10.30.0.66>.

Литература

- [1] Сайт разработчиков открытой системы “Moodle”// <http://www.moodle.org>
- [2] Дистанционный курс “Возможности Moodle” / Украинский институт информационных технологий в образовании при НТУУ “КПИ” // <http://moodle.udec.ntu-kpi.kiev.ua/oldmoodle/course/view.php?id=2>

УДК 004.4

ПІДХІД ДО СТВОРЕННЯ ІНТЕРПРЕТАТОРА МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ В КОРПОРАТИВНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Глоба Л.С., Іванова Г.А., Іванов В.О., Терновой М.Ю.

E-mail: v.o.ivanov@gmail.com

Інститут телекомунікаційних систем, Національний технічний університет
України "Київський політехнічний інститут", Україна, Київ

Дана робота присвячена проблемі розробки інтерпретатора мови програмування APL в корпоративному середовищі. Запропонований в роботі інтерпретатор складається з п'яти частин, кожна з яких реалізована в окремому модулі та реалізує наступні фази переведення програми: фаза лексичного аналізу, фаза синтаксичного аналізу, фаза семантичного аналізу, фаза генерації проміжного коду, обчислювальна фаза.

В усіх інтерпретаторах, створених до цього часу, програмні модулі, які реалізовували фази, перераховані вище, виконувались на комп'ютері користувача. Подібна реалізація інтерпретатора призводить до завантаження комп'ютера користувача і обмежує можливості вирішення інших задач, створюючи брак ресурсів комп'ютера. На відміну від існуючих реалізацій, інтерпретатор, розроблений авторами, враховує особливості проведення обробки в корпоративному середовищі, а саме передбачає виконання деяких із вказаних вище фаз на сервері. Доцільно виконувати на сервері операції, які використовують багато ресурсів ЕОМ, такі як побудова дерева розбору, перевірка семантичних правил та генерація проміжного коду. Також необхідно враховувати, що не слід завантажувати мережу зайвими пересиланнями даних. На комп'ютері користувача доцільно виконувати введення даних і фазу лексичного аналізу, яка може бути легко реалізована за допомогою скриптів. Наступні фази доцільно виконувати на сервері.

Розроблений авторами інтерпретатор сприяє підвищенню ефективності роботи користувача, звільняючи ресурси комп'ютера користувача для рішення інших задач.

КРИТЕРИИ УХОДА ОТ НЕЧЕТКОСТИ В
ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМАХГлоба Л.С., Терновой М.Ю. *E-mail: maximter@mail.ru*

В современных экспертных системах, которые работают в условиях неопределенности, в качестве математического аппарата широко используется теория нечетких множеств и нечеткой логики при построении и использовании баз нечетких знаний (БНЗ) [1]. Одним из основных направлений для улучшения работы таких экспертных систем является разработка новых подходов к формированию БНЗ и упрощение вывода на их основе [2]. Среди таких подходов можно указать подход к сведению неупорядоченной БНЗ к древовидной структуре [3], что позволяет значительно сократить вычислительную сложность вывода.

В данной работе предлагается дополнительно уменьшить сложность вывода при помощи представления ее части в виде классической логической базы знаний (БЗ) для чего предложены соответствующие критерии.

Если выполняются критерии:

- 1) БНЗ используется для решения задач классификации;
- 2) БНЗ имеет древовидную структуру;
- 3) принадлежность классу определяется при помощи нечеткого логического вывода Мамдани для задач классификации;
- 4) полнота частичных БНЗ, определяющих зависимость лингвистических переменных выше второго уровня от лингвистических переменных предыдущего уровня;
- 5) значение функций принадлежности термов лингвистических переменных второго уровня, которые определяют текущие значения этих лингвистических переменных, больше чем значения функций принадлежности других термов лингвистических переменных второго уровня

То:

1) верхнюю часть древовидной БНЗ можно рассматривать как классическую логическую БЗ, то есть решения задачи классификации при выводе на основе БНЗ и БЗ будут совпадать; 2) значение функции принадлежности терма моделируемой лингвистической переменной, который получен как результат вывода, будет найдено как минимум значений функций принадлежности термов лингвистических переменных второго уровня, которые определяют значения этих лингвистических переменных.

В этом случае можно будет использовать логический вывод для части БНЗ, что позволит значительно ускорить получение конечного результата и тем самым сократить время необходимое на проведение обработки информации. Поэтому при построении и настраивании БНЗ следует делать это таким образом, чтобы она удовлетворяла описанным выше критериям.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Люгер Дж. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем, 4-е издание. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2003. – 864 с.

2. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети. – Винница: УНИВЕРСУМ, 1999. – 320 с.

3. Глоба Л.С., Терновой М.Ю. Оптимизация использования базы знаний экспертной системы введением иерархии правил. // Труды седьмой международной научно-практической конференции "Современные информационные и электронные технологии" (СИЭТ-2006). – Одесса, 2006. – С. 166.

РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ
З ТЕМИ "СТВОРЕННЯ WAP-САЙТУ"Глоба Л.С., Курдеча В.В. *E-mail: vasyk_kurdecha@mail.ru*

Для інформаційного суспільства технології безпроводного доступу до Internet вже стали нормою. Сучасний безпроводний зв'язок тісно пов'язаний з протоколом WAP, який і забезпечує безпроводний доступ до Internet. В WAP використовується той же самий спосіб адресації ресурсів, що й в WWW, ті ж позначення типів даних. Як клієнт виступає мобільний пристрій з убудованим WAP-браузером. Запити від нього йдуть на WAP-шлюз, що одержавши дані від сервера, відправляє їх клієнтові (рис.1). WAP-сайт створюється за допомогою мов WML та WMLScript створений на мові розмітки XML.

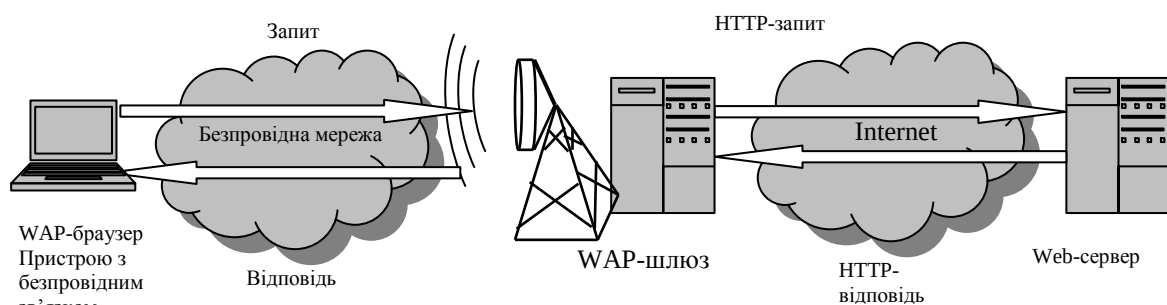


Рис.1. Архітектура WAP

Для роботи з WAP – технологіями необхідна спеціальна підготовка спеціалістів, що особливо актуально для студентів спеціальності "Телекомунікації". В роботі розглянуто можливість створення лабораторного практикуму з використанням WAP-технологій результатом виконання якого є отримання студентами базових знань та навиків для побудови безпроводного WAP-сайту.

Лабораторний практикум дає можливість студентам отримати знання з WAP - технологій; створювати WAP сайти з використанням мов WML, WMLScript, ASP. Для забезпечення цього в курс входять такі теми:

1. Основи WAP та WML – в даній роботі студенти ознайомлюються зі синтаксисом та структурою мови WML, отримують знання та навички створення простого текстового WAP-сайту та основи роботи з графікою

2. Робота з мовою WML - робота з таблицями та посиланнями в WML, використання вбудованих об'єктів взаємодії пасивного WAP-сайту з користувачем

3. Робота з WMLScript - студенти отримують навички роботи зі скриптами мови WMLScript та застосуванням їх для вирішення різноманітних завдань при побудові пасивного WAP-сайту (математика, робота зі текстовими строками, використання скриптів для управління зображеннями і т.д.)

4. Створення активного WAP-сайту – створення активного WAP-сайту зі динамічною генерацією WML-сторінок та забезпечення доступу до бази даних.

Для виконання завдань необхідне таке програмне забезпечення (встановлене в комп'ютерному класі): ПЗ для формування сторінок (спеціалізовані графічні та текстові редактори WML-сторінок); ПЗ для відображення результатів проектування; допоміжне ПЗ (наприклад для формування графіки); ПЗ для забезпечення роботи WAP-сайту.

Знання та практичні навички, отримані від виконання лабораторного практикуму дають змогу студенту самостійно розробити повнофункціональний WAP-сайт.

Використана література

1. Сироткин С.А., Чалышев И.В., Воробьев С.Е. Самоучитель WML и WMLScript. – СПб.: БХВ-Петербург, 2001. – 240с.: ил.
2. www.wapforum.org/what/technical.htm

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

Алексеев Н.О., Пінгіна Н.В.

E-mail: n_alexeyev@mail.ru; princess-net@bigmir.net

За останнє десятиліття розвиток інформаційних технологій характеризується зростаючою увагою до проблеми організації розподілених обчислень (РО). Це зумовлено істотним підвищенням продуктивності і, разом з тим, зниженням вартості процесорів, що дозволяє науковим організаціям створювати розвинуті розподілені інформаційні системи (РІС) з високою продуктивністю і пропускнуою здатністю. В даний момент у багатьох країнах світу розгорнуті проекти по створенню і розвитку інфраструктур РІС різної проблемної спрямованості і потужності. Такі системи мають високу складність як архітектури, так і інформаційного наповнення. Очевидно, що для їхнього моделювання потрібні спеціальне програмне забезпечення (ПЗ). Крім того, у таких РІС циркулюють великі обсяги інформації із необхідністю швидкої їхньої обробки й передачі. При побудові нових РІС немаловажно виявити їхні «слабкі місця» ще на етапі проектування, побудувати різні варіанти мережі, з метою пошуку найбільш придатного, знайти найкращу конфігурацію програмного забезпечення для оптимального розподілу ресурсів. Розвиток досліджень і робіт з просторово-розподіленого комп'ютингу протікає надзвичайно енергійно і характеризується постійною появою нових концепцій, архітектурних рішень, технологій і розробок. Актуальна задача аналізу і класифікації засобів моделювання, спеціального ПЗ створення РІС, а також технологій організації в них розподілених обчислень і є метою даної роботи.

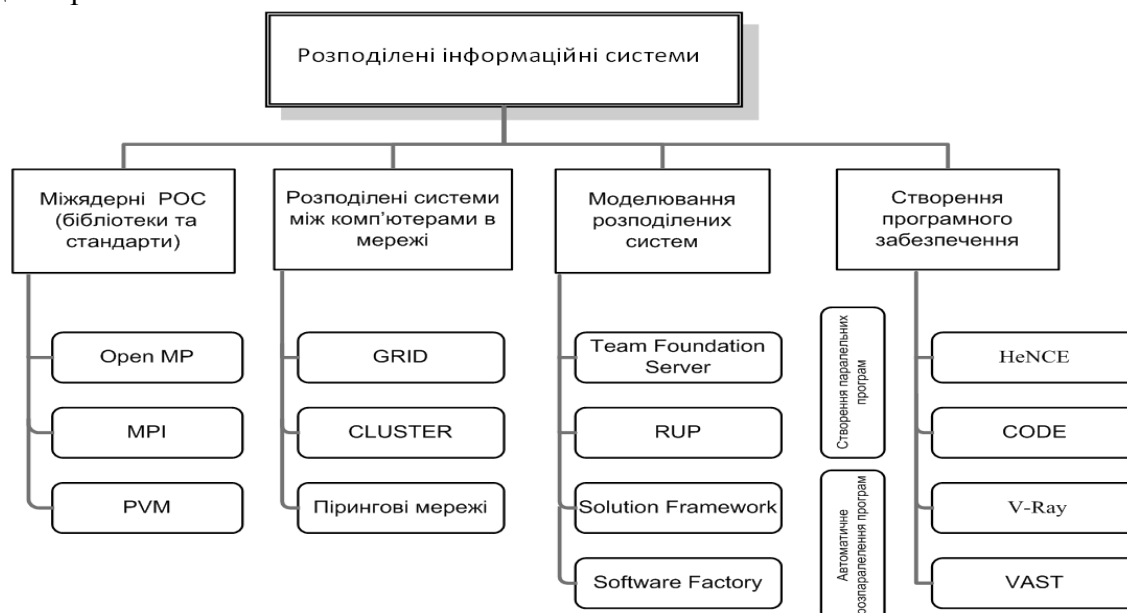


Рисунок 1 - Сучасні технології розподілених обчислень

На рис. 1 схематично зображені основні моделі, інтерфейси та технології, що використовуються для взаємодії розподілених обчислень, а також програмні продукти та засоби для створення паралельного ПЗ.

Повного опису запропонованої класифікації та результатів аналізу у даному документі не наводиться, але серед всіх технологій моделювання і створення РІС можна було б виділити наступні.

GRID технологія. Децентралізація комп'ютерних систем, що триває на теперішній час, незважаючи на всю їхню різноманітність, вимагає високої якості обслуговування. Сьогодні все частіше при організації обчислень застосовується розподіл робіт, даних і процесорних потужностей, а також інші режими взаємодії, що передбачають використання розподілених ресурсів. Такий підхід висуває нові вимоги до розробки розподілених прикладних програм. Ці вимоги можна реалізувати за допомогою технології Grid. Для технологія GRID середовищем комунікації є регіональна, корпоративна мережа, або Internet. Обчислювальні мережі GRID об'єднують ресурси безліч кластерів, багатопроцесорних і однопроцесорних ЕОМ, що належать різним організаціям і необхідних для різних цілей.

Інтерфейс **OpenMP** задуманий як стандарт для програмування в масштабованих системах та ідеально підходить для розроблювачів, що бажають швидко розпаралелити свої обчислювальні програми. Розробник не створює нову паралельну програму, а просто додає в текст послідовної програми OpenMP директиви.

Серед засобів моделювання РІС можна виділити наступні технології.

Team Foundation Server – сервер централізованої розробки, є засобом керування розробкою програмного забезпечення. На ньому зберігаються усі вихідні тести з номерами версій, іменами авторів і іншою супровідною інформацією, що необхідна для керування великою командою розроблювачів.

Software factory— це ряд програмних продуктів, що використовуються як шаблони фабрики програмного забезпечення для автоматизації розробки нового програмного продукту. Центральними елементами Software factory є схема і шаблон, оснований на цій схемі. Шаблон конфігурує інструменти, процеси, формуючи можливості для виробництва сімейства продуктів.

Solutions Framework – незалежна від платформи методологія, що детально описує окремі процеси на рівні абстракцій. В MSF об'єднуються відомі водоспадна і спіральна моделі розробки: проект реалізується поетапно, з наявністю відповідних контрольних точок, а сама послідовність етапів може повторюватися по спіралі.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЯХ

Дорошенко Я.В. *E-mail: slavon85@mail.ru*

При подключении любой закрытой компьютерной сети к открытым сетям, возникает угроза несанкционированного вторжения как в открытую сеть из закрытой, так и из закрытой к ресурсам открытой. Проблема защиты от несанкционированных действий при взаимодействии с внешними сетями успешно может быть решена с помощью специализированных программно-аппаратных комплексов, обеспечивающих целостную защиту компьютерной сети от враждебной внешней среды. Такие комплексы называют брандмауэрами, межсетевыми экранами либо Fire Wall. Брандмауэр устанавливается на стыке между внутренней и внешней сетями и функции противодействия несанкционированному межсетевому доступу берет на себя.

Все данные трафика между двумя сетями проходят непосредственно через брандмауэр-систему, в которой реализованы механизмы обеспечения безопасности, делающие этот интерфейс безопасным и управляемым. Для этих целей брандмауэр-система выполняет следующие функции:

- анализирует проходящие данные;
- контролирует коммуникационную среду и партнеров по обмену данными;
- регламентирует обмен данными в соответствии с политикой безопасности;
- регламентирует события, имеющие отношения к безопасности.

Брандмауэр может состоять из следующих программных секций: пакетный фильтр, шлюз прикладного уровня, прокси-агенты, транслятор сетевого адреса, виртуальная частная сеть, адаптивные прокси-агенты.

Корректная настройка элементов брандмауэра позволяет добиться высокого уровня безопасности. Соответствующая комбинация элементов брандмауэра позволяет получить более высокий уровень безопасности, чем этого можно добиться с помощью одного элемента брандмауэра.

PRIVATE SECURITY IN SMART ENVIRONMENTS
IN WIRELESS LOCAL AREA NETWORKSAnatoliy Persikov. *E-mail: white_seal@mail.ru*

The paradigm of smart mobile environments leads to a much greater intrusion of information and communication technology into the personal life of everyone than what we experience today. The users of telecommunication system will use many smart personal objects, in addition, many services will be provided by a smart environment that will surround us. However, fears of users about the misuse of their personal data prevent the acceptance of these services and technologies.

Devices embedded in the smart environments will communicate seamlessly about any number of different things. In such kind of interactions, huge amounts of information will be shared and exchanged. Even though they may be the means of enjoying context-based and other advances services, there is an increased risk involved in some of these interactions and collaborations, if collaborations are about to use our private possessions.

This is especially the case, when an agent running on a personal digital assistant is acting on behalf of the user and can autonomously release sensitive information to communicating partners such as service providing devices in the environment. Nearly everybody has had experience of misused personal information in the Internet such as unwanted advertisements and spam. And more serious abuse of the information may involve selling it to rating agencies, resulting in unwanted “personalization” of prices, interest rates, denial of credit, etc. Therefore, it is essential that devices providing services handle their users’ personal data with care. If it is not possible to ensure this, fear of misuse and privacy concerns remain with the user.

Wireless protocols have been developed to support long-range (e.g. GSM, GPRS), local-area (e.g. IEEE 802.11), and short-range (e.g. IrDA, Bluetooth) communications. Along with the nature of the data this imposes differences in

the security requirements for applications that employ these protocols. These issues with security in wireless environments are well known, as the medium is generally more widespread, shared and it offers many more points of contact. Wireless networks are therefore more prone to eavesdropping and other malicious attacks because of these characteristics. If networks provide different level of security services it has negative influence on defense capability of telecommunication system and guaranteeing of confidentiality, integrity and anti-spoofing mechanism.

This work describes situation of user – network collaboration in wireless local area network (WLAN) environment. A WLAN is most popular technology now that enables access to computing resources for devices of different types that are not physically connected to a network. WLAN security is implemented in a great number of branded products that expand Wired Equivalent Privacy (WEP) and IEEE 802.11i concept. WEP has several well-documented security problems and is not broadly using now. The IEEE 802.11i amendment introduces a range of new security features that are designed to overcome the shortcomings of WEP. It introduces the concept of a Robust Security Network (RSN), which is defined as a wireless security network that allows the creation of Robust Security Network Associations (RSNA) only. RSNAs are wireless connections that provide moderate to high levels of assurance against WLAN security threats through use of a variety of cryptographic techniques. There are many problems of different types (legislative and technological) in using cryptographic algorithms and creating of user context in non-home environment. For example, in context-based interactions it is complexity in importing of user context in RSNA forming subsystem from other non-WLAN environments. The solving of problems of complexity and great time delay of forming user context results in context reusing and rising of new problems of potential resistance of system for collective attacks. Therefore this problem needs new investigations in creating user environment in non-home network and substantiation of resistance of telecommunication system for different types of special case attacks.

Базирующаяся на новом стандарте IEEE 802.16e-2005 технология беспроводной сети WiMAX является в настоящее время одной из наиболее перспективных высокоскоростных технологий. Первоначально эта технология разрабатывалась для мультимедийных приложений, предназначенных для стационарных (фиксированных) пользователей (Fixed WiMAX). Однако в настоящее время наиболее важным направлением развития технологии WiMAX считается ее использование в универсальных мультисервисных сетях, ориентированных на мобильных пользователей (Nomadic WiMAX, Portable WiMAX и Mobile WiMAX).

Чтобы поддерживать качество обслуживания в сети, особенно беспроводной, на высоком уровне, необходимо постоянное слежение за функционированием сети и, в случае необходимости, корректировка ее управляемых параметров. Поэтому создание системы интерактивного администрирования оборудования сетей WiMAX является актуальной.

Беспроводная сеть широкополосного доступа на основе технологии WiMAX состоит из одной или нескольких фиксированных базовых станций и множества абонентских станций, как фиксированных, так и мобильных. Как правило, оборудование сети WiMAX, как и оборудование других компьютерных сетей, поставляется с фирменными программными средствами администрирования. Однако эти программные средства обладают существенными недостатками, главными из которых является отсутствие возможности сохранения текущих значений параметров базовых станций, а также средств периодического сбора статистики и тестирования сети.

Разработанная авторами система администрирования оборудования сети WiMAX предназначена для мониторинга, контроля функционирования и управления параметрами оборудования беспроводной сети и позволяет оперативно получать, контролировать и обрабатывать информацию о каждом фрагменте сети (станциях и каналах связи), а также производить управление отдельными параметрами станций в ручном режиме с пульта оператора (в дальнейшем предполагается введение автоматического управления рядом параметров).

Программная реализация системы администрирования содержит следующие основные компоненты:

- модуль управления (инициирует запуск модулей фирменного программного обеспечения базовых станций, выполняет запросы текущих значений параметров станции, предварительную обработку полученных значений, а также выполнение запросов на корректировки управляемых параметров базовых станций);
- модуль графического интерфейса пользователя (выводит результаты выполнения команд, а также обеспечивает ввод команд и данных для модуля управления);
- модуль анализа и принятия решений (выводит накопленные статистические данные в удобном для пользователя виде, а также, в перспективе, на основе анализа данных посылает на станции команды управления для корректировки функционирования сети);
- базы данных (хранят накопленные статистические и тестовые данные о функционировании сети, а также log-журнал, для слежения за работой программы).

В качестве языка программирования был выбран язык Java. Управление работой программы выполняется в графическом режиме с помощью меню.

Система администрирования разработана для сети WiMAX на базе абонентских станций, построенных на оборудовании Libra MX, и опорной сети IP/MPLS. После перепрограммирования блока управления разработанная система администрирования может быть использована в сетях с использованием аппаратных средств других производителей.

Литература:

1. Ильченко М.Е., Кайденоко Н.Н., Кравчук С.А. Особенности построения сетей широкополосного радиодоступа на базе технологии WiMAX // Материалы 16-й Международной конференции КрыМиКо'2006 «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» в 2-х томах, 11-15 сентября 2006 г., Севастополь, Крым, Украина. Том 1. - Севастополь: «Вебер», 2006.- С. 328-329.
2. Кравчук С.А., Шонин В.А. Основы программирования на языке Java: Учеб. пособ.- К.: Норита плюс, 2007.- 280 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА
ПЕРЕДАЧИ РЕЧИ В VoIP СЕТЯХ

Кузьминых Е.Д., рук. Агеев Д.В.
E-mail: domoveno@yahoo.com

Сети с коммутацией пакетов не обеспечивают гарантированной пропускной способности, поскольку не обеспечивают гарантированного пути между точками связи. В процессе развития сетей с пакетной коммутацией возникла необходимость разработки специальных протоколов, которые улучшают качественные параметры обслуживания пользователей QoS. В первую очередь, это касается IP-сетей, которые в данное время становятся универсальными, то есть способными передавать разнообразный трафик.

В работе рассмотрены следующие технологии и протоколы, повышающие качество передачи информации: DiffServ, IntServ, MPLS, RSVP, ATM, RTP и RTCP, а также методики объективной оценки качества в VoIP системах такие, как экспертные модели, модели с обработкой контента, модели уровня протокола переноса.

Модели уровня протокола переноса основаны исключительно на информации о IP пакетах для контроля за качеством в реальном времени. Процедура оценивания начинается с оценки средних показателей качества таких, как процент потерянных пакетов, характер этих потерь и задержки, полученной из заголовка протокола RTP и/или из протокола RTCP.

На шлюзе VoIP-GW фиксируются данные RTP-заголовка для всех каналов как стороны А, так и стороны В. Эти данные преобразуются в понятный для нас вид со значениями задержек, времени получения пакета и номером пакета. Затем файл с этой информацией поддается обработке и в результате получаем данные только для стороны В шлюза. Результаты обрабатываются теперь с помощью программы выравнивания джиттера, что вносит еще большую задержку. Затем имитационное время разбивается на отсчеты. Далее для обработки выбирается только один

канал и уже для него по алгоритму VQmon (алгоритм модели уровня протокола переноса) находятся значения коэффициента R, оценивающего качество передачи речи для каждого промежутка времени. Кроме этого, находятся и статистические данные, такие как задержка в сети; коэффициент искажений, вносимых оборудованием; оценка качества по алгоритму Bpl, в котором не учитывается разделение на групповые и одиночные потери. При оценке варьировались следующие параметры: тип устройств кодирования-декодирования (G.711 и G.723.1), пропускные способности каналов связи (256, 512, 1024 кбит/с) и методы оценки качества речи (экспертная модель и модель уровня протокола переноса).

По результатам проведенного исследования были получены следующие выводы:

1. Значение R, определяющее качество по стобальной системе, тем выше, чем выше пропускная способность канала связи.

2. Значение R зависит от типа кодека. Качество передачи речи при использовании кодека G.723.1 выше, чем при G.711.

3. Методика оценки VQmon, учитывающая локацию групповых и одиночных потерь, эффективнее и показывает лучшие результаты в отличие от методики, учитывающей только устойчивость кодека к потерям.

4. Средняя задержка в сети одинакова за счет выравнивания в буфере джиттера. В нашей модели она равна 92 мс.

5. Чем больше нагрузка на узел доступа к сети, тем с худшим качеством будет передаваться речь. Для обеспечения должного качества необходимо либо уменьшать нагрузку за счет сокращения количества операторов обслуживания вызовов, либо увеличивать пропускную способность.

6. Коэффициент искажений, вносимых оборудованием в процессе кодирования-декодирования тем больше, чем меньше пропускная способность канала связи.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КАНАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Лемешко А.В., Васюта К.С., Добрышкин Ю.Н.

E-mail: avlem@mail.ru

Ключевой задачей современных и перспективных телекоммуникационных технологий в соответствии с требованиями положений концепций Active Network (AN), Traffic Engineering, MultiPath Routing, QoS-Based Routing является оптимизация использования имеющихся сетевых ресурсов – буферного пространства сетевых узлов, пропускной способности трактов передачи и др. Одна из основных задач технологии Active Network состоит в придании «интеллектуальных» свойств узлам сети, которые, адаптивно и скоординированно отслеживая состояние ТКС, должны обеспечить обработку разнородного по своему составу трафика в соответствии с установленными приоритетами и показателями качества обслуживания (Quality Service, QoS).

Специфика AN заключается в наделении самих приложений способностью определять полностью или частично порядок своей обработки, что связано с возможностью дополнительной настройки функций сети под текущие потребности отдельных трафиков пользователей. Концепция активных сетей вводит активные технологии в самое ядро сети, распространяя их действие на отдельные маршрутизаторы, коммутаторы и серверы с повышением их интеллектуальности на новый уровень.

В этой связи, предложена математическая модель согласованного решения задач многопутевой маршрутизации и динамического распределения канальных ресурсов с обеспечением требуемых значений показателей QoS. Результатом комплексного решения поставленных задач является множество безконтурных путей, вдоль которых резервируется необходимый объем канальных ресурсов и обеспечиваются гарантии качества обслуживания по выбранным показателям.

Одной из отличительных особенностей практической реализации

предложенной модели является переход от статических схем к динамическим стратегиям распределения канальных ресурсов. По аналогии с эволюцией решений маршрутных задач внедрение динамических стратегий предполагает постоянный перерасчет управляющих переменных – переменных распределения канальных ресурсов, которые также могут группироваться в соответствующие управляющие таблицы. Обновление подобных таблиц (таблиц распределения канальных ресурсов) можно производить множеством способов, однако заслуживает внимания подход, основанный на рассылке их содержания (приоритетов обслуживания пакетов) в виде активных пакетов.

Программная реализация этого подхода заключается в следующем:: после поступления трафика в сеть, он маркируется, информация о классе и приоритете записывается в пакет-капсулу (инкапсулируется). После маркировки информация о капсуле записывается в заголовок пакета в поле APCI (Active Processing Control Information), на основании которого на каждом сетевом узле работает уже активизированная кодом заложенная ранее схема распределения ресурсов. Таким образом, объем выделяемых (резервируемых) канальных ресурсов изначально определяется на границе сети индивидуально для каждого узла и зависит от маркировки того или иного пакета, вся информация об этом содержится в пакете-капсуле.

Преимущество предложенного подхода заключается в обеспечении адаптивного характера управления канальным ресурсом в зависимости от состояния сети (ее топологии, загруженности сетевых узлов и трактов передачи), а также в реализации динамической стратегии управления, в соответствии с которой на каждом узле объем выделяемых (резервируемых) канальных ресурсов может изменяться под требования пользователей к качеству своего обслуживания. Предложенный способ обновления управляющей информации аналогичен принципу обновления таблиц коммутации меток в технологии MPLS при решении маршрутных задач, что может способствовать скорейшему внедрению предложенных решений на практике.

ВЛИЯНИЕ МОДЕЛЕЙ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАКЕТОВ НА КАЧЕСТВО РЕШЕНИЯ МАРШРУТНЫХ ЗАДАЧ

Дробот О. А., Гоголева М. А., Симоненко Д. В.

E-mail: avlem@mail.ru, JusticE_ua@mail.ru

Маршрутизация – один из наиболее динамично развивающихся процессов сетевого уровня. В рамках сетевых концепций Traffic Engineering, QoS-Based Routing и Load Balancing Routing многопутевая маршрутизация рассматривается как эффективное средство сбалансированной загрузки ТКС и обеспечения требуемых показателей качества обслуживания.

В процессе моделирования анализировались структуры с различным количеством трактов и узлов сети. Сравнивались пять моделей с использованием стратегий М/М/1 и М/Д/1:

1. Модель с однопутевой маршрутизации (ОПМ), в основу которой заложен протокол RIP.v1. В ней метрикой маршрута является расстояние до пункта назначения (число пересылок).

2. Модель многопутевой маршрутизации (МПМ), с метрикой протокола RIP.v2. Отличие с первой моделью заключается в возможности поддерживать балансировку нагрузки по путям с равной стоимостью. В зависимости от топологии сети число маршрутов может меняться.

3. Модель МПМ с заложенной в основу метрикой протокола IS-IS, и с возможностью балансировки нагрузки по путям с неравной стоимостью. Включение маршрутов будет последовательным, на основании финансовой стоимости. Метрика стоимости аддитивна, т.е. должна складываться вдоль всего пути.

4. Модель МПМ с заложенной в основу метрикой протокола IGRP и обеспечением балансировки нагрузки по путям с неравной стоимостью. Метрика представляет собой приведенное значение пропускной способности равное $10^7 / \varphi_{ik}$.

5. Модель МПМ гарантирующая минимизацию максимальной загрузки всех трактов передачи. В ее основу положена потоковая модель Галлагера. Метрикой выбора маршрута является загрузка трактов

передачи. Данная метрика относится к классу вогнутых или минимаксных, что означает минимизацию максимальной загрузки трактов.

Исследования реализовывались как на программно, так и на фрагменте экспериментальной сети, в состав которой входили модульные маршрутизаторы компании Cisco Systems C2801 и компьютеры (оконечные станции). Для генерации трафика и сбора статистических данных применялся программный пакет нагрузочного тестирования сети IxChariot.

В работе проведен сравнительный анализ потоковых моделей маршрутизации на предмет возможности реализации принципов гарантированного качества обслуживания. В результате определено, что наиболее подходящей под определение QoS – маршрутизации относится МПМ с балансировкой нагрузки по путям с неравной стоимостью. Это связано в первую очередь с тем, что подход, основанный на однопутевой доставке данных, приводит к возникновению перегрузочных явлений даже при имеющихся свободных сетевых ресурсах. Это связано с перегрузкой кратчайшего пути множеством передаваемых трафиков, т.к. большинство обходных путей (маршрутов) остается незадействованными. Причем наиболее успешной из всех приведенных моделей МПМ является потоковая модель Галлагера. Следует заметить, что эта модель показывает приемлемые результаты в области низких нагрузок и лучшие результаты, когда сеть близка к состоянию перегрузки. Кроме этого достоинством этой модели является то, что с увеличением масштаба сети, значение среднего времени возрастает не более чем на 10%, а во всех остальных моделях среднее время увеличивается в следующих пределах 31.25%-43.75%, для МПМ (IS-IS) и для МПМ (IGRP) – 37.5%-38.5%.

Кроме того, анализируя результаты, полученные при использовании систем М/М/1 и М/Д/1, показали, что при системе обслуживания М/Д/1 средняя задержка выбранных моделей уменьшилась в 1,5-2 раза.

УДК 621.39

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЕТЕВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ СЕТИ

Андрушко Д.В., Андрушко Ю.В., Фурсова О.Б., рук. Мельникова Л.И.

E-mail: starik_1985@mail.ru

В результате развития IP сетей за последнее десятилетие, на первый план вышли проблемы оптимизации и повышения эффективности использования сети. Для решения этих задач была предложена концепция трафик инжиниринга (TE), очерчивающая задачи оптимизации использования сетевых ресурсов, обслуживания трафика и пути их решения. В RFC-2702 даны рекомендации по реализации механизмов трафик инжиниринга в сетях с многопротокольной коммутацией меток (MPLS-TE). Особое внимание в технологии MPLS-TE уделяется вопросам обработки ошибок и сетевых повреждений. Предложенные расширения быстрой ремаршрутизации (Fast Reroute), дают возможность интеллектуально обрабатывать повреждения и обеспечить быструю сходимость сети. Механизмы быстрой ремаршрутизации позволяют переключиться на резервные пути и добиться такой же скорости восстановления, как и в технологии SDH (обычно $t_{cx} < 50ms$).

Одной из основных составляющих любого протокола обработки ошибок – обнаружение факта сбоя. Следует учитывать, что в протоколах канального и сетевого уровней время обнаружения сбоя может достигать десятков секунд, что приведет к обрывам сессий между приложениями. Во всех транспортных технологиях предусмотрены механизмы защиты от сбоев. Например, в SONET/SDH реализованы механизмы автоматической защитной коммутации (APS), обеспечивающие обнаружение и переключение на резервные пути. В рамках расширений к стандартному протоколу резервирования ресурсов для

сетей IP, определенных в рекомендации комитета IETF RFC-3209, существует возможность определить сбой на участке сети в течении десятков миллисекунд.

Целью вышеперечисленных механизмов является минимизация влияния критического режима функционирования сети, т.е выхода из строя отдельного канала или узла связи, либо перегрузок, на качество обслуживания трафика

конечных пользователей

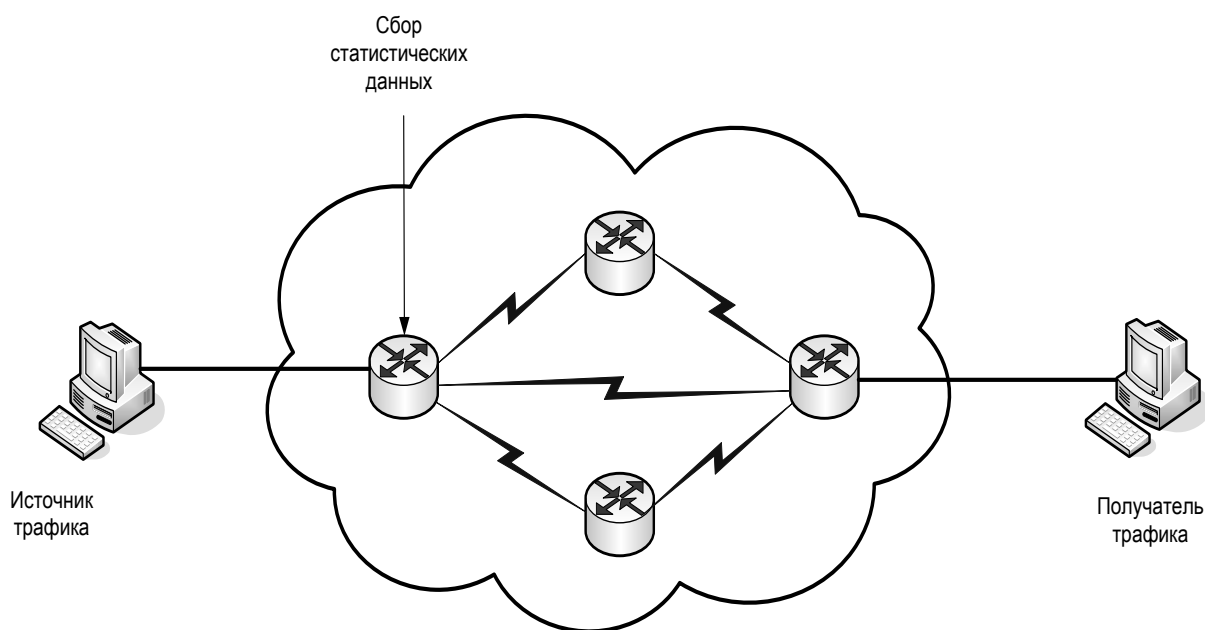


Рисунок 1. Фрагмент экспериментальной сети

Экспериментальное исследование сетевых параметров в критическом режиме работы, проведенное на фрагменте сети (рис. 1), позволило получить временные и вероятностные характеристики трафика для сети, находящейся в критическом режиме работы. В результате эксперимента путем мониторинга загрузки очередей, эмпирически определены предельные значения потерь пакетов показывающие необходимость оптимизации распределения информационных потоков и ремаршрутизации трафика.

АНАЛІЗ РОЗПОДІЛУ ІНФОРМАЦІЙНИХ
ПОТОКІВ У БЕЗПРОВОДОВИХ МЕРЕЖАХ
ШИРОКОСМУГОВОЇ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

Глоба Л.С., Скулиш М.А. *E-mail: mb_s@ukr.net*

У теперішній час значного розвитку набувають технології безпроводового широкосмугового доступу, на їх основі проваджуються нові мережі передачі даних, наприклад, такі як WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access). Важливою складовою у роботі таких систем є надання додаткових послуг абонентам таких як трансляція відео, доступ до Інтернет або послуги інтерактивного спілкування (з використанням технології VoIP).

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 моделюванні розподілу інформаційних потоків по безпроводовій широкосмуговій мережі передачі даних, та оцінці якості обслуговування абонентів мережі за критерієм мінімальних затримок трафіків, що обслуговуються.

Сучасні методи модуляції інформаційного сигналу дозволяють використовувати стиснення даних для їх передачі у розривних проміжках часу, тобто використовувати принцип розділення каналу у часі (TDMA) [2]. Також застосовується принцип частотного розділення каналу, тоді смуга частот, що використовується для передачі в заданому напрямку поділяється на нерівні частини, залежно від вимог типу трафіку, що передається.

Оцінка методів розподілу ресурсів здійснюється по критерію мінімальних затримок трафіків у мережі, що описується в роботі. Затримка трафіку у мережі розраховується за формулою (1).

$$T = \frac{\left(\sum_{i=1}^N \sqrt{\lambda_i / \lambda \mu_i} \right)^2}{C(1-\rho)} \quad (1)$$

де T – загальна затримка повідомлення в мережі, N – кількість вузлів мережі, λ_i – середня швидкість надходження повідомлень до вузла i , $1/\mu_i$ – середня довжина цих повідомлень, C – загальна ємність мережі, ρ – навантаження мережі.

Таким чином, якщо йдеться про три різні інформаційні потоки (відео, VoIP, дані), тоді для оцінки роботи системи в цілому є три критерії: затримка відео інформації (T_v), затримка голосу, що передається по IP (T_{VoIP}) та затримка Інтернет трафіку даних (T_D). Параметрами цих функцій виступають ємність каналу, що відведена для передачі відповідного трафіку, навантаження мережі, яке створюється певним типом трафіку, а також відповідні інтенсивності надходження та інтенсивності обслуговування заявок.

Отже, обчислюючи систему за трьома критеріями (T_v , T_{VoIP} , T_D) та багатьма параметрам для різних методів керування трафіками у системі мобільного стільникового зв'язку, маємо можливість обрати оптимальний метод за критеріями мінімальної затримки трафіків у системі.

Використані джерела

1. Шринивас Вегешна. Качество обслуживания в сетях IP. : Пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2003.
2. Коммуникационные сети (стохастические потоки и задержки сообщений). Л. Клейнрок, - М. : Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1970. - 256 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ БЕСПРОВОДНОГО
ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА В СРЕДЕ NETWORK SIMULATOR

Тарасенко О.И., Кравчук С.А. E-mail: helland@meta.ua

Вопросы моделирования систем беспроводного широкополосного доступа являются по-прежнему актуальными, так как более точное их моделирование позволяет заранее оценить возможности системы, качественно спрогнозировать ее поведение в различных условиях эксплуатации, а значит, в перспективе, и наделить систему достаточной устойчивостью для противодействия влияниям внешних факторов.

В этой связи известный интерес вызывает программный пакет моделирования ns (network simulator), который разработан на базе операционных систем типа UNIX и является свободно распространяемым универсальным средством моделирования телекоммуникационных сетей [1, 2]. Данный пакет создан на основе языков: C++, Tcl, OTcl, и защищен лицензией GPL. Пакет ns предоставляет пользователю широкие возможности по моделированию сетей связи от проводных до беспроводных архитектур. При этом моделируются распространенные протоколы TCP, UDP, ftp, telnet и др. Хотя сам пакет ns разработан только для проведения численного моделирования (в нем отсутствуют средства графического представления результатов моделирования), но существует богатый набор вспомогательных программных средств специально для обработки результатов моделирования и отображения их в виде графического изображения.

Для беспроводных сетей мобильной связи пакет предоставляет возможности моделирования поведения сети в зависимости от скорости движения мобильных станций, модели распространения волны, вида антенны и т.д.

Основные достоинства и недостатки программы можно свести к следующему

Достоинства:

- Данная программа является бесплатной;
- Поддерживает огромное число видов сетей связи, и постоянно расширяет свои возможности в этом направлении;
- Поддерживает наиболее применяемые сетевые протоколы;

Недостатки:

- Данная программа не обладает графическим интерфейсом, что усложняет работу с ней;
- Для данной программы нет среды разработки скриптов, что значительно усложняет процесс их написания и отладки.

Наконец, в докладе приведены примеры анализа беспроводной системы широкополосного радиодоступа в среде пакета ns.

Литература:

1. Altman E., Jimenez T. NS Simulator for beginners: Lecture notes, 2003-2004 // Univ. de Los Andes, Merida, Venezuela and ESSI, Sophia- Antipolis, France, 2004. – 146 p.
2. Fall K., Varadhan K. The ns Manual: The VINT Project (a collaboration between researches at US Berkeley, LBL, USC/ISI and Xerox PARC) // Berkeley, LBL, February 5, 2007. – 460 p.

УДК 621.39

ПОСТРОЕНИЕ СТРУКТУРЫ МОДЕЛИ GPSS НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА РАБОТЫ ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ

Бородавко С.Н. Максимов В.В.

E-mail: borsir01@ukr.net; maks@densoft.com.ua

Аннотация – Ставится и решается задача построения структуры GPSS-модели телефонной сети для проведения статистических испытаний с целью проверки полученных аналитическим путем величин нагрузок, поступающих на станции, включенные в абонентские блоки цифровых АТС.

Введение

Определение нагрузок на станции, включенные в абонентские блоки цифровых АТС, требует детального анализа различных вариантов топологии сети, структурного состава абонентов, множества режимов работы и др. Задача может быть решена с помощью имитационного моделирования в среде GPSS

Основная часть

Разработка структуры модели производится на примере аналитической модели стационарной телефонной сети [1] с использованием объектно-ориентированного языка GPSS [2].

Наиболее наглядной является модель, явно отображающая взаимосвязи ее элементов (модель с «прозрачной структурой»). Ее особенностью есть свойство детализации и множества повторений отдельных блоков создающих слои одной функциональности, но с разными значениями переменных (параметров) в разных плоскостях структуры. Это свойство влечет за собой перерасход ресурсов среды моделирования и может стать критичным в условиях жесткого ограничения на объем модели.

Структура, устраняющая этот недостаток, строится с использованием косвенной адресации. Принцип этого приема заключается в неявном объявлении параметров модели, а именно: в отличие от предыдущей данная модель имеет один набор операторных блоков

отражающих общий алгоритм работы телефонной сети. Все параметры, определяющие логику ее работы, задаются с помощью некоторых зависимостей (функций). На определенных этапах эти параметры возвращаются туда, где они необходимы. Выбор их значения зависит от информации, которая переносится заявкой.

В результате моделирования получены статистические наборы значений нагрузок, рассчитаны их математические ожидания. Абсолютные (относительные) отклонения результатов моделирования нагрузок от полученных аналитическим путем лежат в пределах от $0,0004$ до $0,5$ ($8 \cdot 10^{-5}$ до 7.5%).

Разработанная модель может использоваться как для моделирования стационарной цифровой телефонной сети, так и для моделирования ее взаимодействия с мобильными и пакетными сетями. В этих случаях, как в аналитической, так и в разработанной модели, следует учитывать реальные колебания интенсивностей нагрузок, создаваемых абонентами моделируемых типов сетей.

Заключение

1. Результаты имитационного моделирования показали практическое совпадение значений нагрузок с полученными аналитическим путем.

2. При моделировании различных типов сетей и их взаимосвязей необходимо учитывать экспериментальные значения среднеквадратических отклонений интенсивностей нагрузок для соединений между абонентами этих сетей.

IV. Список литературы

1. Максимов В.В. Дослідження та розробка методу розрахунку навантаження на систему «Цифровий абонентський блок АТС – кінцеві станції мережі» // Наукові вісті НТУУ «КПІ» 2004 №4. – С.23-33.
2. Томашевский В.Н., Жданова Е.Г. Имитационное моделирование в среде GPSS. – М.: Бестселлер, 2003. – 416 с.

УДК 621.39

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПОВТОРНЫХ ПЕРЕДАЧ НА ПОКАЗАТЕЛИ СЕТИ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ

Еременко А.С., Персиков А.В.

E-mail: alexere@ukr.net; white_seal@mail.ru

Повторные передачи возникают в различных типах сетей, взаимодействующих в рамках сети следующего поколения. Это могут быть сети сигнализации, сети передачи управляющих данных на основе технологий IP, MPLS, SIGTRAN и сети передачи пользовательских данных. Особую важность исследования повторных передач приобретают также в связи с повсеместным внедрением беспроводных сетей (например, сети стандарта 802.11, WiMAX).

Исследования проблемы повторных передач и соответствующие методики оценки средних показателей производительности и различных характеристик систем с повторными передачами разработаны в основном для телефонных сетей и некоторых отдельных ситуаций, возникающих в сетях с коммутацией пакетов. Таким образом, является актуальной разработка новой (универсальной) методики для оценки влияния повторных передач в сетях различного типа в рамках сети следующего поколения.

Повторные передачи в сетях сигнализации могут возникать по причине потерь сигнальных единиц вследствие ухудшения помеховой обстановки, ошибок маршрутизации, фильтрации сигнальных единиц, наличия некорректно работающих узлов, отказов узлов, атак типа «отказ от обслуживания» и др. В сетях IP, ATM и MPLS повторные вызовы возникают вследствие истечения времени нахождения единиц в сети, фильтрации трафика межсетевыми экранами, отбрасывании пакетов для обеспечения заданного уровня QoS и др. Для беспроводных сетей актуальными являются все вышеназванные факторы, а также факторы, связанные с изменением пропускной способности сети вследствие адаптации к помеховой обстановке в канале связи.

При моделировании ситуаций, связанных с исследованием причин повторных передач может использоваться аппарат теории случайных процессов, теории телетрафика, теории сетей Петри и других. В таких моделях потоки повторных передач можно рассматривать как дополнительный трафик, являющийся критическим для производительности сетевых соединений и сети в целом, и изучать влияние повторных передач на режим работы сетевых элементов и изменение структуры сети.

Исследование моделей с повторными передачами предполагает следующие шаги (порядок шагов не является жестко фиксированным):

- нахождение и анализ вероятностных характеристик трафика;
- нахождение соотношения доли повторных передач в общем потоке;
- модернизация и расчет модели с несколькими классами запросов;
- учет различных дисциплин обслуживания трафика;
- учет в модели фактора пачечности трафика;
- анализ настойчивости пользователя;
- анализ структурных изменений сети;
- анализ изменения вероятностных характеристик при слиянии сетей.

Шаги должны повторяться много раз для уточнения показателей.



Рациональным при такой методике является группировка различных типов повторных вызовов и причинно-следственных связей появления повторных вызовов в рамках обобщающей системы массового обслуживания – орбиты. Коррекция модели на основе данных, полученных в ходе использования методики, уже производится только для орбиты, а не сети в целом. Такой подход позволяет упростить анализ сети без потери качества оценок.

УДК 621.396.946

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕСПРОВОДНОЙ ЧАСТИ СИСТЕМЫ СВЯЗИ WiMAX ПРИ ПОМОЩИ ПРОГРАММЫ EDX SIGNALPRO™

Шелковников Б.Н., Ящук А.С. E-mail: YAAS@bigmir.net

Аннотация – При помощи программного пакета EDX SignalPro™ (далее EDX SP) спроектирована беспроводная часть системы WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access – «международное взаимодействие для микроволнового доступа»). Получены результаты и характеристики, которые в реальных условиях могут помочь экономии материально-технических и (или) временных затрат на развертывание сетей такого типа.

I. Введение

Технология WiMax (рабочая частота 2-11 ГГц) позволяет предоставлять одновременно услуги телефонии, доступа в Интернет и передачи данных без использования кабельных линий. В отличие от традиционных технологий радиодоступа, WiMax работает и на отраженном сигнале, вне прямой видимости базовой станции, несмотря на городские застройки, деревья или погодные условия. WiMax дает возможность решить одну из самых серьезных проблем доступа к Интернету, так называемую проблему "последней мили". Данный доклад посвящен проектированию системы WiMax с помощью прикладной программы EDX SP.

II. Основная часть

Программное обеспечение (ПО) EDX — это набор инструментариев для моделирования и проектирования беспроводных телекоммуникационных систем. EDX SP (часть ПО EDX) позволяет производить расчет зоны покрытия и интерференции радиоволн для случая связи точка-точка и точка-многоточка в диапазоне от 30 МГц до 60 ГГц [2]. В докладе приведены возможности программы EDX SP касательно исследования технологии WiMax, приведены достоинства и недостатки данного пакета.

Решаемые задачи: частотно-территориальное планирование сети, проблема электромагнитной совместимости, верификация характеристик работающей сети, оптимизация параметров оборудования.

Их решение предусматривает наличие следующих **исходных данных:** местность (рельеф, характер местности, места размещения

приемопередатчиков), оборудование (антенны, передатчики, приемники), радиостандарт (частотный диапазон, излучаемая мощность, метод разделения каналов).

На рис.1 приведен проектируемый участок сети с расположением базовых станций, а также соответствие между цветом покрытия и его параметрами (скорость передачи в обоих направлениях, отношение сигнал-шум в точке)



Рис.1 — Проектируемый участок сети с цветовым соответствием покрытия и его параметров

Receiver:

Use Receiver Type Database: ☐

Receiver Type: WiMAX 6.0MHz generic

Required service threshold: -96.1 dBmW

Required service C/(I+N) ratio: 5.0 dB

Receiver noise level: -101.1 dBmW

Receiver noise figure: 6.3 dB

Equivalent receiver noise bandwidth: 6.0000 MHz

Рис.2 — Параметры приемника одной из БС

На рис.2 представлены параметры приемника одной из БС, которым он должен удовлетворять (необходимый порог мощности, отношение сигнал-шум, уровень шума приемника, коэффициент шума приемника, эквивалентная полоса шума). Их изменение ведет к смягчению или ужесточению требований, предъявляемых к этому приемнику. Например, в случае передачи информации с более или менее высоким качеством.

Ключевым компонентом программы является положенная в ее основу модель радиоканала. На рис.3 показаны уровни сигнала, а также его прохождение на местности от передатчика к данной точке покрытия по радиоканалу.

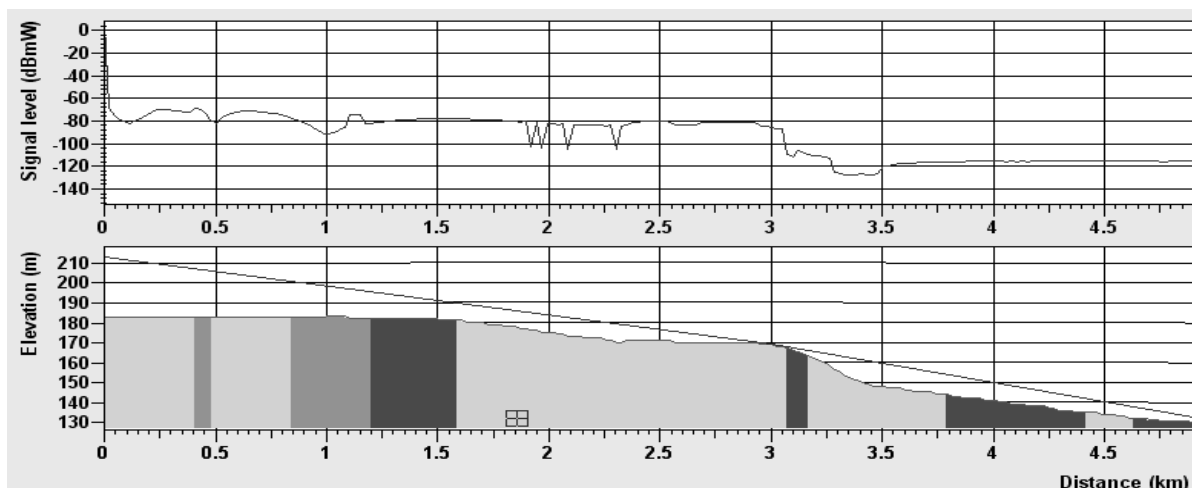


Рис.3 — Уровень сигнала и трасса его прохождения на местности от передатчика к данной точке сети

III. Заключение

В результате проектирования беспроводной части системы WiMax получены параметры и характеристики, которые могут быть использованы при дальнейшем, более детальном моделировании системы данного типа.

IV. Список литературы

- [1] Harry R. Anderson, Fixed Broadband Wireless System Design, John Wiley, 2003. – 501p.
- [2] EDX[®] SignalPro[®] + Network Design Add-On Module. view /EDX Wireless/http://edx.com/products/signalpro_ndm.html

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ МАРШРУТИЗАЦИИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТА ТЕОРИИ ИГР

Симоненко Д.В., Старкова Е.В.
E-mail: Elena_Starkova@ukr.net

В связи с тем, что задачи маршрутизации и управления в мультисервисных сетях на данном этапе развития телекоммуникационных систем стоят очень остро, приобретает актуальность задача разработки новых моделей и методов маршрутизации, которые позволят обеспечить более высокую производительность и надежность передачи информации с учетом требований к показателям качества обслуживания (Quality of Service, QoS).

С учетом того, что процессы информационного обмена и маршрутизации в телекоммуникационных сетях носят динамический характер, модель маршрутизации должна быть также динамической. К тому же необходимо принимать во внимание тот факт, что решение задач управления сетевыми ресурсами и маршрутизации должно носить распределенный характер и учитывать иерархическое построение сети. Модель управления и маршрутизации может быть получена на основе использования аппарата марковских управляемых процессов, представленных дифференциальными или разностными уравнениями состояния. При этом под состоянием ТКС принимаются величины загруженности буферного пространства узлов и канальных ресурсов, а в качестве управляющих выступают переменные, характеризующие результат решения задач маршрутизации и управления сетевыми ресурсами, а также задач распределения абонентского трафика на этапе доступа к сети.

Проведенный анализ показал, что одним из наиболее приемлемых инструментов для решения поставленных задач может выступать теория игр. Известные ранее модели и методы маршрутизации могут быть рассмотрены как частные случаи формализации игрового процесса. Из множества типов динамических игр наиболее подходящими являются те, в

которых динамика игрового процесса и стратегии игроков описываются дифференциальными или разностными уравнениями. В качестве игроков могут выступать как отдельные маршрутизаторы так и целые подсети или автономные системы. Игровой капитал может быть представлен в виде буферных и канальных ресурсов, а также производительности сети. Стратегии взаимодействия игроков должны удовлетворять следующим условиям:

- 1) не должно нарушаться равновесие системы;
- 2) сетевые ресурсы должны использоваться сбалансировано;
- 3) стратегия должна носить динамический характер.

В случае, когда в качестве игроков рассматриваются целые подсети, игра приобретает кооперативный характер. При этом целевой функцией коалиции может выступать как максимизация производительности подсети, так и минимизация загрузки канальных и буферных ресурсов в той же подсети. В данном случае стратегией каждой коалиции является максимальное использование межсетевых канальных ресурсов. При рассмотрении задач маршрутизации внутри отдельных подсетей или автономных систем игра приобретает характер бескоалиционной игры нескольких лиц. В этом случае каждый игрок стремится минимизировать загрузку буферных ресурсов за счет максимального использования принадлежащих ему канальных ресурсов.

Таким образом, игровая трактовка проблем маршрутизации позволяет обобщить и систематизировать известные модели и методы, а также разработать новые более функциональные. Эти методы в отличие от ранее известных способны обеспечить динамическое согласованное решение задач маршрутизации и управления в телекоммуникационных сетях. Также при использовании методов теории игр появляется возможность учета таких важных особенностей процесса маршрутизации как образование коалиции игроков, кооперативный характер игры, что в конечном итоге позволит получить более высокие показатели качества и оперативности решений со снижением объемов служебного трафика.