

И.А. Гепко, В.Ф. Олейник, Ю.Д. Чайка, А.В. Бондаренко

Под редакцией доктора технических наук, профессора
В.Ф. Олейника

Современные беспроводные сети: состояние и перспективы развития

Киев, 2009

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	
ВВЕДЕНИЕ	
Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ШИРОКОПОЛОСНЫХ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ СВЯЗИ	
1.1. Место BWN в современной электросвязи.....	
1.1.1. Телекоммуникационные характеристики BWN.....	
1.1.2. Транспортные сети и их краткая характеристика	
1.2. Факторы становления и развития BWN.....	
1.2.1. Компьютерная техника и сетевые технологии.....	
1.2.2. Твердотельная элементная база.....	
1.2.3. Телекоммуникационные технологии.....	
1.2.3.1. Особенности архитектуры и взаимодействия элементов сетей сотовой связи и широкополосного доступа.....	
1.2.3.2. Эволюция технологий сетей сотовой связи и широкополосного доступа.....	
1.2.4. Роль международных организаций сферы телекоммуникаций в становлении и развитии BWN.....	
1.3. Стандартизация BWN.....	
1.3.1. Эталонная взаимодействия модель открытых систем ISO/OSI...	
1.3.2. Предмет и организация стандартизации BWN.....	
1.4. Радиочастотное обеспечение BWN.....	
Список литературы к главе 1	
Глава 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВРЕМЕННЫХ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ	
2.1. Беспроводные каналы связи	
2.1.1. Базовые характеристики беспроводных каналов связи	
2.1.1.1. Сигналы и спектры. Основные понятия	
2.1.1.2. Обобщенная модель и основные характеристики радиоканала	
2.1.2. Характеристики физической среды передачи радиосигналов и особенности распространения радиоволн	
2.1.2.1. Распространение радиоволн в свободном пространстве	
2.1.2.2. Явление многолучевости распространения радиоволн	
2.1.2.3. Основные модели распространения радиоволн	
2.1.3. Помехи, искажения и замирания в каналах беспроводной связи.	
2.1.3.1. Основные виды помех.....	
2.1.3.2. Быстрые и медленные замирания	
2.1.3.3. Эффект Доплера	

2.1.3.4.	Методология выбора параметров радиointерфейса в системах беспроводной связи	
2.2.	Виды модуляции в цифровых каналах связи	
2.2.1.	Современные способы модуляции и манипуляции	
2.2.2.	Цифровые способы модуляции несущей по фазе	
2.2.2.1.	Двоичная фазовая манипуляция	
2.2.2.2.	Квадратурная фазовая манипуляция (QPSK).....	
2.2.2.3.	Многопозиционная фазовая модуляция	
2.2.3.	Квадратурная амплитудная манипуляция (QAM)	
2.2.4.	Манипуляция несущей по частоте	
2.2.5.	OFDM (ортогональное мультиплексирование частотных каналов)	
2.3.	Канальное (корректирующее) кодирование	
2.3.1.	Задачи и основные принципы корректирующего кодирования ..	
2.3.1.1.	Задачи кодирования в телекоммуникациях	
2.3.1.2.	Основные принципы помехоустойчивого кодирования	
2.3.1.3.	Пример. Кодирование и декодирование линейного кода (6,3)	
2.3.2.	Коды Рида-Соломона	
2.3.2.1.	Некоторые сведения из теории полей Галуа	
2.3.2.2.	Принципы построения кодов Рида-Соломона	
2.3.2.3.	Декодирование кодов Рида-Соломона	
2.3.3.	Сверточные коды	
2.3.3.1.	Структура и формирование сверточных кодов	
2.3.3.2.	Декодирование сверточных кодов. Алгоритм Витерби	
2.3.4.	Турбо коды	
2.3.4.1.	Принципы итеративного (турбо) кодирования	
2.3.4.2.	Структура турбо кодера	
2.3.4.3.	Структура турбо декодера	
2.3.4.4.	Основные свойства и особенности турбо кодов	
2.4.	Перекрытие и рандомизация данных	
2.4.1.	Перекрытие	
2.4.1.1.	Блочное перекрытие	
2.4.1.2.	Сверточное перекрытие	
2.4.2.	Рандомизация	
2.5.	Технологии расширения спектра сигналов	
2.5.1.	Метод прямого расширения спектра	
2.5.2.	Коды расширения спектра	
2.5.2.1.	Псевдослучайные последовательности	
2.5.2.2.	Ортогональные функции расширения спектра (коды Уолша).	
2.5.2.3.	Последовательности Голда	
2.5.2.4.	Последовательности Касами	
2.5.2.5.	Ортогональные коды переменной длины	

2.5.3.	Метод расширения спектра скачками по частоте	
2.5.4.	Комбинированные методы расширения спектра и модуляции ...	
2.5.4.1.	<i>M</i> -ичное ортогональное кодирование	
2.5.4.2.	Модуляция комплементарным кодом (ССК)	
2.5.4.3.	Модуляция циклическим сдвигом кода	
2.5.4.4.	Время-импульсная модуляция	
2.6.	Множественный доступ к среде передачи	
2.6.1.	Множественный доступ с частотным разделением каналов	
2.6.2.	Множественный доступ с временным разделением каналов	
2.6.3.	Множественный доступ с кодовым разделением каналов	
2.6.4.	Множественный доступ с ортогональным разделением частотных каналов (OFDMA).....	
2.6.5.	Метод состязательного доступа АЛОНА	
2.7.	Защита информации в телекоммуникационных системах	
2.7.1.	Основные категории информационной безопасности в системах беспроводной связи	
2.7.2.	Симметричные криптографические системы	
2.7.3.	Асимметричные криптографические системы	
2.7.3.1.	Принципы построения асимметричных криптосистем	
2.7.3.2.	Криптографическая система RSA	
2.7.3.3.	Криптографические системы на эллиптических кривых	
2.7.4.	Аутентификация и обеспечение целостности	
2.7.4.1.	Аутентификация корреспондентов	
2.7.4.2.	Обеспечение целостности информации	
Список литературы к главе 2		

Глава 3. БЕСПРОВОДНЫЕ ЛОКАЛЬНЫЕ СЕТИ (WIRELESS LAN – WLAN).....

3.1.	Общие сведения о WLAN.....	
3.1.1.	Место WLAN в современных телекоммуникациях.....	
3.1.2.	Исторические аспекты становления WLAN.....	
3.2.	Архитектура беспроводных локальных сетей.....	
3.2.1.	Факторы, определяющие архитектуру WLAN.....	
3.2.2.	Элементы архитектуры WLAN.....	
3.2.3.	Взаимодействие элементов архитектуры.....	
3.2.4.	Эпизодические WLAN.....	
3.3.	Обзорные сведения о функционировании WLAN стандарта IEEE 802.11.....	
3.3.1.	Радиочастотное обеспечение WLAN стандарта IEEE 802.11.....	
3.3.2.	MAC-фреймы.....	
3.3.3.	Менеджмент сети.....	
3.3.3.1.	Синхронизация сети.....	
3.3.3.2.	Изменение и перераспределение состава STA сети.....	

3.3.3.3.	Работа станций в режиме пониженного энергопотребления ..	
3.3.3.4.	Конфиденциальность передачи сообщений между станциями сети.....	
3.3.4.	Управление доступом к беспроводной среде.....	
3.3.5.	Доставка сообщений.....	
3.3.5.1.	Адресация и контроль доставки сообщений.....	
3.3.5.2.	Протокольные аспекты доставки сообщений.....	
3.4.	Технологии множественного доступа в WLAN.....	
3.4.1.	Режимы множественного доступа в WLAN стандарта IEEE 802.11.....	
3.4.2.	DCF-доступ.....	
3.4.2.1.	Базовый доступ.....	
3.4.2.2.	RTS/CTS доступ.....	
3.4.2.3.	Фрагментация фреймов данных.....	
3.4.3.	PCF- доступ.....	
3.5.	Радиотехнологии физического уровня WLAN стандарта IEEE 802.11.....	
3.5.1.	Базовая (Legal) радиотехнология стандарта IEEE 802.11.....	
3.5.2.	Дополнительные (High Rate, Extended Rate) радиотехнологии стандарта IEEE 802.11.....	
3.5.2.1.	Дополнительная технология IEEE 802.11b.....	
3.5.2.2.	Дополнительные технологии IEEE 802.11a и 802.11g.....	
	Список литературы к главе 3.....	

Глава 4. БЕСПРОВОДНЫЕ ПЕРСОНАЛЬНЫЕ СЕТИ	
4.1.	Общие сведения о беспроводных персональных сетях.....
4.1.1.	Место WPAN в современных телекоммуникациях.....
4.1.2.	Исторические аспекты становления WPAN.....
4.2.	Bluetooth технология.....
4.2.1.	Телекоммуникационные возможности Bluetooth.....
4.2.2.	Транспорт сообщений в WPAN технологи Bluetooth.....
4.2.2.1.	Физические каналы и физические связи.....
4.2.2.2.	Логический транспорт и связи.....
4.2.3.	Самоорганизация сетей Bluetooth. Состояние и режимы работы сетевых устройств.....
4.2.3.1.	Состояния и режимы работы устройств в пикосетях.....
4.2.3.2.	Процессы перехода из состояния готовности в состояние соединения.....
4.2.3.3.	Режимы работы устройств Bluetooth в состоянии соединения.....
4.2.3.4.	Состояние парковки.....
4.3.	Персональные сети стандарта IEEE 802.15.3 (Wireless Media).....
4.3.1.	Телекоммуникационные возможности сетей WiMedia

4.3.1.1.	Частотные каналы технологии WiMedia, разновидности применяемых радиосигналов и скорость передачи данных....
4.3.1.2.	Множественный доступ абонентов к временному ресурсу пикосети.....
4.3.1.3.	Зависимые пикосети.....
4.3.2.	Транспорт сообщений в сетях WiMedia.....
4.3.2.1.	Разновидности, структура и управление передачей сообщений.....
4.3.2.2.	Состязательный доступ к передаче сообщений.....
4.3.3.	Самоорганизация сетей WiMedia.....
4.4.	Персональные сети с низкой скоростью передачи данных (ZigBee сети).....
4.4.1.	Телекоммуникационные возможности ZigBee сетей.....
4.4.1.1.	Топология ZigBee сетей.....
4.4.1.2.	Частотный ресурс и частотные характеристики каналов связи ZigBee сетей.....
4.4.1.3.	Множественный доступ абонентов к временному ресурсу ZigBee каналов.....
4.4.2.	Транспорт сообщений в ZigBee сетях.....
4.4.2.1.	Разновидности и форматы передаваемых сообщений.....
4.4.2.2.	Технологии состязательного доступа к частотному каналу сети
4.4.3.	Самоорганизация ZigBee сетей и маршрутизация сообщений ...
4.4.3.1.	Общие сведения о самоорганизации ZigBee сетей.....
4.4.3.2.	Адресация приборов и маршрутизация сообщений.....
Список литературы к главе 4.....	

Глава 5. СЕТИ ШИРОКОПОЛОСНОГО БЕСПРОВОДНОГО ДОСТУПА СЕМЕЙСТВА СТАНДАРТОВ IEEE 802.16

5.1.	Семейство стандартов WiMAX.....
5.1.1.	Введение. Сети WirelessMAN и WiMAX-Forum.....
5.1.2.	Задачи и области применения технологии WiMAX.....
5.1.3.	Стандарты и спецификации физического уровня IEEE 802.16-х.....
5.1.4.	Этапы внедрения и развития сетей стандартов IEEE 802.16-х
5.2.	MAC-уровень стандарта IEEE 802.16-х.....
5.2.1.	Функции MAC-уровня.....
5.2.2.	Архитектура MAC-уровня.....
5.2.2.1.	Подуровень конвергенции (преобразования сервиса).....
5.2.2.2.	Основной подуровень CPS (Common Part Sublayer).....
5.2.2.3.	Подуровень безопасности.....
5.2.3.	Особенности управления и организации соединений.....
5.2.3.1.	Сервисные потоки и управление качеством.....

5.2.3.2.	Управляющие сообщения.....	
5.2.3.3.	Организация соединений.....	
5.2.3.4.	Механизмы выделения канальных ресурсов.....	
5.2.4.	Блоки данных MAC-уровня (MAC PDU).....	
5.2.5.	Структуры данных уровня MAC и пакеты физического уровня..	
5.2.6.	Инсталляция пользовательской станции в сети.....	
5.2.7.	Спецификации управления MAC-уровня IEEE 802.16-х.....	
5.2.7.1.	Управление в сети с топологией “точка-многоточка”.....	
5.2.7.2.	Особенности управления в Mesh-сети.....	
5.2.8.	Особенности реализации функций MAC-уровня в “мобильной” версии WiMAX.....	
5.2.8.1.	Управление мобильностью.....	
5.2.8.2.	Режимы функционирования пользовательской станции.....	
5.2.8.3.	Процедура хэндовера.....	
5.3.	Физический уровень спецификации WirelessMAN-SC.....	
5.3.1.	Формирование и структура фреймов.....	
5.3.1.1.	Схемы дуплекса.....	
5.3.1.2.	Структура фреймов.....	
5.3.2.	Основные процедуры подуровня адаптации к среде передачи (PMD) спецификации WirelessMAN-SC.....	
5.3.2.1.	Рандомизация данных.....	
5.3.2.2.	Корректирующее кодирование.....	
5.3.2.3.	Модуляция.....	
5.3.3.	Требования к радиочастотной части оборудования спецификации WirelessMAN-SC.....	
5.3.4.	Особенности спецификации WirelessMAN-SCa.....	
5.4.	Физический уровень спецификации WirelessMAN-OFDM.....	
5.4.1.	Формирование сигнала на ортогональных поднесущих.....	
5.4.2.	Основные функции подуровня PMD спецификации WirelessMAN-OFDM.....	
5.4.2.1.	Рандомизация данных.....	
5.4.2.2.	Корректирующее кодирование.....	
5.4.2.3.	Перемежение.....	
5.4.2.4.	Модуляция.....	
5.4.2.5.	Тракт формирования сигнала для спецификаций WirelessMAN-OFDM (базовая станция).....	
5.4.2.6.	Управление мощностью и контроль состояния каналов.....	
5.4.3.	Структура OFDM-фреймов.....	
5.4.3.1.	Структура OFDM-фреймов для сетей с топологией “точка- многоточка”.....	
5.4.3.2.	Структура OFDM-фреймов для сетей с топологией “Mesh”..	
5.5.	Физический уровень спецификации WirelessMAN-OFDMA.....	

5.5.1.	Особенности реализации функций подуровня PMD спецификации WirelessMAN–OFDMA.....
5.5.2.	Формирование сигнала на ортогональных поднесущих и параметры масштабирования OFDMA.....
5.5.3.	Общие принципы формирования субканалов и субрежимы WirelessMAN-OFDMA.....
5.5.3.1.	Субрежим FUSC.....
5.5.3.2.	Субрежим PUSC.....
5.5.3.3.	Субрежим AMC.....
5.5.4.	Структура OFDMA-фреймов.....
5.5.5.	Требования к радиочастотной части приемно-передающего оборудования спецификаций WirelessMAN-OFDM/OFDMA.....
5.6.	Методы пространственного кодирования, технология MIMO и поддержка адаптивных антенн.....
5.6.1.	Пространственно-временное кодирование. Схема Аламоути.....
5.6.2.	Пространственно-частотное кодирование.....
5.6.3.	Технология MIMO в системе WiMAX.....
5.6.4.	Пространственное мультиплексирование в WiMAX.....
5.6.5.	Smart-антенны и их поддержка системами WiMAX.....
5.6.5.1.	Общие сведения о Smart- антеннах.....
5.6.5.2.	Smart-антенны с коммутируемым лучом.....
5.6.5.3.	Smart-антенны с адаптивным управлением.....
5.6.5.4.	Поддержка MIMO и адаптивных антенных систем в технологии WiMAX.....
5.7.	Архитектура и протоколы мобильного WiMAX.....
5.7.1.	Сетевая архитектура и интерфейсы.....
5.7.2.	Иерархия протоколов сети WiMAX IEEE 802.16e.....
5.8.	Архитектура безопасности в стандартах семейства IEEE 802.16....
5.8.1.	Ассоциации безопасности.....
5.8.2.	Сертификат X.509 и авторизация протокола конфиденциальности и ключевого управления.....
5.8.3.	Протокол конфиденциальности и управления ключами.....
5.9.	Релизы WiMAX.....
	Список литературы к главе 5.....

Глава 6. УНИВЕРСАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ UMTS.....

6.1.	Архитектура и принципы функционирования сети UMTS.....
6.1.1.	Введение. Проект UTRA ETSI: общая характеристика.....
6.1.2.	Домен оборудования пользователя (домен абонентского оборудования).....
6.1.3.	Домен сетевой инфраструктуры UMTS.....
6.1.4.	Домен оборудования базовой сети.....

6.1.5.	Идеология управления сетью в UMTS.....	
6.1.5.1.	Обобщенная модель взаимодействия протоколов управления	
6.1.5.2.	Управление “по вертикали”.....	
6.1.5.3.	Управление “по горизонтали”.....	
6.1.6.	Управление радиоресурсами в сети UMTS.....	
6.1.7.	Эволюция инфраструктуры и архитектурных концепций UMTS.	
6.2.	Принципы организации каналов в системе UMTS.....	
6.2.1.	Общая характеристика и функциональные особенности каналов UMTS.....	
6.2.2.	Архитектура и основные функции протоколов сети UMTS	
6.2.3.	Общая характеристика логических каналов UMTS.....	
6.2.4.	Транспортные каналы UMTS.....	
6.2.4.1.	Общая характеристика и классификация транспортных каналов.....	
6.2.4.2.	Отображение логических каналов на транспортные каналы ..	
6.3.	Архитектура радиоинтерфейса в системе UMTS.....	
6.3.1.	Общая характеристика радиоинтерфейса UMTS/FDD.....	
6.3.2.	Отображение транспортных каналов UMTS на физические каналы.....	
6.3.3.	Физические каналы сети UTRAN.....	
6.3.3.1.	Общая характеристика физических каналов.....	
6.3.3.2.	Структура физических каналов в UTRAN.....	
6.3.3.3.	Выделенные физические каналы.....	
6.3.3.4.	Общие физические каналы.....	
6.3.4.	Принципы канального кодирования в UTRAN.....	
6.3.4.1.	Каналообразующие и скремблирующие коды в UTRAN	
6.3.4.2.	Канальное кодирование в восходящем направлении.....	
6.3.4.3.	Канальное кодирование в нисходящем направлении.....	
6.3.5.	Кодирование и мультиплексирование каналов в стандарте WCDMA/UMTS.....	
6.3.5.1.	Мультиплексирование каналов в стандарте UMTS.....	
6.3.5.2.	Корректирующее кодирование.....	
6.3.5.3.	Планирование пакетов в UTRAN.....	
6.3.5.4.	Согласование скоростей передачи пакетных данных.....	
6.3.5.5.	Пример мультиплексирования при формировании речевого фрейма.....	
6.4.	Процедуры физического уровня в системе UMTS.....	
6.4.1.	Синхронизация и поиск соты в WCDMA.....	
6.4.1.1.	Каналы синхронизации в UMTS.....	
6.4.1.2.	Синхрокоды и их назначение.....	
6.4.1.3.	Алгоритм поиска соты.....	
6.4.2.	Вызов и процедура доступа мобильной станции к базовой	

станции.....	
6.4.3. Процедура эстафетной передачи (хэндовер).....	
6.4.4. Управление мощностью передатчика.....	
6.4.4.1. Управление мощностью передатчика в режиме FDD.....	
6.4.4.2. Особенности функционирования схемы управления мощностью в нисходящем канале.....	
6.5. Особенности реализации радиointерфейса UMTS в режимах FDD и TDD	
6.5.1. Общая характеристика и особенности радиointерфейса UMTS/TDD.....	
6.5.2. Особенности организации физических каналов в режиме TDD..	
6.5.3. Структура пакетов в каналах трафика и управления.....	
6.5.4. Особенности доступа и управления мощностью в режиме TDD..	
Список литературы к главе 6.....	

Глава 7. АРХИТЕКТУРА И РАДИОИНТЕРФЕЙС CDMA2000

7.1. Первый стандарт сотовой связи на базе технологии CDMA IS-95 (cdmaOne).....	
7.1.1. Введение. Эволюция систем cdmaOne.....	
7.1.2. Общая характеристика радиointерфейса IS-95.....	
7.1.3. Организация и архитектура каналов в cdmaOne.....	
7.1.3.1. Организация нисходящих каналов.....	
7.1.3.2. Организация восходящих каналов.....	
7.1.4. Особенности функционирования сети cdmaOne.....	
7.1.4.1. Принципы организации абонентского доступа.....	
7.1.4.2. Механизмы реализации хэндовера.....	
7.1.4.3. Архитектура сети cdmaOne.....	
7.2. Радиointерфейс cdma2000.....	
7.2.1. Общая характеристика радиointерфейса cdma2000.....	
7.2.2. Физический уровень cdma2000. Перемежение и кодирование....	
7.2.3. Модуляция и комплексное расширение спектра.....	
7.2.4. Методы передачи сигналов с ортогональным и пространственно-временным разнесением (в прямом канале) ...	
7.2.4.1. Метод ортогонального разнесения.....	
7.2.4.2. Метод пространственно-временного разнесения.....	
7.3. Организация физических каналов cdma2000.....	
7.3.1. Архитектура физических каналов cdma2000.....	
7.3.1.1. Прямой канал cdma2000.....	
7.3.1.2. Обратный канал cdma2000.....	
7.3.2. Структура и свойства физических каналов cdma2000.....	
7.3.2.1. Краткая характеристика каналов управления.....	
7.3.2.2. Структура и свойства каналов трафика в cdma2000.....	
7.4. Системная архитектура cdma2000.....	

7.4.1.	Архитектура сети и основные интерфейсы cdma2000.....
7.4.2.	Интерфейсы cdma2000 и стек протоколов.....
7.4.3.	Протоколы ISO/OSI cdma2000.....
7.4.4.	Архитектура и функции MAC-уровня. Логические каналы.....
7.5.	Особенности управления мощностью, доступа и хэндовера.....
7.5.1.	Процедура доступа.....
7.5.2.	Процедура хэндовера.....
7.5.3.	Контроль мощности.....
7.6.	Релизы cdma2000.....
7.6.1.	Стандарт cdma2000 1x EV-DO Rev.0 (TIA-856 Revision 0).....
7.6.2.	Стандарт cdma2000 1x EV-DO Rev.A (TIA-856 Revision A).....
7.6.3.	Стандарт cdma2000 1x EV-DO Rev.B (TIA-856 Revision B).....
7.6.4.	Стандарт cdma2000 1x EV-DV Rev.C (TIA-856 Revision C).....
7.7.	Механизмы обеспечения информационной безопасности в сетях 3G
7.7.1.	Принципы обеспечения безопасности информации в системах 3G.....
7.7.2.	Механизмы обеспечения безопасности в системе UMTS.....
7.7.2.1.	Аутентификация в системе UMTS.....
7.7.2.2.	Обеспечение конфиденциальности информационного обмена в UMTS.....
7.7.2.3.	Обеспечение целостности информации в UMTS.....
7.7.3.	Механизмы обеспечения безопасности в системе cdma2000
7.7.3.1.	Аутентификация в cdma2000.....
7.7.3.2.	Конфиденциальность в cdma2000.....
7.7.3.3.	Целостность данных в cdma2000.....
7.7.4.	Сравнительный анализ механизмов безопасности стандартов UMTS и cdma2000.....
Список литературы к главе 7.....	

Глава 8. НА ПУТИ К 4G.....

8.1.	Эволюция беспроводных технологий третьего поколения
8.1.1.	Предпосылки эволюции 3G.....
8.1.2.	Этапы эволюции радиотехнологий третьего поколения
8.1.3.	Конвергенция мобильной сотовой связи и сетей беспроводного широкополосного доступа.....
8.2.	Теоретические основы технологии HSPA
8.2.1.	Общие сведения об HSPA
8.2.2.	Базовые элементы и основные методы технологии HSPA
8.2.2.1.	Адаптация параметров передачи данных к характеристикам радиоканала. Адаптивная модуляция и кодирование
8.2.2.2.	Введение общего нисходящего канала данных (HS-DSCH)...
8.2.2.3.	Принцип динамического выделения канальных (кодовых) ресурсов

8.2.2.4.	«Интеллектуализация» функций базовой станции (Node B)...
8.2.2.5.	Механизм обработки автоматического запроса на повторную передачу.....
8.2.3.	Этапы эволюции технологии HSPA
8.3.	От мобильного WiMAX к MBWA
8.3.1.	Общие сведения о стандарте IEEE 802.20.....
8.3.2.	Краткая характеристика радиointерфейса IEEE 802.20.....
8.3.2.1.	Физический уровень IEEE 802.20.....
8.3.2.2.	MAC-уровень IEEE 802.20.....
8.3.2.3.	Поддерживаемые приложения и опции QoS.....
8.3.3.	Механизмы обеспечения безопасности в IEEE 802.20.....
8.4.	Ключевые характеристики систем беспроводной связи 4G
8.4.1.	Полемика вокруг 4G
8.4.1.1.	Концепция систем 4G в видении ITU-R
8.4.1.2.	Определение 4G по WWRF (Wireless World Research Forum).....
8.4.1.3.	Концепция 4G в видении IEEE
8.4.1.4.	Работы в направлении 4G в Азиатско-Тихоокеанском регионе.....
8.4.2.	Ключевые особенности беспроводной связи поколения 4G.....
8.4.2.1.	Архитектурная интеграция на основе протокола IP.....
8.4.2.2.	Адаптивный доступ к радиоресурсам и эпизодические (Ad Hoc) сети.....
8.4.2.3.	Управление качеством услуг (QoS) и адаптация к потребностям пользователя.....
8.4.2.4.	Новые технологии физического уровня.....
8.4.3.	Радиотехнология LTE (Long-Term Evolution).....
8.4.3.1.	Общая характеристика проекта LTE.....
8.4.3.2.	Особенности радиointерфейса LTE.....
Список литературы к главе 8.....	
Список основных сокращений.....	