



на шаг вперед

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ РАДИОСИСТЕМ UMTS и LTE: Теория и практика

Книга «РАДИОПОДСИСТЕМЫ UMTS/LTE.
Теория и практика»

Скрынников В.Г., эксперт ОАО «Мобильные ТелеСистемы»,
кандидат технических наук, старший научный сотрудник

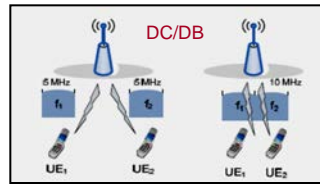
Региональный обучающий семинар МСЭ для стран СНГ
«Перспективы развития инфокоммуникаций: технологии и вопросы регулирования сектора».
23- 24 сентября 2014 года, г. Астана, Республика Казахстан



на шаг впереди

ОБЩАЯ ПРОБЛЕМАТИКА В СФЕРЕ РАЗВИТИЯ И ВНЕДРЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИМТ

Знание современных технологий — залог успеха бизнеса



Особенности радиочастотного обеспечения

- много международных решений
- много полос частот
- рефарминг
- технологическая нейтральность
- агрегированный спектр
- новые подходы к приграничной координации

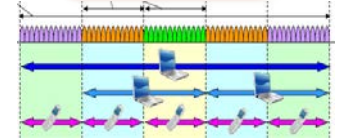
Глава 7

Особенности ЭМС

- новые статистические методы и средства оценки ЭМС

Глава 8

Агрегация спектра



Эволюция стандартов 3GPP

R'99
GSM/GPRS/EDGE

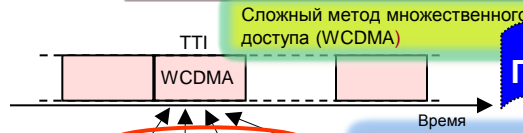
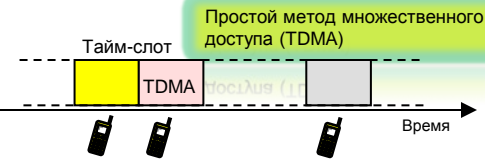
R'4-R'11
UMTS/HSDPA/HSUPA
UMTS/HSPA/HSPA+
(DC/DB-HSPA)

R'8-R'11
LTE
LTE-Advanced

Глава 4

Новый радиointерфейс OFDMA, SC-FDMA, FDD/TDD

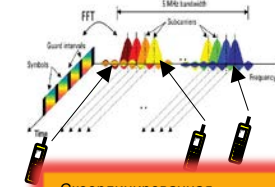
Глава 5



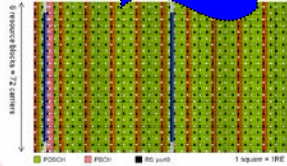
Глава 1

Сложная сигнально-кодированная конструкция, ШПС (QPSK, 16/64QAM)

Глава 2



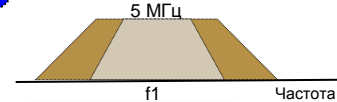
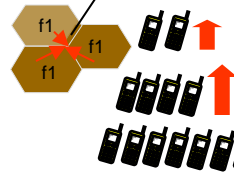
Скоординированная многоточечная передача



Ретрансляция в радиосети

Внутрисистемные помехи

Глава 3



Быстрая регулировка мощности в радиолинии

Сложные методы назначения радиоресурса в соединении

Глава 6

Планирование радиосетей

(сложная структура бюджета радиолинии)

Частотное планирование с повторным использованием частот

Приграничная координация (частотная)

Простые методы назначения радиоресурса в соединении

Медленная регулировка мощности в радиолинии

- Мягкий хэндовер (макро-разнесение)
- Разнесенный прием/передача
- Beamforming, MIMO



ГЛАВА 1. БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ РАДИОПОДСИСТЕМЫ UMTS

- 1.1. Кодовое разделение каналов
- 1.2. Расширение спектра сигнала
- 1.3. Модуляция и кодирование
- 1.4. Оптимальный прием
 - 1.4.1. Теория оптимального приема
 - 1.4.2. Однопользовательское детектирование
 - 1.4.3. Многопользовательское детектирование
 - 1.4.4. Реализация оптимального приема в UMTS
 - 1.4.5. Меры по повышению качества приема в UMTS
 - 1.4.6. Характеристики приема в UMTS
- 1.5. Основные параметры радиоинтерфейса UMTS

Источники – 35 наименований

ГЛАВА 2. АРХИТЕКТУРА РАДИОПОДСИСТЕМЫ UMTS

- 2.1. Логическая архитектура UTRAN
- 2.2. Системная архитектура UTRAN
 - 2.2.1. Логические каналы UTRAN
 - 2.2.2. Транспортные каналы UTRAN
 - 2.2.3. Физические каналы UTRAN
- 2.3. Сетевая архитектура UTRAN
 - 2.3.1. Спутниковый сегмент UTRAN
 - 2.3.2. Иерархия сетевой архитектуры наземного сегмента UTRAN
 - 2.3.2.1. Общая характеристика фемто-сот
 - 2.3.2.2. Взаимные влияния фемто-сот и общей сети UTRAN
 - 2.3.3. Сетевая архитектура UTRAN с платформой HAPS
 - 2.3.3.1. Общая характеристика
 - 2.3.3.2. Требования к HAPS
 - 2.3.3.3. Антенны для HAPS
 - 2.3.4. Технические характеристики РЭС UMTS
 - 2.3.4.1. Технические характеристики радиопередающих устройств базовых станций UMTS для режима FDD
 - 2.3.4.2. Технические характеристики радиоприемных устройств базовых станций UMTS для режима FDD
 - 2.3.4.3. Технические характеристики радиопередающих устройств абонентской станции UMTS для режима FDD
 - 2.3.4.4. Технические характеристики радиоприемных устройств абонентской станции UMTS для режима FDD
 - 2.3.4.5. Параметры, характеризующие частотно-избирательные свойства передающих и приемных устройств UMTS

Источники – 35 наименований

ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАДИОПОДСИСТЕМЫ UMTS

- 3.1. Эталонная модель взаимодействия открытых сетей OSI
- 3.2. Протоколы UTRAN
 - 3.2.1. Общая структура протоколов UMTS
 - 3.2.2. Уровневая структура протоколов UTRAN
 - 3.2.2.1. Физический уровень
 - 3.2.2.2. Канальный уровень
 - 3.2.2.3. Сетевой уровень
 - 3.2.3. Широковещательная передача данных MBMS
 - 3.2.4. Управление радиоресурсами RRM
- 3.3. Управление доступом к сети UTRAN
 - 3.3.1. Общая концепция
 - 3.3.2. Коэффициент загрузки сети UTRAN
 - 3.3.3. Алгоритмы управления доступом к сети UTRAN
 - 3.3.3.1. Алгоритмы, основанные на оценке полной мощности
 - 3.3.3.2. Алгоритмы, основанные на оценке пропускной способности
 - 3.3.4. Управление нагрузкой сети
 - 3.3.5. Управление мобильностью (хэндоверы) в сети UTRAN
 - 3.3.5.1. Общая характеристика хэндоверов в UMTS
 - 3.3.5.2. Измерения при хэндоверах в UMTS
 - 3.3.5.3. Полумягкий хэндовер (Softer-handover)
 - 3.3.5.4. Мягкий хэндовер (Soft-handover)
 - 3.3.5.4.1. Выигрыш, получаемый при мягком хэндовере
 - 3.3.5.4.2. Оптимизация мягких хэндоверов
 - 3.3.5.4.3. Влияние мягкого хэндовера на качество услуг передачи данных в сетях UMTS
 - 3.3.5.5. Жесткие хэндоверы (Hard-handover)
 - 3.3.5.5.1. Межчастотный хэндовер
 - 3.3.5.5.2. Межсистемный хэндовер
- 3.4. Динамическая регулировка мощности в UTRAN
 - 3.4.1. Распределение мощности базовой станции в радиоинтерфейсе UMTS
 - 3.4.2. Особенности регулировки мощности в радиоинтерфейсе UMTS
 - 3.4.3. Структура PC в UTRAN
 - 3.4.4. Динамика изменения выходной мощности передатчика
 - 3.4.5. Алгоритмы PC
 - 3.4.5.1. Алгоритм управления мощностью в разомкнутой петле
 - 3.4.5.2. Алгоритмы управления мощностью в замкнутой петле
 - 3.4.6. Регулировка мощности при хэндоверах
 - 3.4.6.1. Регулировка мощности при мягких хэндоверах
 - 3.4.6.2. Регулировка мощности в сжатом режиме
- 3.5. Внутрисистемные помехи в радиоинтерфейсе UMTS
 - 3.5.1. Энергетико-скоростные соотношения для радиоинтерфейса UMTS
 - 3.5.2. Оценка влияния соседних сот на требуемую мощность базовых станций сети UMTS
 - 3.5.3. Снижение влияния соседних сот на показатели сети UMTS
 - 3.5.3.1. Выбор рациональной конфигурации секторов в сети UMTS
 - 3.5.3.2. Применение адаптивных антенн
 - 3.5.3.3. Технология MIMO в системе UMTS
 - 3.5.3.3.1. Общие сведения о MIMO
 - 3.5.3.3.2. Особенности MIMO в системе UMTS
 - 3.5.3.3.3. Аспекты применения технологии MIMO
 - 3.5.4. Реконфигурация направленных антенн
- 3.6. Особенности широковещательной передачи MBMS в UTRAN
 - 3.6.1. Функции UTRAN при MBMS
 - 3.6.2. Протокол управления MBMS
- 3.7. О влиянии мобильных телефонов на здоровье человека
 - 3.7.1. Общая характеристика абонентских терминалов UMTS
 - 3.7.2. Международный опыт исследований влияния мобильных телефонов
 - 3.7.3. Критерий влияния мобильных телефонов на здоровье человека



ГЛАВА 4. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ IMT

- 4.1. Общие тенденции развития
- 4.2. Новые решения в радиointерфейсах UMTS
 - 4.2.1. Модуляция QAM
 - 4.2.2. Адаптация модуляции и кодирования
 - 4.2.3. Повторная передача данных по запросу HARQ
- 4.3. Стандартизация радиointерфейсов UMTS
 - 4.3.1. Международный союз электросвязи ITU
 - 4.3.2. Партнерский проект 3GPP
 - 4.3.3. Европейский институт по стандартизации в области телекоммуникаций ETSI
- 4.4. Динамика развития систем UMTS
 - 4.4.1. Этапы развития радиointерфейса UMTS
 - 4.4.2. Стандартизация систем IMT-Advanced
- 4.5. Радиointерфейс HSDPA
 - 4.5.1. Общие особенности HSDPA
 - 4.5.2. Специальные каналы HSDPA
 - 4.5.3. Организация пользовательских каналов при HSDPA
 - 4.5.4. Укороченный интервал передачи TTI
 - 4.5.5. Быстрая адаптация AMC
 - 4.5.6. Быстрое планирование и распределение ресурса
 - 4.5.7. Протокол MAC-hs
 - 4.5.8. Распределение мощности базовой станции при HSDPA
- 4.6. Радиointерфейс HSUPA
 - 4.6.1. Общие особенности HSUPA
 - 4.6.2. Физические каналы E-DPDCH и E-DPCCH
 - 4.6.3. Протоколы MAC-e и MAC-es

- 4.7. Радиointерфейс HSPA+
- 4.8. Реконфигурируемые системы
 - 4.8.1. Общее описание
 - 4.8.2. Программно-перестраиваемое радио SDR
 - 4.8.3. Когнитивное радио CR
 - 4.8.3.1. Основная идея когнитивного радио
 - 4.8.3.2. Методы мониторинга спектра
 - 4.8.3.3. Пилотный когнитивный канал CPC
 - 4.8.3.4. Возможные сценарии использования радиочастотного спектра
 - 4.8.3.5. Текущее состояние исследований в области CRS
 - 4.8.3.6. Взгляды европейских организаций на проблемные вопросы в области CRS
- 4.9. Многопролетные сети
 - 4.9.1. Многопролетная сеть в составе сотовой сети
 - 4.9.2. Маршрутизация в виртуальных многопролетных сетях
 - 4.9.3. Распределение каналов в виртуальных многопролетных сетях
- 4.10. Нетрадиционные методы построения алгоритмов в перспективных радиосистемах
 - 4.10.1. Новые подходы и их применение
 - 4.10.2. Общие сведения об искусственных нейронных сетях
- 4.11. Энерго-эффективные решения для сетей сотовой связи

Источники – 57 наименований



ГЛАВА 5. РАДИОИНТЕРФЕЙС СИСТЕМЫ LTE

- 5.1. Общие особенности LTE
 - 5.1.1. Сетевая архитектура LTE
 - 5.1.2. Автоматическая само-конфигурация и само-оптимизация сети SON
 - 5.1.3. Метод ортогонального частотного мультиплексирования OFDM
 - 5.1.4. Технология MIMO в LTE
 - 5.1.4.1. Разнесенная передача и прием
 - 5.1.4.2. Beamforming
 - 5.1.4.3. Пространственное мультиплексирование в LTE
 - 5.1.4.4. Общие требования по реализации режимов LTE/MIMO
 - 5.1.4.5. Конфигурации антенн MIMO в LTE
 - 5.1.4.6. Режимы MIMO в LTE
 - 5.1.4.7. Теоретические основы MIMO
- 5.2. Методы множественного доступа в радиointерфейсе LTE
 - 5.2.1. Метод радиодоступа в нисходящих каналах OFDMA
 - 5.2.2. Метод радиодоступа в восходящих каналах SC-FDMA
- 5.3. Частотно-временная структура радиointерфейса LTE
 - 5.3.1. Временная структура радиointерфейса LTE
 - 5.3.2. Частотно-временной ресурс
 - 5.3.3. Синхронизирующие сигналы
 - 5.3.4. Тестовые сигналы
 - 5.3.5. Представление сигнала LTE в частотно-временном пространстве
 - 5.3.6. Оценка пиковой скорости передачи данных в радиointерфейсе LTE
- 5.4. Каналы и протоколы радиointерфейса LTE
 - 5.4.1. Транспортные каналы
 - 5.4.2. Физические каналы
 - 5.4.3. Общая характеристика протоколов радиointерфейса LTE
 - 5.4.4. Физический уровень протоколов
 - 5.4.5. Канальный уровень протоколов
 - 5.4.5.1. Планирование пакетов
 - 5.4.5.2. Адаптивное распределение полосы передачи в LTE
 - 5.4.5.3. Способы назначения ресурса в частотной области
 - 5.4.5.4. Процедура повторной передачи HARQ
 - 5.4.5.5. Адаптация связи LA

СОДЕРЖАНИЕ

- 5.4.6. Сетевой уровень протоколов
 - 5.4.6.1. Управление доступом (Admission Control)
 - 5.4.6.2. Управление мобильностью
 - 5.5. Структура передающих и приемных устройств в LTE
 - 5.6. Особенности реализации MIMO в LTE
 - 5.6.1. Схемы LTE/MIMO в каналах Downlink и Uplink
 - 5.6.1.1. Downlink MIMO
 - 5.6.1.2. Uplink MIMO
 - 5.6.2. Технические решения по MIMO в системах LTE
 - 5.6.2.1. Форматы передачи отчетов о состоянии канала
 - 5.6.2.2. Матрица предварительного кодирования
 - 5.6.2.3. Особенности реализации режимов MIMO в LTE
 - 5.6.3. Скоординированная многоточечная передача CoMP
 - 5.6.4. Дальнейшее совершенствование технологии LTE/MIMO
 - 5.6.5. Характеристики LTE/MIMO
 - 5.6.5.1. Спектральная эффективность LTE-DL при MIMO для условий города
 - 5.6.5.2. Спектральная эффективность LTE-UL при MIMO для условий города
 - 5.6.5.3. Спектральная эффективность LTE-DL при MIMO внутри зданий
 - 5.6.5.4. Спектральная эффективность LTE-UL при MIMO внутри зданий
 - 5.7. Временной дуплекс LTE TDD
 - 5.8. Особенности радиointерфейса LTE-Advanced
 - 5.8.1. Агрегированное использование радиочастотного ресурса в LTE-Advanced
 - 5.8.1.1. Особенности агрегирования спектра в LTE-Advanced
 - 5.8.1.2. Принципы и правила агрегирования спектра в LTE-Advanced
 - 5.8.1.3. Сценарии агрегирования спектра в Rel'10
 - 5.8.1.4. Мощность передачи при агрегации спектра
 - 5.8.1.5. Архитектура передатчика при агрегированном спектре
 - 5.8.2. Усовершенствованная схема передачи в Uplink
 - 5.8.3. Внутрисотовая скоординированная многоточечная передача CoMP
 - 5.8.4. Передача с ретрансляцией (Relaying)
 - 5.8.5. Эффективность новых решений в радиointерфейсе LTE-Advanced
 - 5.9. Сравнительная оценка радиointерфейсов UMTS и LTE
- Источники – 77 наименований



ГЛАВА 6. ПЛАНИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ РАДИОСЕТЕЙ IMT

- 6.1. Общие особенности планирования радиосетей с кодовым разделением каналов
 - 6.1.1. Особенности частотного планирования UMTS
 - 6.1.2. Планирование кодов скремблирования в сети UMTS
 - 6.1.3. Особенности планирования зоны радиопокрытия
 - 6.1.4. Планирование сети при учете мягкого хэндовера
 - 6.1.5. Необходимость учета внутрисистемных помех
 - 6.1.6. Учет распределения мощности базовой станции при совмещенных режимах передачи данных (Rel'99 и HSDPA)
 - 6.1.7. Сложность процесса планирования
- 6.2. Алгоритмы планирования и оптимизации радиосети UMTS
 - 6.2.1. Общая характеристика процедур планирования и оптимизации сетей UMTS
 - 6.2.2. Структура алгоритма планирования и оптимизации радиосети
- 6.3. Бюджет радиолинии в сетях UMTS
 - 6.3.1. Структура Link Budget
 - 6.3.2. Параметры Link Budget
 - 6.3.2.1. Параметры, описывающие модели среды
 - 6.3.2.2. Параметры, описывающие типы сервисов и услуг
 - 6.3.2.3. Параметры, описывающие характеристики передатчика
 - 6.3.2.4. Параметры, описывающие характеристики приемника
 - 6.3.2.5. Параметры суммарных потерь
 - 6.3.3. Примеры Link Budget для UMTS
 - 6.3.3.1. Link Budget R'99 Uplink
 - 6.3.3.2. Link Budget канала CPICH
 - 6.3.3.3. Link Budget R'99 Downlink
 - 6.3.3.4. Link Budget HSDPA Uplink
 - 6.3.3.5. Link Budget HSDPA Downlink
 - 6.3.4. Аналитическое представление бюджета радиолинии
 - 6.3.5. Аналитическая оценка параметров радиосети HSDPA
 - 6.3.5.1. Оценка допустимого количества пользовательских каналов
 - 6.3.5.2. Оценка пропускной способности Downlink для разной мощности базовой станции
 - 6.3.5.3. Оценка пропускной способности Downlink при разных радиусах ячейки
 - 6.3.5.4. Оценка зоны радиопокрытия при разной мощности базовой станции
 - 6.3.6. Особенности планирования сетевых ресурсов в радиоинтерфейсе UMTS
- 6.4. Статистическое моделирование в интересах планирования радиосети UMTS
- 6.5. Некоторые особенности оптимизации радиосетей UMTS
- 6.6. Особенности планирования радиосети LTE
 - 6.6.1. Факторы, влияющие на планирование сетей LTE
 - 6.6.2. Аспекты планирования радиосетей LTE
 - 6.6.2.1. Планирование параметров радиосети LTE
 - 6.6.2.2. Особенности частотного планирования в сетях LTE
 - 6.6.2.3. Особенности бюджета радиолинии в LTE

Источники – 36 наименований



ГЛАВА 7. РАДИОЧАСТОТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ UMTS И LTE

- 7.1. Краткая историческая справка по развитию радиочастотного ресурса для IMT
 - 7.1.1. Международное распределение спектра
 - 7.1.2. Европейское распределение спектра
- 7.2. Потребность в радиочастотном ресурсе для систем IMT
 - 7.2.1. Методология и критерии оценки потребного радиочастотного ресурса
 - 7.2.2. Прогнозы потребностей в радиочастотном ресурсе
- 7.3. Состояние и перспективы использования радиочастотного спектра для систем IMT
 - 7.3.1. Нормативные аспекты регулирования использования спектра
 - 7.3.1.1. Международное регулирование использования спектра
 - 7.3.1.2. Европейские подходы к регулированию использования спектра
 - 7.3.1.3. Органы регулирования в области спектра в Европе
 - 7.3.1.4. Иерархия регулирования в области радиочастотного спектра
 - 7.3.2. Перспективы использования радиочастотного спектра в Европе
 - 7.3.2.1. Полоса радиочастот 790-862 МГц (диапазон 800 МГц)
 - 7.3.2.2. Полоса радиочастот 2500-2690 МГц (диапазон 2600 МГц)
 - 7.3.2.3. «Корневые» полосы радиочастот (диапазон 2100 МГц)
 - 7.3.2.4. Полоса радиочастот 3400-3800 МГц (диапазон 3400 МГц)
 - 7.3.2.5. Диапазоны частот 900 МГц и 1800 МГц
 - 7.3.3. Особенности использования радиочастотного ресурса для IMT в России
 - 7.3.3.1. Общая характеристика радиочастотного ресурса в России

- 7.3.3.2. Радиочастотный спектр для IMT
 - 7.3.3.3. Состояние полос радиочастот для IMT в России
- 7.4. Особенности использования радиочастот в системах UMTS/HSPA и LTE
 - 7.4.1. Типы дуплексов в системах IMT
 - 7.4.2. Номера частотных каналов в IMT
 - 7.4.2.1. UARFCN в системах UMTS/HSPA
 - 7.4.2.2. UARFCN в системах LTE
 - 7.4.3. Другие особенности IMT
 - 7.4.3.1. Применимость каналов LTE с разной шириной
 - 7.4.3.2. Эффективность LTE при разной ширине канала
 - 7.4.3.3. Мощность передачи при разной ширине канала
- 7.5. Приграничная координация сетей UMTS/HSPA и LTE
 - 7.5.1. Общие принципы приграничной координации сетей
 - 7.5.2. Особенности приграничной координации сетей UMTS/HSPA и LTE
 - 7.5.2.1. Координация сетей UMTS/HSPA на основе распределения кодовых групп
 - 7.5.2.2. Координация сетей LTE на основе распределения идентификаторов PCI
 - 7.5.3. Европейская нормативная база по приграничной координации сетей IMT
 - 7.5.4. Приграничная координация сетей IMT в разных полосах частот
 - 7.5.4.1. Координация сетей UMTS в диапазоне частот 2100 МГц
 - 7.5.4.2. Координация сетей UMTS в диапазонах частот 900 МГц и 1800 МГц
 - 7.5.4.3. Координация сетей GSM, UMTS, LTE и WiMAX в диапазонах частот 900 МГц и 1800 МГц
 - 7.5.4.4. Координация сетей IMT в полосе частот 2500-2690 МГц
 - 7.5.4.5. Координация сетей IMT в полосе частот 790-862 МГц

ГЛАВА 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ СЕТЕЙ IMT

- 8.1. Современные подходы к рассмотрению ЭМС
 - 8.1.1. Общая проблема радиочастотного обеспечения новых радиотехнологий
 - 8.1.2. Особенности ЭМС для технологий IMT
 - 8.1.2.1. Базовые особенности радиointерфейса UMTS
 - 8.1.2.2. Особенности радиointерфейсов HSPA и LTE
 - 8.1.3. Необходимость поиска новых подходов к оценке ЭМС
- 8.2. Общая задача ЭМС для технологий IMT
- 8.3. Статистическая модель оценки ЭМС SEAMCAT
 - 8.3.1. Методическая основа SEAMCAT
 - 8.3.1.1. Вычисление dRSS
 - 8.3.1.2. Вычисление $iRSS_{unwanted}$
 - 8.3.1.3. Вычисление $iRSS_{blocking}$
 - 8.3.1.4. Вычисление $iRSS_{intermod}$
 - 8.3.1.5. Полный алгоритм вычисления помеховых сигналов $iRSS$
 - 8.3.1.6. Особенности SEAMCAT применительно к CDMA и OFDMA
 - 8.3.2. Структура SEAMCAT
 - 8.3.3. Описание параметров и модели потерь в SEAMCAT
 - 8.3.4. Пользовательский интерфейс SEAMCAT
 - 8.3.5. Сценарии и параметры моделирования в SEAMCAT
 - 8.3.6. Виды распределений случайных параметров в SEAMCAT
 - 8.3.7. Моделирование адаптивных антенн в SEAMCAT
 - 8.3.8. Особенности моделирования когнитивных систем в SEAMCAT
 - 8.3.9. Особенности оценки ЭМС для WiMAX
- 8.4. Международные документы в области ЭМС
- 8.5. Типовые модели потерь в радиолинии
 - 8.5.1. Общее описание потерь при передаче сигнала
 - 8.5.2. Характеристика сред распространения сигнала
 - 8.5.3. Основы построения моделей потерь
 - 8.5.4. Характеристика применяемых моделей потерь
 - 8.5.4.1. Модель потерь в свободном пространстве
 - 8.5.4.2. Модель Okumura-Hata
 - 8.5.4.3. Модель COST-231 Hata
 - 8.5.4.4. Модель ECC-33
 - 8.5.4.5. Модель Walfisch-Ikegami
 - 8.5.4.6. Модель потерь P.1546
 - 8.5.4.7. Сферическая модель дифракции
 - 8.5.4.8. Модели потерь внутри зданий
 - 8.5.4.9. Специальные модели потерь
 - 8.5.4.10. Особенности моделей потерь для систем LTE
 - 8.5.5. Особенности описания потерь при MIMO
 - 8.5.5.1. Принципы построения пространственных моделей
 - 8.5.5.2. Характеристика моделей WINNER
- 8.6. Параметры систем IMT для оценки ЭМС
 - 8.6.1. Избирательные свойства систем IMT и спектральные маски сигналов
 - 8.6.1.1. Спектральные маски сигналов в IMT
 - 8.6.1.2. Ослабление смежных каналов ACLR
- 8.7. Условия ЭМС для сетей UMTS в диапазоне частот 900 МГц
 - 8.7.1. Совмещение сетей GSM и UMTS в диапазонах частот 900/1800 МГц
 - 8.7.2. Повышение эффективности использования радиочастотного ресурса в совмещенных сетях GSM/UMTS
 - 8.7.3. Разделительная зона в совмещенной сети GSM/UMTS
 - 8.7.4. Оценка условий ЭМС сети UMTS-900 и РСБН на основе энергетической эквивалентности
- 8.8. Особенности оценки ЭМС при сканирующей диаграмме направленности антенн
- 8.9. Обеспечение ЭМС за счет «псевдосотовой» структуры сетей UMTS
- 8.10. Электромагнитная совместимость сетей LTE-TDD

УДК 621.391+621.37+621.396.94+621.396.2
ББК 32.848+32.884.1
С 458

Скрынников В.Г.

С 458 Радиоподсистемы UMTS/LTE. Теория и практика – М.: Издательство «Спорт и Культура – 2000». 2012. – 864 с., ил.

ISBN 978-5-91775-089-7

Рассмотрен круг вопросов, охватывающих как теоретические аспекты построения и поэтапного развития радиоподсистем UMTS и LTE, так и аспекты, связанные с реальным внедрением радиотехнологий этих стандартов.

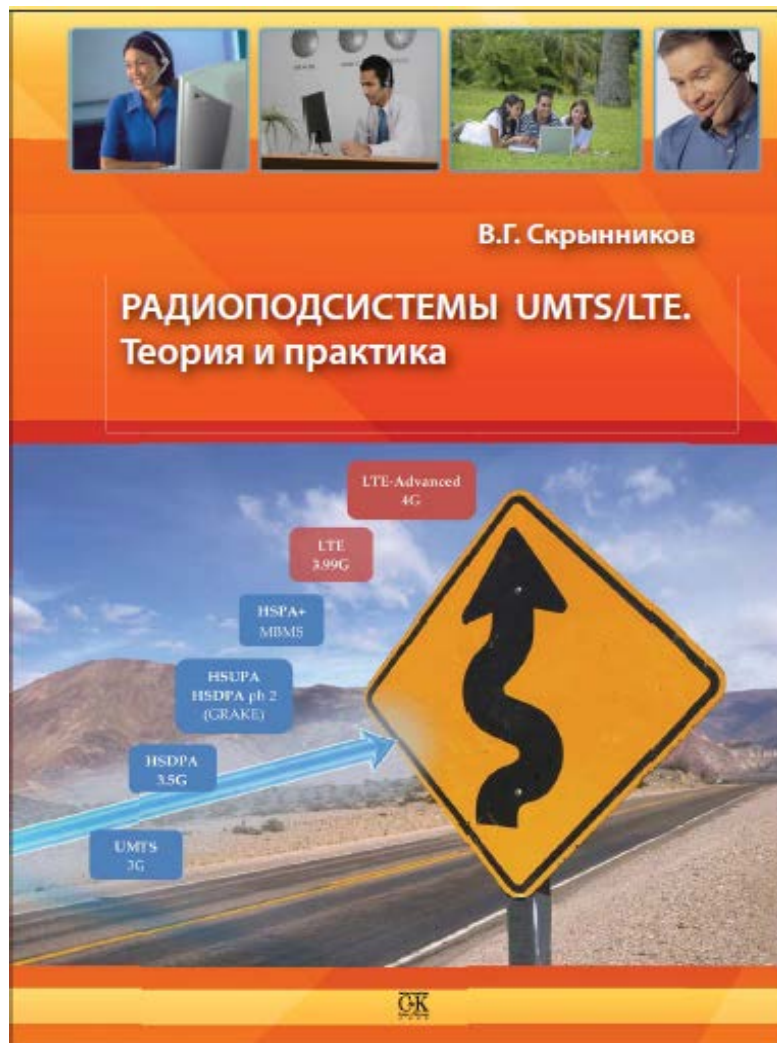
Описаны теоретические основы, базовые принципы и функциональные особенности радиоподсистем UMTS (UTRA) и LTE (E-UTRA) на разных этапах их эволюции. Дана характеристика каналов передачи данных, интерфейсов и сетевых протоколов UTRA и E-UTRA. Особое внимание уделено рассмотрению вопросов, связанных с принципиальными особенностями радиointерфейсов LTE и LTE-Advanced. Показаны преимущества методов модуляции и разделения каналов, применяемых в этих радиointерфейсах. Рассмотрены некоторые теоретические и практические аспекты технологий MIMO и адаптивных антенных систем, описаны их специфические особенности.

Описаны методики и результаты оценки основных показателей сетей UMTS и LTE на этапе их предварительного планирования.

Основное внимание уделено вопросам использования радиочастотного ресурса для сетей UMTS и LTE. Дана характеристика современного состояния и особенностей радиочастотного обеспечения сетей IMT. Описаны практика и опыт в области регулирования использования радиочастотного спектра за рубежом и в России. Приведены сведения о структуре и функциях международных органов регулирования в этой сфере, а также приведены перечни основных нормативных документов ITU, CEPT и ETSI. Показаны особенности частотного планирования в сетях UMTS и LTE. Основное внимание также уделено рассмотрению вопросов электромагнитной совместимости сетей IMT с другими радиосредствами, в том числе описаны особенности оценки ЭМС при внедрении новых радиотехнологий. Описаны типовые модели потерь на трассе распространения сигнала в разных диапазонах частот. Показаны общие подходы к оценке условий ЭМС с РЭС различного назначения и методы их обеспечения в реальных условиях, а также описаны статистические методы оценки ЭМС, разработанные автором на основе моделей SEAMCAT. Отмечены особенности приграничной координации сетей IMT.

Предназначено для научных и инженерно-технических работников, специалистов компаний – операторов сотовой связи, аспирантов и студентов высших учебных заведений, специализирующихся в области систем сотовой связи.

УДК 621.391+621.37+621.396.94+621.396.2
ББК 32.848+32.884.1



«Рекомендовано УМО по образованию в области Инфокоммуникационных технологий и систем связи в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 210700 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи квалификации (степени) «бакалавр» и квалификации (степени) «магистр»»:



на шаг впереди

ГДЕ ПРИОБРЕСТИ КНИГУ

Интернет (онлайн) магазины:

OZON.ru
онлайн мегамаркет №1

http://www.ozon.ru/context/div_book/



БИБЛИО-ГЛОБУС
ВАШ ГЛАВНЫЙ КНИЖНЫЙ

ИНТЕРНЕТ - МАГАЗИН

<http://www.bgshop.ru/Default.aspx>



на шаг впереди

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

E-mail: skvg@mts.ru
моб.: +7 (916) 641 3517