

Межрегиональный семинар МСЭ по широкополосному доступу

**Сравнительный анализ
перспектив внедрения технологий
беспроводного доступа LTE и подвижного WiMax**

Терещенко Станислава Витальевна
ведущий инженер ФГУП «ГРЧЦ»
Российская Федерация

4 – 6 октября 2011г.
г.Кишинев, Молдова

Федеральное государственное унитарное предприятие
Главный радиочастотный центр

ПОЛОСЫ ЧАСТОТ, ИДЕНТИФИЦИРОВАННЫЕ ДЛЯ ИМТ

Полоса частот (МГц)	Примечания Статьи 5 РР, идентифицирующие спектр для ИМТ
450-470	5.286AA (ВКР-07)
698-790	5.313A; 5.317A
790-960	5.317A
1 710-1 885	5.384A
1 900 – 2 025	5.384A
2 110-2 200	5.384A
2 300-2 400	5.384A (ВКР-07)
2 500-2 690	5.384A
3 400-3 500	5.430A (ВКР-07) , 5.432A, 5.432B
3 500-3 600	5.430A (ВКР-07) , 5.433A

Федеральное государственное унитарное предприятие
Главный радиочастотный центр

2

РАДИОИНТЕРФЕЙСЫ IMT

Полное название	Используемые наименования	Метод дуплексного разнеса
IMT CDMA Direct Spread	UTRA FDD WCDMA UMTS HSPA, HSPA+ E-UTRA FDD (LTE FDD) 	FDD
IMT CDMA Multi-Carrier	CDMA2000 1X и 3X CDMA2000 1xEV-DO CDMA2000 1xEV-DV CDMA2000, HRPD и UMD	FDD и TDD
IMT CDMA TDD (time-code)	UTRA TDD3.84 Mchip/s UTRA TDD1.8 Mchip/s (TD-SCDMA) UMTS E-UTRA TDD (LTE TDD) 	TDD
IMT TDMA Single-Carrier	UWC-136 EDGE	FDD
IMT FDMA/TDMA (frequency-time)	DECT	TDD
IMT OFDMA TDD WMAN	Мобильный WiMax IEEE 802.16e 	TDD

 Федеральное государственное унитарное предприятие
 Главный радиочастотный центр

3



ВНЕДРЕНИЕ СЕТЕЙ LTE И ПОДВИЖНОГО WIMAX В РАЗЛИЧНЫХ СТРАНАХ		
Диапазон МГц	LTE (TDD и FDD)	Подвижный Wimax (TDD)
700	Австралия, США , Канада , Бразилия, Колумбия, Мексика, Перу, Тайвань	Пакистан
800	Великобритания, Германия , Дания, Ирландия, Италия, Испания, Латвия, Литва, Португалия, Россия, Словения, Катар, Финляндия, Франция, Швеция , Хорватия, Южная Корея , ЮАР	Нет информации
900	Бельгия , Германия, Греция, Дания, Испания, Малайзия, Намибия Португалия, Швеция	Греция
1500	Япония	Нет информации
1700	Канада, Корея, США , Япония	Нет информации
1800	Австралия, Белоруссия, Бельгия, Бразилия, Великобритания, Германия, Греция, Индонезия, Ирландия, Италия, Китай, Латвия, Латвия, Малайзия, Норвегия , Польша, Португалия, Сингапур , Словения, Таиланд, Финляндия, Франция, Эстония, Южная Корея, ЮАР	Греция, Китай

Федеральное государственное унитарное предприятие
 Главный радиочастотный центр

5

ВНЕДРЕНИЕ СЕТЕЙ LTE И ПОДВИЖНОГО WIMAX В РАЗЛИЧНЫХ СТРАНАХ		
Диапазон МГц	LTE (TDD и FDD)	Подвижный Wimax (TDD)
1900	Аргентина	Нет информации
2100	Австралия, Аргентина, Бельгия, Великобритания, Канада , Мексика, США, Япония	Греция
2300-2400	Китай, Индия, Россия	Австралия , Бангладеш, Вьетнам, Индия, Индонезия , Канада, Казахстан, Китай, Кыргызстан, Малайзия, Нигер, Новая Зеландия, Россия, Саудовская Аравия , Таиланд, Таджикистан, Украина, Филиппины , Южная Корея
2600	Австралия, Австрия , Армения, Германия , Дания, Канада, Китай, Малайзия, Молдова, Норвегия , Россия, Сингапур, Словения, США, Узбекистан , Украина, Швеция, Финляндия, Эстония, Япония	Австралия, Азербайджан, Армения, Бангладеш, Беларусь, Европа, Индия, Кыргызстан, Казахстан, Пакистан , Россия, Саудовская Аравия , Сингапур, США, Тайвань, Таиланд, Таджикистан, Узбекистан, Украина, Филиппины, Япония
3400-3600	Нет информации	Австралия, Армения, Беларусь, Бразилия , Вьетнам, Греция, Индия, Индонезия , Ирландия, Канада, Казахстан, Китай, Нигер, Мексика, Пакистан , Россия, Украина, Уганда, Чили , Филиппины, ЮАР, Ямайка
3600-3800	Нет информации	Австралия, США, Португалия

Федеральное государственное унитарное предприятие
 Главный радиочастотный центр

6

РАЗЛИЧИЯ РАДИОИНТЕРФЕЙСОВ WIMAX IEEE 802.16E И LTE REL.8			
Показатель	LTE Rel.8	WiMax 802.16e	Примечание
Многостанционный доступ	OFDMA на линии вниз и SC-FDMA на линии вверх	OFDMA на линии вниз и на линии вверх	Использование SC-FDMA в стандарте LTE снижает пик-фактор, упрощается терминал, повышается КПД. Кроме того, использование разных методов доступа на линии вверх и вниз дает дополнительную гибкость использования РЧС
Диспетчеризация частотных ресурсов	Селективная	Рандомизированная	Частотная селективная диспетчеризация дает дополнительный энергетический выигрыш
Заголовки/служебная информация	Сравнительно малые заголовки	Достаточно большие заголовки	Снижение заголовков повышает спектральную эффективность
Задержка на обработку пакетов	10 мс	30 мс	Упрощенная архитектура сети LTE позволяет снизить задержку
Адаптация системы к каналу	Высокая точность (1-2 дБ)	Грубая настройка (2-3 дБ)	Адаптация с высокой точностью повышает спектральную эффективность
Управление мощностью	Частичное управление мощностью	Классический алгоритм	Частичное управление мощностью - компромисс между пропускной способностью на краю и в сумме по соте
Переиспользование частот	Коэффициент 1	Коэффициент 3	Меньше коэффициент, выше спектральная эффективность. Вместе с тем, предъявляются высокие требования к синхронизации в одночастотных сетях.
 ММО	 CL-ММО параллельное кодирование	ММО без обратной связи, последовательное кодирование	Обратная связь, ММО с перекодирование дает дополнительный энергетический выигрыш  7

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК		
Параметры	LTE Rel.8	WiMax 802.16e
Скорость передачи данных на краю соты	144 кбит/с	144 кбит/с
Используемая ширина полосы частот	540 кГц	1313 кГц
Модуляция и кодирование	QPSK 0,66	QPSK 0,5
Отношения С/Ш в приемнике	2,3 дБ	4,0 дБ
Коэффициент шума приемника	2,5 дБ	2,5 дБ
Чувствительность приемника	-111,9 дБм	-106,3 дБм
Усиление антенны	18,0 дБи	18,0 дБи
Потери в фидерном тракте	0,5 дБ	0,5 дБ
Вероятность покрытия	95%	95%
Запас на затенение	8,7 дБ	8,7 дБ
Запас на помехи	3 дБ	3 дБ
ЭИИМ абонентского терминала (UE)	23,0 дБм	23,0 дБм
 Радиус соты в городе	0,56 км	0,39 км

РАЗЛИЧИЯ РАДИОИНТЕРФЕЙСОВ WIMAX 802.16E И LTE REL.8

Оценка радиопокрытия для диапазона 2,3 ГГц
(в условиях городской застройки)

Показатель	LTE Rel.8	WiMax 802.16e
Дуплекс	TDD	TDD
Соотношение TDD линия вниз /линия вверх	1:1	3:2
Системная полоса частот	15 МГц	15 МГц
Число секторов БС	3	3
Схема MIMO на линии вниз	2x2	2x2
Схема MIMO на линии вверх	Разнесенный прием	Разнесенный прием



Федеральное государственное унитарное предприятие
Главный радиочастотный центр

9

СИСТЕМНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДИОИНТЕРФЕЙСОВ LTE REL.10 (LTE-ADVANCED) И WIMAX 802.16M

Показатель	Требования IMT-Advanced	LTE Rel.10	WiMax 802.16m
Пиковая спектральная эффективность (бит/с/Гц/спектр)	«линия вниз»: 15 (4x4) «линия вверх»: 6,75 (2x4)	«линия вниз»: 16,3 (4x4) «линия вверх»: 8,4 (2x4)	«линия вниз»: 16,3 (4x4) «линия вверх»: 8,4 (2x4)
Спектральная эффективность ячейки (бит/с/Гц/спектр)	«линия вниз»: 2,2 (4x2) «линия вверх»: 1,4 (2x4) (базовое покрытие города)	«линия вниз»: 2,4-3,8 (4x2) «линия вверх»: 1,5x-2,1 (2x4) (базовое покрытие города)	«линия вниз»: 2,6 (2x2) «линия вверх»: 1,3 (1x2) (ограниченная мобильность)
Пользовательская спектральная эффективность на границе ячейки (бит/с/Гц/спектр)	«линия вниз»: 0,06 (4x2) «линия вверх»: 0,03 (2x4) (базовое покрытие города)	«линия вниз»: 0,066-0,10 (4x2) «линия вверх»: 0,062-0,099 (2x4) (базовое покрытие города)	«линия вниз»: 0,09 (2x2) «линия вверх»: 0,05 (1x2) (ограниченная мобильность)
Латентность (мс)	C-plane: 100 (из спящего в активный) U-plane: 10	C-plane: 50 (из спящего в активный) U-plane: 4	C-plane: 100 (из спящего в активный) U-plane: 10
Мобильность (бит/с/Гц при км/ч)	0,55 при 120 км/ч 0,25 при 350 км/ч	3,15-1,08 до 120 км/ч 1,22-1,45 до 350 км/ч	Оптимальные характеристики до 10 км/ч; Плавное снижение до 120 км/ч; Поддержка связи до 350 км/ч
Перерыв при хэндовере (мс)	27,5 внутри несущей 40 (в полосе) между несущими 60 между полосами	10,5 во всех режимах	27,5 внутри несущей 40 (в полосе) между несущими 60 между полосами
Емкость VoIP (активные пользователи/спектр/МГц)	40 (4x2 и 2x4) (базовое покрытие города)	68-69 (4x2 и 2x4) (базовое покрытие города)	60 (2x2 и 1x2)

10

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОММЕРЧЕСКОГО УСПЕХА LTE И ПОДВИЖНОГО WIMAX		
Факторы	LTE	Подвижный Wimax
Разработка и поддержка стандарта		
Производители оборудования	Alcatel-Lucent, Ericsson, Huawei, Nokia, NEC, LG, Samsung и др.   	Alvarion, Alcatel-Lucent, Cisco, Intel, Huawei, Motorola, ZTE и др.  
Начало эксплуатации	декабрь 2009 года	октябрь 2007 года
Затраты на внедрение	высокие (плавный переход от сетей 3G затруднителен)	высокие (строительство новой сети)
Новый радиочастотный ресурс	требуется	требуется
Другие факторы	Поддерживаются некоторые протоколы 3G	Создан открытый патентный альянс, что позволит снизить цены на абонентские устройства

 Федеральное государственное унитарное предприятие
Главный радиочастотный центр

11

ПРОЕКТ ЧАСТОТНОГО ПЛАНА ДЛЯ IMT В ПОЛОСЕ ЧАСТОТ 698-960 МГц (ПРОЕКТ ПЕРЕСМОТРА РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-R М.1036)						
Источник предложений	Частотный план	Спаренный спектр				Неспаренный спектр (МГц)
		Тх ПС (МГц)	Центр. просвет (МГц)	Тх БС (МГц)	Дуплексный разнос (МГц)	
Азия, Америка	A1	824-849	20	869-894	45	—
Полосы GSM	A2	880-915	10	925-960	45	—
Европа	A3	832-862	11	791-821	41	—
Америка	A4	698-716	12	728-746	30	716-728
		776-793	13	746-763	30	
Азиатско-Тихоокеанское сообщество электросвязи	A5	703-748	10	758-803	55	—
	A6	—	—	—	—	698-806
Альтернативное предложение	A7	698-738	28	766-806	68	738-766

 Федеральное государственное унитарное предприятие
Главный радиочастотный центр

12

**ПРОЕКТ ЧАСТОТНОГО ПЛАНА ДЛЯ IMT В ПОЛОСАХ ЧАСТОТ
2300-2400 и 2500-2690 МГц
(ПРОЕКТ ПЕРЕСМОТРА РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-R М.1036)**

Частотный план	Спаренный спектр				Неспаренный спектр (МГц)
	Тх ПС (МГц)	Центр. просвет (МГц)	Тх БС (МГц)	Дуплексный разнос (МГц)	
E1	—	—	—	—	2300-2400 TDD

Частотный план	Спаренный спектр					Неспаренный спектр (МГц)
	Тх ПС (МГц)	Центр. просвет (МГц)	Тх БС (МГц)	Дуплексный разнос (МГц)	Исп-е центр. разноса	
C1	2500-2570	50	2620-2690	120	TDD	2570-2620 TDD
C2	2500-2570	20	2620-2690	120	FDD DL (другой план)	2570-2620 FDD DL (другой план)
C3	Технологическая нейтральность FDD/TDD					

Выводы

1. Сравнение стандартов LTE Rel.8 и WiMax 802.16e не выявило явных преимуществ той или иной технологии. Анализ перспектив дальнейшего развития стандартов LTE Rel.10 и WiMax 802.16m показал, что в будущем характеристики будут все больше сближаться.
2. Благодаря более раннему выходу на рынок и созданному открытому патентному альянсу подвижный WiMax имеет некоторое коммерческое преимущество над стандартом LTE. Однако развитие сетей на базе технологии LTE в настоящее время проходит более динамично.
3. Развитие обоих стандартов ставит ряд новых задач для регуляторов, связанных с проведением оценки эффективности затрат на высвобождение достаточного частотного ресурса и оценки эффективности выбора того или иного канального плана. Кроме того, для обеспечения реальной «подвижности» абонента, требуются полосы частот, гармонизированные на мировой основе.

Спасибо за внимание!

Вопросы...

Терещенко Станислава Витальевна
ведущий инженер ФГУП «ГРЧЦ»
Российская Федерация

