



# «Особенности использования радиочастотного спектра в сетях мобильной связи технологий LTE и LTE Advanced»

Руководитель Центра  
инновационных технологий и услуг  
ОАО «ГИПРОСВЯЗЬ»,  
Ученый секретарь ИТТ РАЕН  
к.т.н. Терентьев С.В.







## О ЦИТУ ОАО «ГИПРОСВЯЗЬ»

### Задачи Центра инновационных технологий и услуг

- Информационно-аналитические задачи мониторинга инновационных технологий (решений) и технико-экономический анализ результатов их внедрения в телекоммуникационных компаниях;
- Разработка предложений по технологической стратегии и единой технической политике развития телекоммуникационных компаний;
- Информационно-техническая поддержка федеральных проектов, направленных на развитие сетевой инфраструктуры телекоммуникационной компании в рамках реализации единой технической политики, а также внедрение услуг и сервисных платформ федеральном уровне сетей компаний;
- Организация и проведение консультаций и обучения персонала телекоммуникационных компаний особенностям внедряемых инновационных технологий в сфере телекоммуникаций.



# Состояние рынка услуг мобильного БШД 3G/UMTS в мире

В мире насчитывается **600 млн. абонентов** сетей 3G (UMTS + EVDO)...из которых **450 млн. абонентов** сетей UMTS/WCDMA, включающих около **165 млн. абонентов** в сетях операторов на основе технологии HSPA:

- Число абонентов сетей UMTS/WCDMA в 3 раза превосходит число абонентов сетей CDMA2000 EV-DO

- Построено более **290 сетей WCDMA** (включая 150 сетей в Европе) в различных **125+ странах мира...**

...среди которых около 260 сетей используют технологию HSDPA, 165 сетей используют технологию HSUPA,

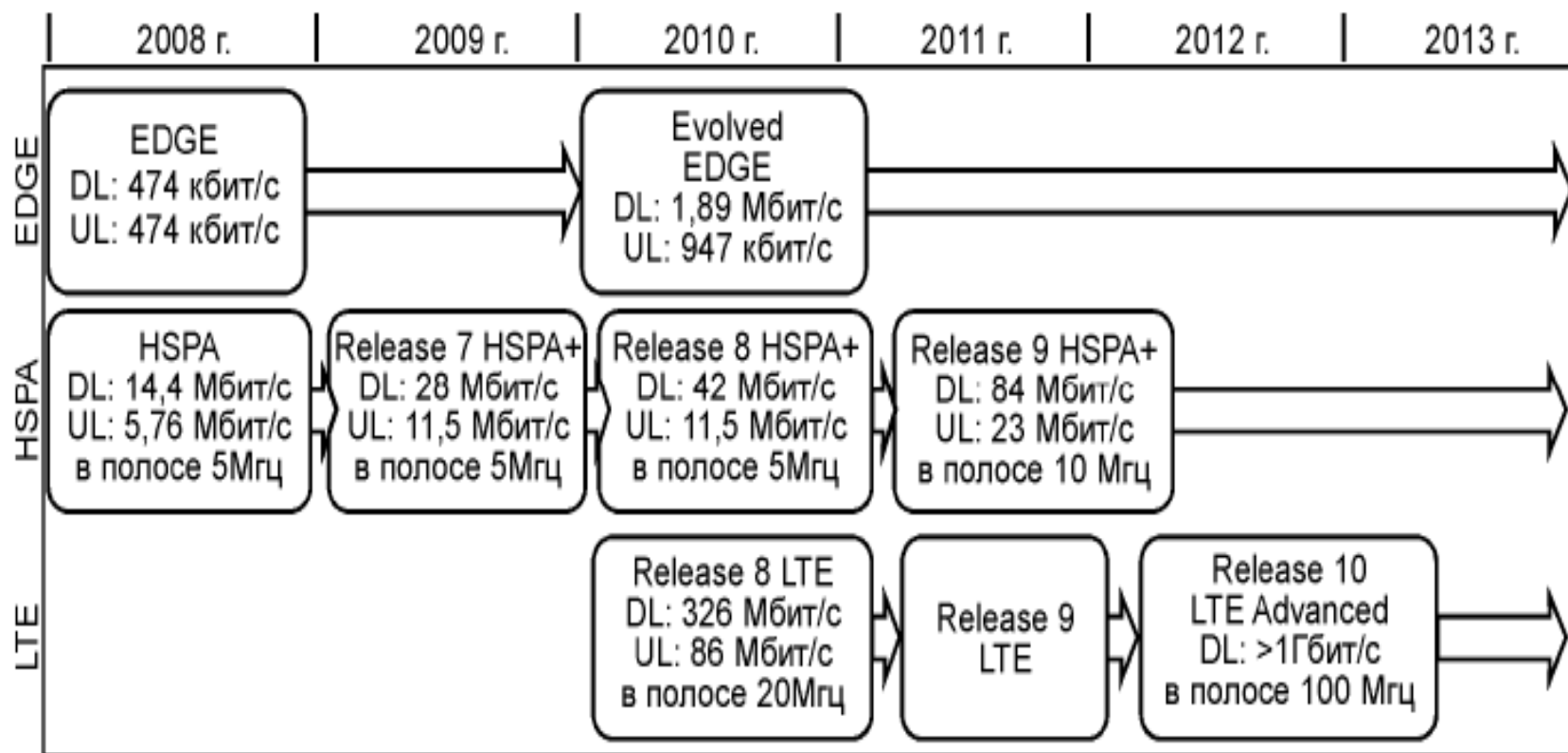
более чем **15 запущенных в эксплуатацию сетей 3G** построены на основе технологии **HSPA+**;

- более **10 сетей UMTS - 900** запущено в эксплуатацию;

- На рынке представлено более 1500 видов абонентских терминалов и телефонов 3G/UMTS/HSPA



# Взаимовязанное развитие UMTS и LTE





# Потребности в дополнительном спектре для LTE (IMT-Advanced)

- Успехи 3GPP и ETSI в разработке и стандартизации UMTS, завершивших работы в рамках Release 8 (LTE - Long Term Evolution);
- Развитие мобильного WiMAX (IEEE 802.16m) как альтернативной технологии и возможности его конвергенции;
- Исследования, проведенные Сектором радиосвязи МСЭ-Р (отчет ITU-R Report M.2078 (IMT.ESTIMATE)), показали, что общая потребность в радиочастотном спектре к 2020 году может составить :
- 1280 МГц (низкий спрос рынка) и 1720 МГц (высокий спрос рынка) , включая, уже использующиеся полосы для мобильных сетей.





# Место IMT-Advanced в семействе IMT

В 2007 г. на РГ 8F было предложено в состав семейства радиointерфейсов внести новый, получивший обозначение IMT Advanced, в состав которого могут быть включены **радиointерфейсы систем LTE (Long Term Evolution) и WiMAX (IEEE 802.16e)**, что создаст новый претендент.

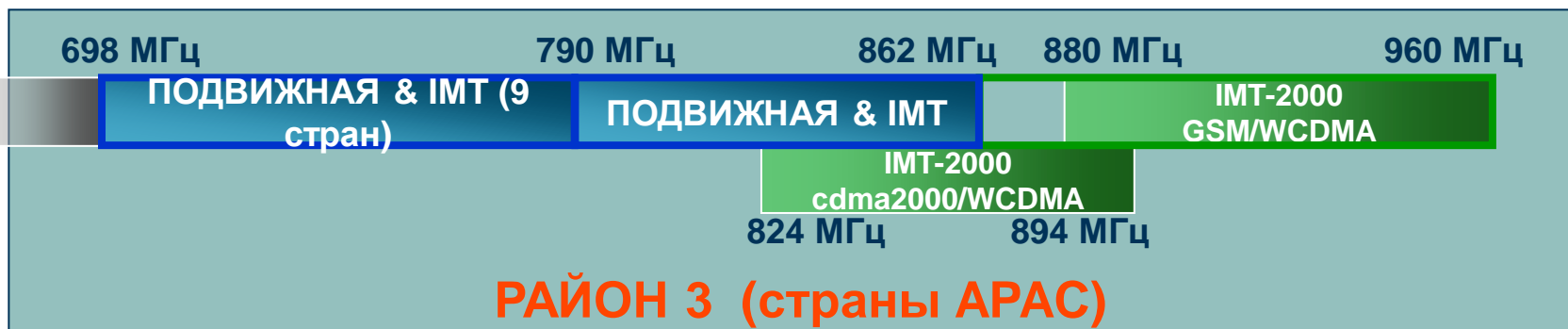
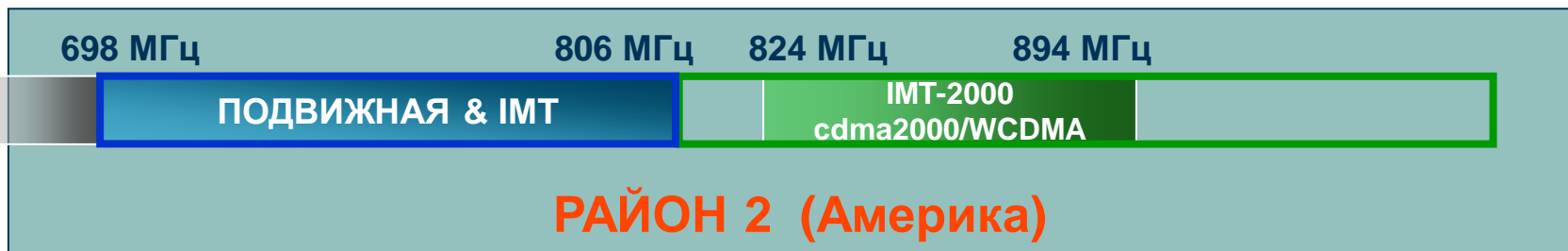
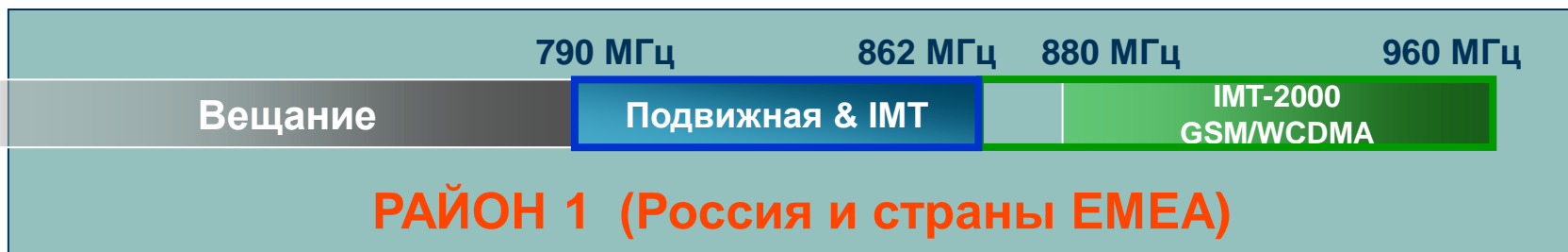
ВКР-07 приняла решение об использовании в дальнейшем не термина IMT-2000, а термина IMT, который включает все семейство  $IMT = IMT-2000 + IMT\ Advanced$ .

Полосы, идентифицированные для IMT на глобальной основе: 450-470 МГц, 790-806 МГц и 2300-2400 МГц составили еще дополнительно 136 МГц спектра.

Рассмотрение LTE-Advanced как кандидата на включение ITU-R в радиотехнологию IMT-Advanced завершено. Специальные Independent Evaluation Groups представят в июне 2010 г. заключительный отчет на собрании ITU-R SG5 WP-D о сравнении LTE-Advanced и IEEE 802.16m ("mobile WiMAX").



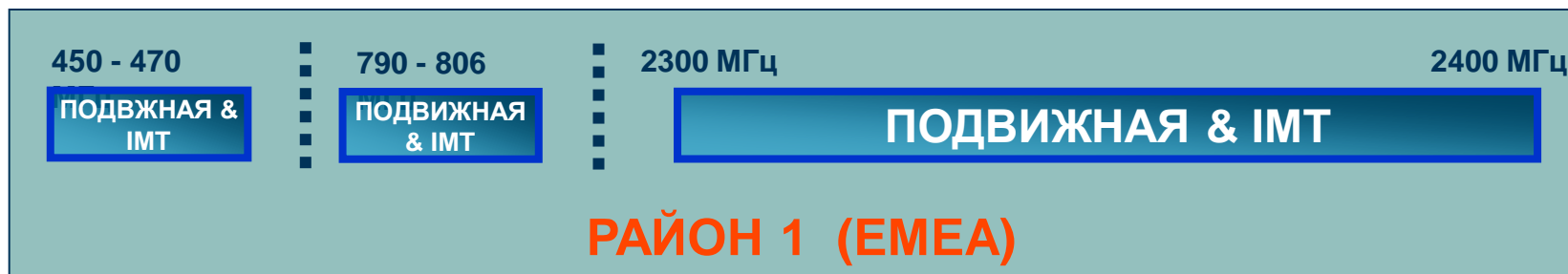
# Идентификация полос ИМТ в диапазоне 698-960 МГц







# Полосы ИМТ, распределенные ВРК-07 на глобальной основе





# Диапазоны частот LTE

## Полосы FDD(17)

№, диа-пазона	Частоты UL/DL, МГц	№, диа-пазона	Частоты UL/DL, МГц
1	1920-1980/2110-2170	11	1427.9-1452.9/ 1475.9 -1500.9
2	1850-1910/1930-1990	12	698 - 716/728-746
3	1710-1785/1805-1880	13	777 - 787 /746-756
4	1710-1755/2110-2155	14	788 -798/758-768
5	824-849/869-894	15	Зарезервирован
6 <sup>1</sup>	830-840/875-885	16	Зарезервирован
7	2500-2570/2620-2690	17	704 – 716/734-746
8	880-915/925-960	18	815 – 830/860-875
9	1749,9-1784,9/1844,9-1879,9	19	830 – 845/875-890
10	1710-1780/2110-2170		

## Полосы TDD(8)

Диапазон	Частоты ,МГц
33	1900 МГц –1920 МГц
34	2010 МГц –2025 МГц
35	1850 МГц –1910 МГц
36	1930 МГц –1990 МГц
37	1910 МГц –1930 МГц
38	2570 МГц –2620 МГц
39	1880 МГц –1920 МГц
40	2300 МГц –2400 МГц

Источник:  
3GPP TS 25.104  
3GPP TS 25.105





# Диапазоны частот LTE Advanced

## Полосы FDD(22)

№, диа-пазона	Частоты UL/DL, МГц	Диа-пазон	Частоты UL/DL, МГц
1	1920-1980/2110-2170	11	1427.9-1452.9/ 1475.9 -1500.9
2	1850-1910/1930-1990	12	698 - 716/728-746
3	1710-1785/1805-1880	13	777 - 787 /746-756
4	1710-1755/2110-2155	14	788 -798/758-768
5	824-849/869-894	17	704 – 716/734-746
6 <sup>1</sup>	830-840/875-885	18	815 – 830/860-875
7	2500-2570/2620-2690	19	830 – 845/875-890
8	880-915/925-960	20	832-862/791-821
9	1749,9-1784,9/1844,9-1879,9	21	1447.9 -1462.9 /1495.9 -1510.9
10	1710-1780/2110-2170	22	3410-3500/3510-3600

## Полосы TDD(9)

Диапазон	Частоты ,МГц
33	1900 –1920 МГц
34	2010 –2025 МГц
35	1850 –1910 МГц
36	1930 –1990 МГц
37	1910 –1930 МГц
38	2570 –2620 МГц
39	1880 –1920 МГц
40	2300 –2400 МГц
41	3400-3600 МГц

Источник:  
3GPP TS 25.104  
3GPP TS 25.105





## Новые особенности использования диапазона 2 ГГц для сетей LTE

**Техническим комитетом MSG/ETSI (Mobile Standards Group)** разработаны новые технические требования TS 102 735 которые определили следующие принципы использования полос 1900 - 1980 МГц / 2010 - 2025 МГц / 2110 - 2170 МГц для сетей LTE и UMTS :

- Согласно Рекомендации М.1036-3 полосы 1920 - 1980 МГц / 2110 - 2170 МГц использовались в режиме FDD а полоса 2010 - 2025 МГц – в режиме TDD;
- Согласно TS 102 735 полоса 1900 - 1920 МГц может использоваться в паре с полосой 2600 - 2620 МГц и полоса 2010 - 2025 МГц в паре с 2585 - 2600 МГц в режиме FDD .



## Особенности использования диапазона 700 МГц для сетей LTE

Полосы частот диапазона 700 МГц:

698-716 МГц/728-746 МГц (полоса 12);

777-787 МГц/746-756 МГц (полоса 13);

788-798 МГц/758-768 МГц (полоса 14)

704-716 МГц/734-746 МГц (полоса 17).

- Полосы предназначены для использования в Районе 2;
- Полосы 12-14 используются при создании сетей LTE в США, а полоса 17 не задействована для развития.
- Полосы 12, 13, 14, 17 поддерживают только режим FDD .



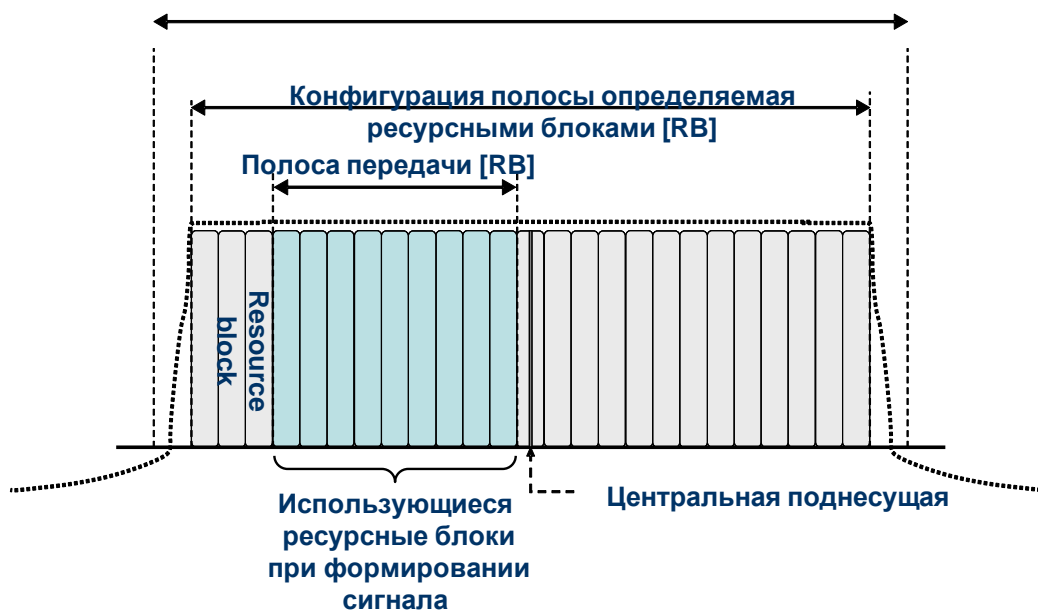
# Использование полос «цифрового дивиденда» для сетей UMTS/LTE

790-791	791-796	796-801	801-806	806-811	811-816	816-821	821-832	832-837	837-842	842-847	847-852	852-857	857-862
Защитная полоса	Линия вниз						Дуплексный интервал	Линия вверх					
1 МГц	30 МГц (6 блоков по 5 МГц)						11 МГц	30 МГц (6 блоков по 5 МГц)					

Особенности использования полосы «цифрового дивиденда» 790-862 МГц и частотного плана определены Решением ЕСС/DEC/(09)03 : инверсный FDD (обратные полосы передачи и приема) для снижения влияния абонентских терминалов (АТ) на РЭС цифрового ТВ не должны быть смешаны FDD и TDD в одном частотном плане; защитная полоса FDD (между дуплексными полосами) – более 10 МГц (лучше 12 МГц); требуются дополнительные фильтры для развязки каналов DL-UL (устранение перетекания мощности из-за близости дуплексных полос).



# Частотные каналы LTE

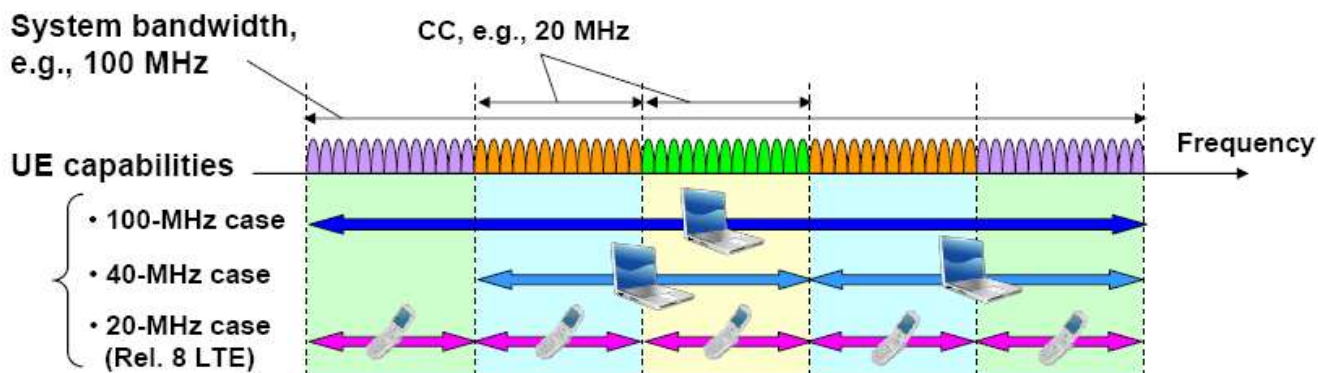


Ширина канала $BW_{\text{Channel}}$ [МГц]	1.4	3	5	10	15	20
Конфигурация передающих каналов – число ресурсных блоков $N_{\text{RB}}$ системы LTE	6	15	25	50	75	100



# Сценарии использования частотных каналов LTE Advanced

№	Ширина полосы передатчика	Число и особенности использования компонентных несущих (СС)	Диапазон	Вид дуплекса
1	UL: 40 МГц DL: 80 МГц	UL: Прилегающие 2x20 МГц СС DL: Прилегающие 4x20 МГц СС	Диапазон 3,5 ГГц	FDD
2	100 МГц	Прилегающие 5x20 МГц СС	Диапазон 40(2,3 ГГц)	TDD
3	100 МГц	Прилегающие 5x20 МГц СС	Диапазон 3,5 ГГц	TDD
4	UL: 40 МГц DL: 80 МГц	UL: Не прилегающие 20 + 20 МГц DL: Не прилегающие 2x 20 + 2x 20 МГц	Диапазон 3,5 ГГц	FDD
5	UL: 10 МГц DL: 10 МГц	UL/DL: Не прилегающие 5 + 5 МГц	Диапазон 8(900 МГц)	FDD
6	80 МГц	Не прилегающие 2x 20 + 2x 20 МГц	Диапазон 38(2,6 ГГц)	TDD

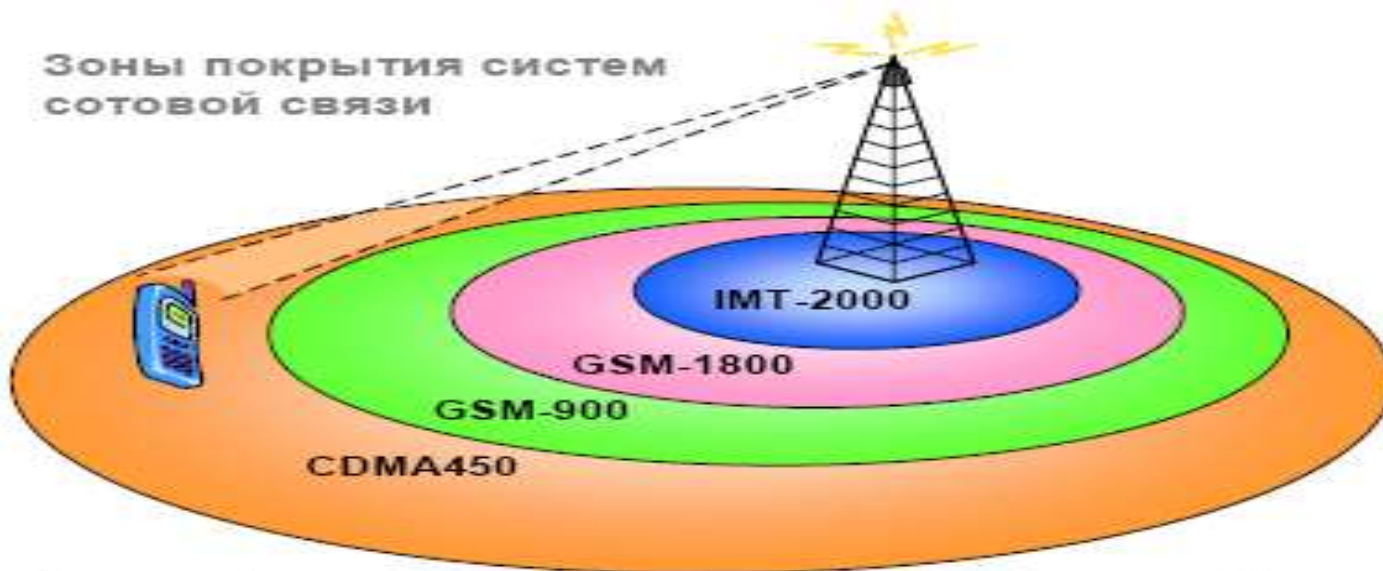






# Особенности использования различных диапазонов для LTE

Зоны покрытия систем сотовой связи



Частота МГц	Радиус соты (км)	Площадь соты (км <sup>2</sup> )	Отношение площадей (450)	Отношение площадей (950)
450	50	7850	1.0	0.3
850	30	2826	2.8	0.8
950	27	2289	3.4	1.0
1800	14	615	12.8	3.7
1900	13.3	555	14.2	4.1
2100	12	452	17.4	5.1

o

ca

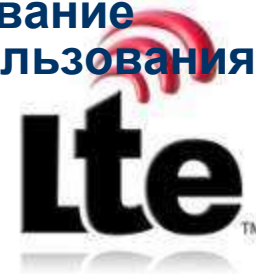
7





## Возможности различных диапазонов частот для внедрения сетей LTE

- Диапазон 900 МГц – доступный ресурс 35 МГц, используется как правило 2-4 операторами с полосами менее 10 МГц. Типовой сценарий возможного использования – каналы LTE с шириной 1,4 - 5 МГц.
- Диапазон 1800 МГц – доступный ресурс 75 МГц, используется как правило 2-4 операторами «второй волны GSM» с полосами более 10 МГц. Типовой сценарий возможного использования – каналы LTE с шириной 5 - 10 МГц.
- Диапазон 2100 МГц – доступный ресурс 60 МГц, используется как правило операторами UMTS с полосами более 10 МГц. Типовой сценарий возможного использования – каналы LTE с шириной 5 - 10 МГц.
- Диапазон 2600 МГц – доступный ресурс для режима FDD -70 МГц, определен как диапазон WAPECS и допускает использование других технологий. Типовой сценарий возможного использования – каналы LTE /FDD с шириной 5, 10, 15 МГц.





# Позиция Европейских регуляторов

- Использование диапазона 900 МГц в Европе регулируется Директивой GSM, поэтому требуется разрешение на развертывание 3G/LTE-900 в диапазоне 900 МГц
- В 2007 году Комиссия Европейского Союза выступила с предложением к Совету Европейского Союза и Парламенту отменить Директиву GSM, и разработала проект Решения для более гибкого подхода к решению вопроса, которое бы разрешало использование 3G/LTE в этом диапазоне. Совет Европейского Союза ответил положительно, однако Парламент сначала не был согласен отменить Директиву GSM.
- Администрации ряда страны Европы уже начали выдачу разрешений на развертывание UMTS-900
- 27 марта 2009 г. состоялось Решение Европейского Парламента принять поправку к Директиве GSM с целью разрешения развертывания технологии UMTS (WCDMA-HSPA) в диапазоне 900 МГц





# Позиция Российского регулятора

- Использование диапазона 900 МГц в России регулируется Национальной таблицей распределения частот, утвержденной Правительством РФ и отдельными Решениями ГКРЧ РФ
- В 2008-2009 году операторы «большой тройки» провели исследования возможности совместного использования в диапазоне 900 МГц системы GSM и UMTS.
- На заседаниях ГКРЧ РФ будут рассмотрены результаты исследований и принято решение о возможности развертывания UMTS-900
- Существуют противоречия в принципе выдачи лицензий на развертывание технологии UMTS (WCDMA-HSPA) и LTE в диапазоне 900 МГц (Операторы GSM-900/1800 имеют региональные лицензии, а операторы 3G – национальные)
- Необходимо изменение сущности лицензий – Лицензия на услуги подвижной радиотелефонной связи (Сети стандарта IMT-2000/UMTS)



# Создание первых сетей LTE

Первые LTE операторы, появившиеся в 2009 г. используют следующие частотные диапазоны:

□ Verizon Wireless, CenturyTel, MetroPCS (США) – 700 МГц (полосы частот: 698-716 МГц/728-746 МГц, 777-787 МГц/746-756 МГц, 788-798 МГц/758-768 МГц);

□ TeliaSonera (Швеция) – 2,6 ГГц (2x20 МГц в полосах частот 2500-2570 МГц/ 2620-2690 МГц) и 1800 МГц (БС - Huawei, модемы – Samsung, скорости - 50 МБит/с) ;

□ Smartone-Vodafone (Гонг-Конг) – 900/1800 МГц (2x15 МГц в полосах частот диапазонов GSM-900/1800) (БС - ZTE, скорости -70 МБит/с).



# LTE на MWC-2010 в Барселоне



Технология LTE была отмечена на Всемирном мобильном конгрессе MWC-2010 как главное инновационное направление развития мобильной экосистемы. В рамках Всемирного мобильного конгресса было объявлено о работах по созданию 59 сетей LTE в диапазонах 700 МГц и 2,6 ГГц.

Основными вопросами развития сетей LTE стали:

- пути миграции операторов от сетей UMTS к сетям LTE;
- Поиск решений для передачи речи VoLTE и SMS в сетях LTE;
- мобильность как стратегия бизнеса, направленная на персонализацию услуг;
- развитие программных продуктов поддержки услуг в сетях HSPA и LTE.



# Основные производители и поставщики оборудования LTE



Анонсировано в ходе конгресса MWC-2010 строительство 59 сетей:

- Компания Alcatel-Lucent – 40 контрактов на создание сетей LTE в мире;
- Компания Ericsson – 5 контрактов на создание сетей AT&T (США), Verizon (США), TeliaSonera (Норвегия и Швеция), MetroPCS (США) и DoCoMo (Япония).
- Компания Motorola – выпустила базовую станцию WBR 700 для диапазонов 700 и 2600 МГц.
- Компания NEC – выпустила самую маленькую базовую станцию LTE.



# Абонентские терминалы LTE



**Анонсировано в ходе конгресса MWC-2010 несколько моделей:**

- **Компания Samsung** – первый в мире LTE ноутбук серии N150 с экраном 25 см; Модем, работающий в сетях LTE/FDD в Осло и Стокгольме в диапазоне 2.6 ГГц.
- **Компания HUAWEY** – заявила о выпуске в марте трехмодового LTE модема E398(чип-сет Qualcomm), позволяющего работу в сетях EDGE/HSPA/LTE
- **Компания Sequance** – планирует в мае выпустить модем для оператора China Mobile для сети LTE/TDD диапазона 2,3 ГГц.
- **ST-Ericsson** – планирует в второй половине года выпустить модем LTE/HSPA для оператора China Mobile





# Заключение

Использование диапазонов частот в сетях UMTS/LTE будет осуществляться на принципах мультидиапазонности, связанной с видом услуги и географической зоной обслуживания.

Основным диапазоном первого этапа развития LTE станет диапазон 2,5-2,7 ГГц (со стратегией парной полосы FDD- UL: 2.5-2.57 ГГц, DL: 2.62-2.69 ГГц; непарной полосы TDD – 2.57-2.62 ГГц).

Диапазоны 790-862 и 900/1800 МГц будут использоваться как дополнительные с приоритетом диапазона 900 МГц с позиций регуляторов и вендоров.



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**

**[www. giprosvyaz.ru](http://www.giprosvyaz.ru)**  
**[www. raenitt.ru](http://www.raenitt.ru)**

**GSM +7 926 510-58-58**

**тел. +7 499 197-14-62**

**[s.ter@mail.ru](mailto:s.ter@mail.ru)**

**[Terentiev@giprosvyaz.ru](mailto:Terentiev@giprosvyaz.ru)**