

**Семинар по технологиям широкополосной мобильной связи
Москва, 3 – 5 марта 2014**

Радиочастотный спектр для технологий широкополосной мобильной связи

**Н. Н. Васильев
Бюро радиосвязи, Международный Союз
Электросвязи**

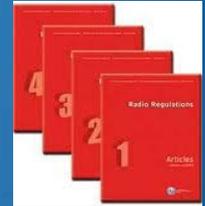
Содержание презентации

- Международное и национальное распределение частотного ресурса для мобильной связи
- Особенности использования полос частот 700 МГц и 800 МГц для LTE
- Новые полосы частот для ИМТ, предлагаемые для распределения на ВКР-15
- Обзор радиочастотного спектра, используемых различными системами связи широкополосной подвижной связи

Уровни распределения частотного ресурса

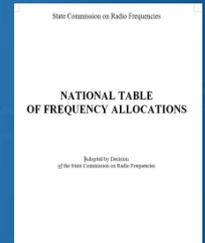
Международный
уровень

Международный союз электросвязи (МСЭ)
международное распределение полос частот
между службами радиосвязи



Национальный
уровень

Администрация связи (регулятор)
национальное распределение частот, разрешения
на технологии, выделение ресурса операторам

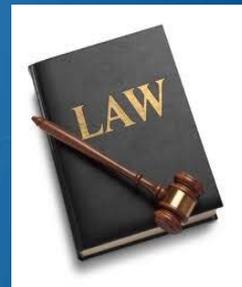


Уровень
оператора

Оператор
управление частотным ресурсом сетей

Всемирные конференции радиосвязи

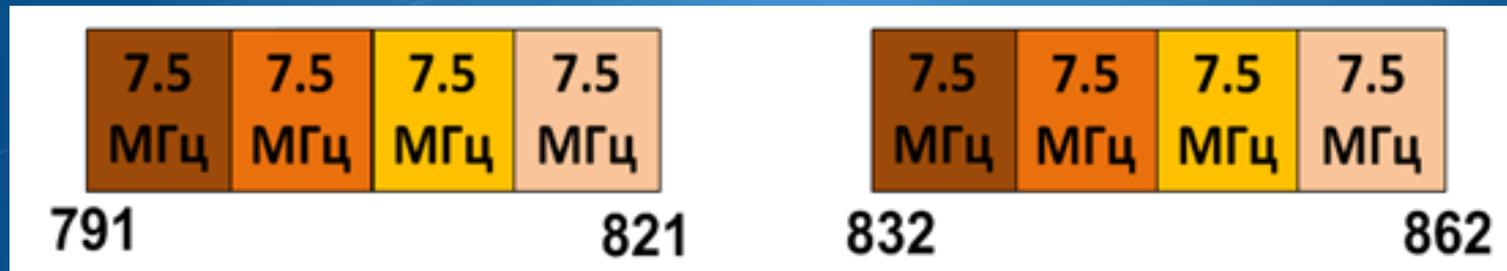
- Всемирные конференции радиосвязи распределяют полосы частот службам (подвижная, фиксированная..)
- Распределения частот -> Регламент радиосвязи (RR)
- RR – это международный договор -> обязательность
- Распределения частот в RR являются основой для национального использования спектра
- ВКР проводятся раз в 3–4 года (2003, 2007, 2012, 15)
- Участники: регуляторы, наука, промышленность, операторы, международные организации
- ВКР-12: Женева, свыше 3 000 участников из 163 стран и более 100 компаний
- Около 4-9 лет между распределением частот на ВКР и началом его использования в сетях радиосвязи



Национальный уровень управления спектром

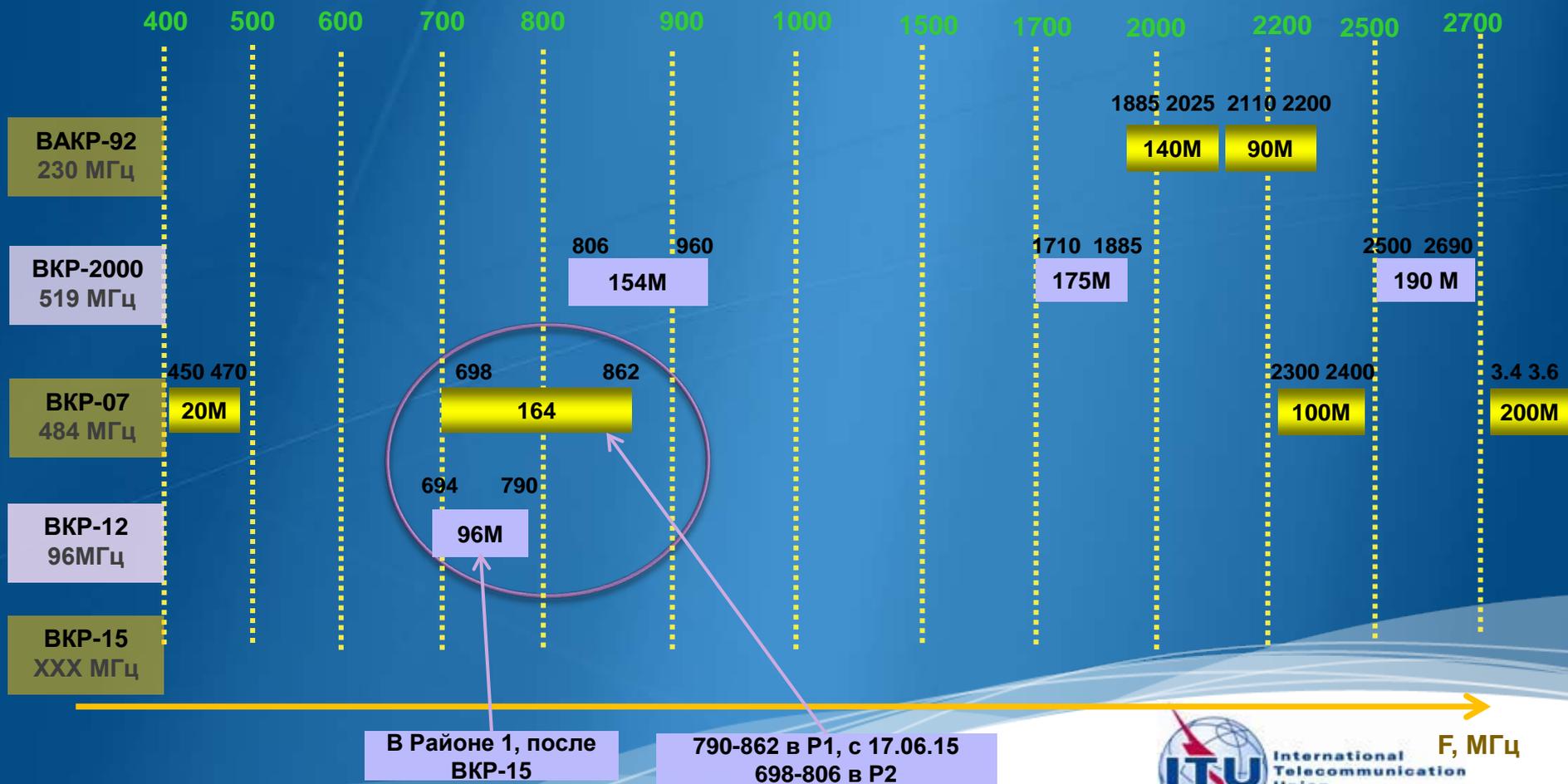
- Задачи национального регулятора радиосвязи:
 - Решения по использованию полос частот для конкретных стандартов в стране
 - Определение лицензионного режима
 - Распределение полос частот между операторами (например через аукционы)
 - Контроль использования спектра и выполнения условий лицензии

Пример распределения частотных блоков для LTE в 800 МГц

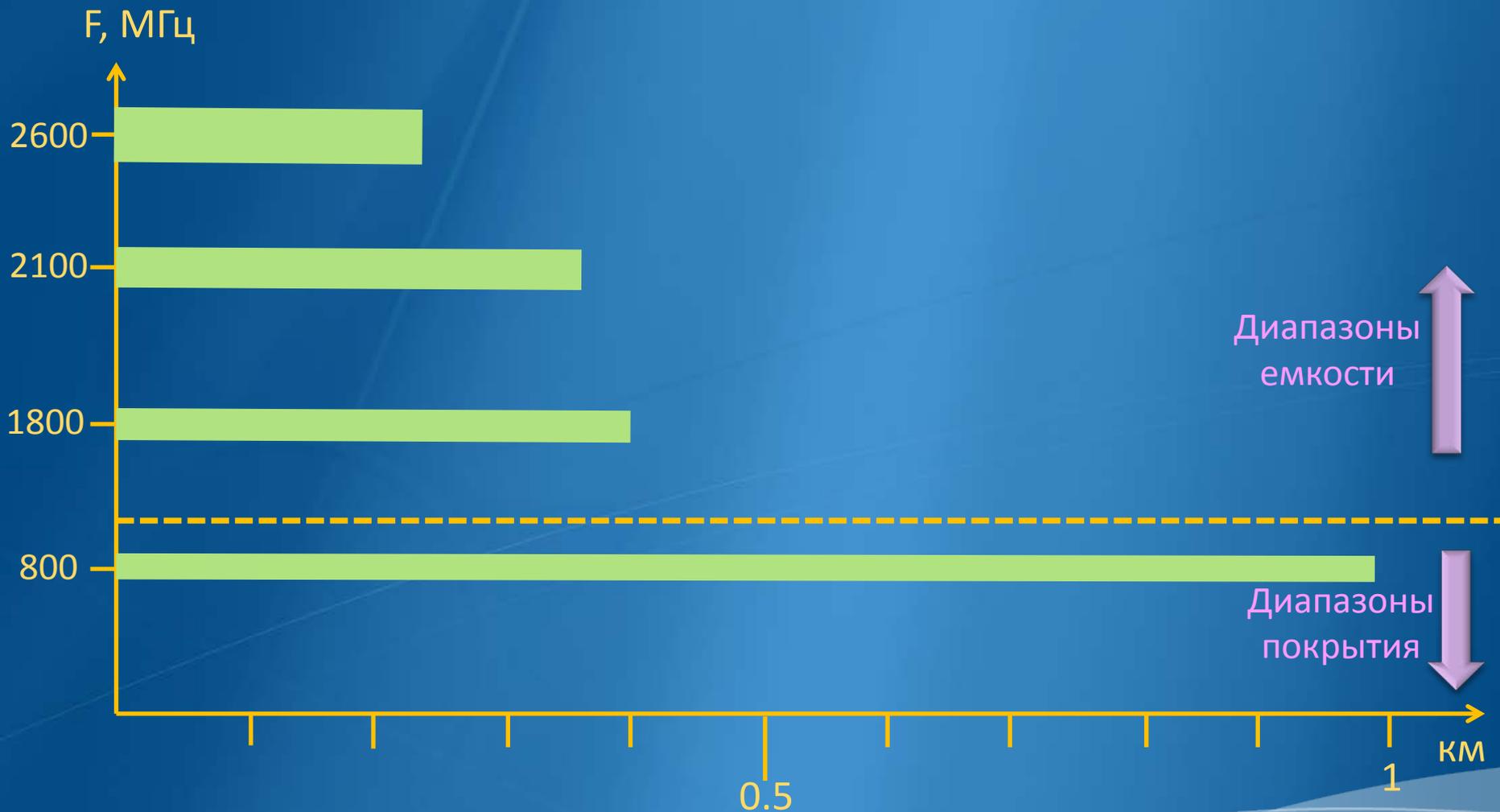


История распределения частот для ИМТ

- Полосы частот распределялись для подвижной службы и идентифицировались для ИМТ на Конференциях 1979 (GSM), 1992, 2000, 2007 и 2012 (всемирные и региональные полосы)



Размер покрытия в зависимости от диапазона частот



Частотный диапазон <-> покрытие, емкость

- Чем ниже частота, тем выше дальность распространения
- Диапазоны ниже 1 ГГц - диапазоны покрытия:
 - Значительная зона обслуживания базовой станции
 - Привлекательны для сельской местности → меньше количество базовых станций для охвата значительной территории → более дешевая сеть
 - Недостаточно широкие полосы для обеспечения емкости
- Диапазоны выше 1 ГГц - диапазоны емкости:
 - Меньшие зоны покрытия – микро, пико, фемто соты
 - Привлекательны для городской местности: значительная плотность базовых станций, широкие полосы частот, высокая емкость (особенно при коэффициенте повторного использования частоты = 1)
- Наличие диапазонов ниже и выше 1 ГГц – преимущество для обеспечения универсального покрытия

Частотный диапазон 800 МГц

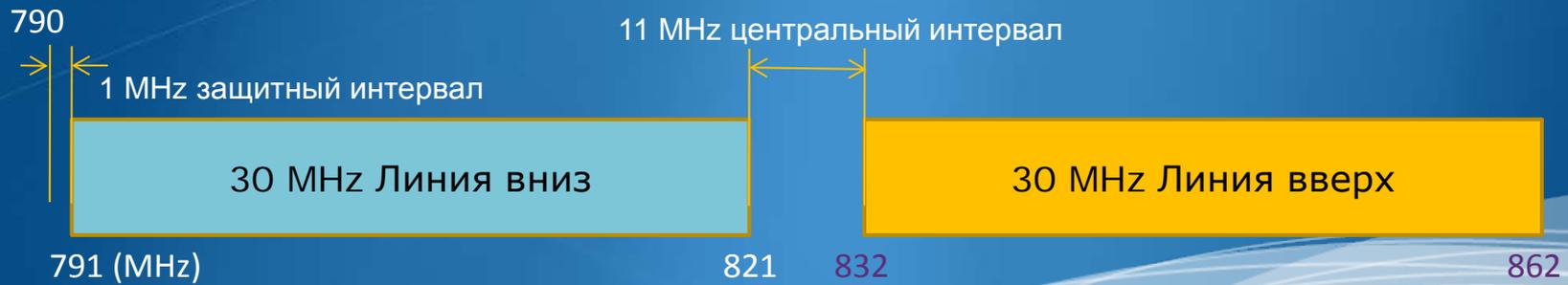
- История вопроса
 - Переход на цифровое ТВ, компрессия программ в канале:
 - канал от 6 до 8 МГц = 1 аналоговая программа , или
 - канал от 6 до 8 МГц = 2 -12 цифровых программ
 - Переход на ЦТВ -> высвобождение частот - Цифровой дивиденд
 - Цифровой дивиденд (ЦД) может использоваться ТВ (больше программ, ТВ ВЧ, 3D...), мобильной связью, другими системами
 - Как использовать ЦД – это национальное решение страны
- ВКР-07 распределила 790 – 862 МГц «800 МГц» для подвижной службы в Районе 1 (СНГ, Европа, Африка) с 2015 г. → «Дивиденд-1»
- Многие страны Европы и СНГ приняли решение использовать 800 МГц для IMT

Частотный диапазон 800 МГц (2)

Международное распределение полосы 470 – 862 МГц Регламент радиосвязи

Международное распределение полосы 700 МГц		
Район 1 (СНГ + Европа + Африка)	Район 2 (Сев. Южная Америка)	Район 3 (АТР)
470–790 РАДИОВЕЩАТЕЛЬНАЯ	470–512	470–585
	512–608	585–610
	608–614	
	614–698 РАДИОВЕЩАТЕЛЬНАЯ Фиксированная Подвижная 5.293 5.309 5.311A	610–890 ФИКСИРОВАННАЯ ПОДВИЖНАЯ 5.313A 5.317A РАДИОВЕЩАТЕЛЬНАЯ
5.149 5.291A 5.294 5.296 5.300 5.304 5.306 5.311A 5.312 5.312A	698–806 ПОДВИЖНАЯ 5.313B 5.317A РАДИОВЕЩАТЕЛЬНАЯ Фиксированная	
790–862 ФИКСИРОВАННАЯ ПОДВИЖНАЯ за исключением подвижной 5.316B 5.317A РАДИОВЕЩАТЕЛЬНАЯ 5.312 5.314 5.315 5.316 5.316A 5.319	5.293 5.309 5.311A 806–890 ФИКСИРОВАННАЯ ПОДВИЖНАЯ 5.317A РАДИОВЕЩАТЕЛЬНАЯ	

Частотный план СЕПТ для IMT в полосе 790 – 862 МГц



Частотный диапазон 700 МГц - ситуация

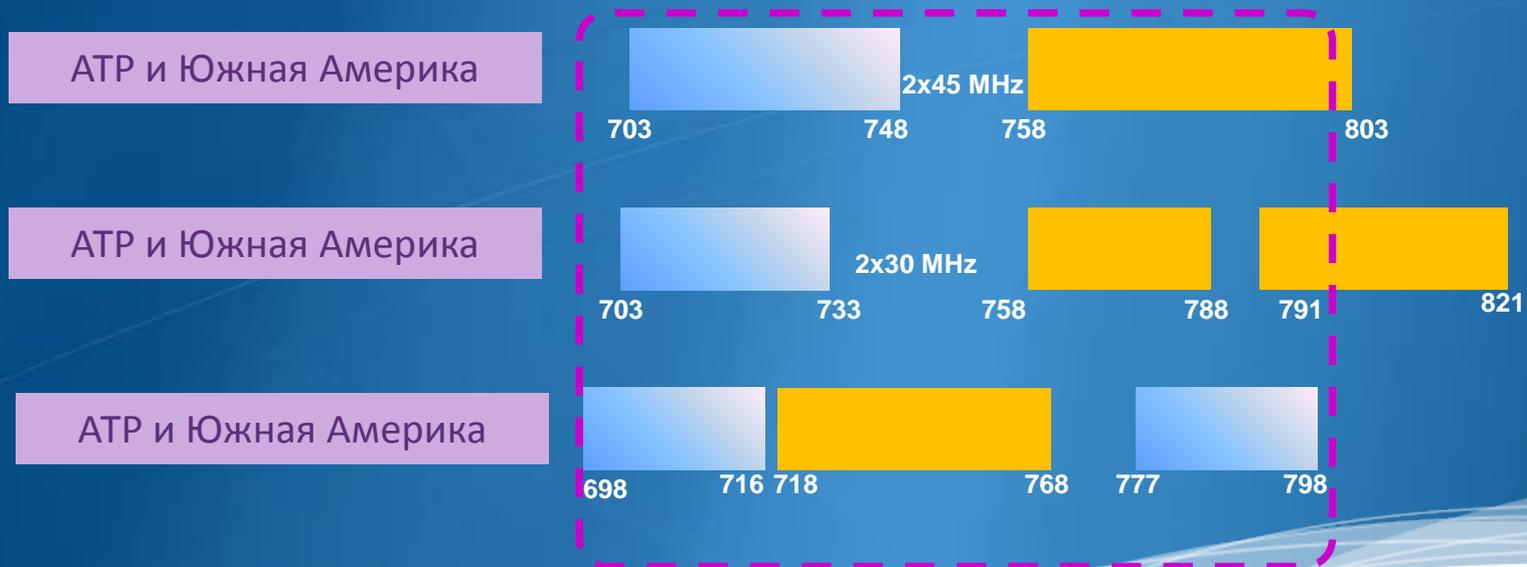
- История вопроса:
 - ВКР-12 одобрила распределение полосы 694 – 790 МГц («700 МГц» = «Дивиденд-2») и отложила ввод в действие до 12.2015
 - ВКР-12 поручила (Резолюция 232) определить нижнюю границу распределения и исследовать условия использования мобильной службы
 - ВКР-15 примет решения по результатам исследований в объединенной целевой группе JTG4-5-6-7
- Текущая ситуация:
 - Продолжаются исследования совместимости ИМТ и ТВ (защитный интервал, возможный учет суммарной помехи)
 - Проводятся исследования совместимости ИМТ и воздушной радионавигации
 - Гармонизация частотных планов для ИМТ
- Выбор службы (ИМТ или ТВ) – **национальное решение**

Частотный диапазон 700 МГц - проблемы

- Выбор величины защитного интервала для учета влияния внеполосных излучений от станций ИМТ на ТВ (иначе фильтры на ТВ, ужесточение требований к абонентским устройствам)



- Несколько частотных планов - > необходимость гармонизации



Необходимость гармонизации частотных планов ИМТ

- Успех мобильной связи основан на единых стандартах и гармонизированных полосах частот, что приводит к:
 - Уменьшению стоимости оборудования (чем больше объем производства, тем меньше стоимость единицы оборудования)
 - Возможностям глобального роуминга
 - Упрощению дизайна радиооборудования (меньше полос частот в телефоне -> проще дизайн, меньше стоимость, меньшие размеры и энергопотребление)
 - Улучшению условий совместного использования с другими службами радиосвязи

Другие критерии выбора полос частот ИМТ

- Обеспечение электромагнитной совместимости с системами других служб радио связи, использующих те же самые или соседние полосы частот



задача исследовательских комиссий ITU-R при подготовке к всемирным конференциям радиосвязи

- Оптимизация использования спектра в полосах ИМТ
 - Уменьшение размеров защитных полос для систем ИМТ systems для избегания потери спектра
 - Достаточное разнесение передающих и приемных частот в системах с частотным дуплексом



задача стандартизирующих органов (3GPP) и Рабочей Группы 5D ITU-R (ИМТ)

Возможные новые полосы частот для ИМТ

- ВКР-15 рассмотрит возможность распределения новых полос частот для подвижной службы, ИМТ – пункт 1.1 ВКР-15
- Этапы подготовки
 - Определения потребностей в трафике, скоростей передачи -> расчёт необходимого спектра
 - Выбор подходящих полос частот – кандидатов на распределение
 - Исследования совместимости с другими службами – ОЦГ JTG4-5-6-7

Полосы частот, предложенные для ИМТ

Band (MHz)		Band (MHz)
410 - 430	Below 1 GHz	1 668-1 675
470-694/698		1 695-1 710
694/698-790		2 025-2 110/ 2 200-2 290
1 300-1 427	Around 1.5 GHz	2 700-3 100
1 427-1 525/ 1 527		3 300-4 200
1 518-1 610		4 400-5 000
1 626.5-1 660.5		5 150-6 425
	Between 3-6 GHz	
	Around 1.5 GHz	
	Around 1.5 GHz	
	Around 1.5 GHz	
	Around 1.5 GHz	
	Around 1.5 GHz	

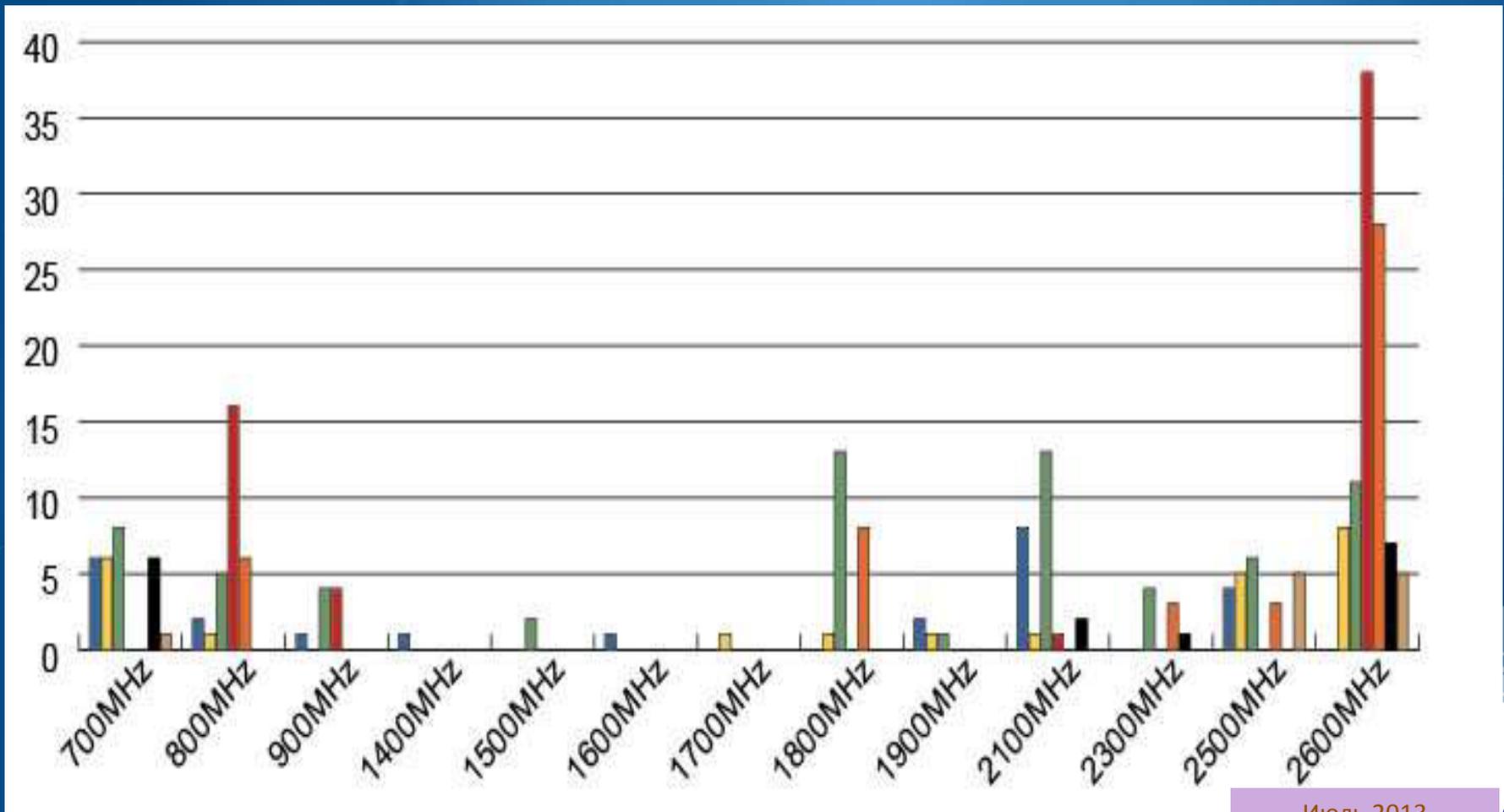
Анализ предложенных полос частот для ИМТ

- Практически все предложенные для ИМТ полосы интенсивно используются другими системами и службами:
 - 410 – 694 МГц – использование ТВ, радиоастрономией
 - 1300 – 1527 МГц – радары, фиксированная служба, воздушная телеметрия, спутниковое вещание, служба исследования Земли
 - 1695 – 1710 МГц – метеорологическая спутниковая служба
 - 2025 – 2290 МГц – службы космических исследований и исследования Земли
 - 2700 – 3100 МГц – радиолокация и радионавигация
 - 3400 – 4200 МГц – фиксированная и фиксированная спутниковая
 - 5150 – 5470 МГц – радары, воздушная радионавигация, RLAN, служба исследования Земли

Анализ полос частот для LTE

- 450 – 470 МГц – недостаточное количество спектра в н/вр.
- 694 – 790 МГц - привлекательная полоса, доступна с даты окончания ВКР-15, трудности совмещения с телевидением
- 790 – 862 МГц - привлекательная полоса, доступна с 17.06.2015, решение по LTE во многих странах
- 880 – 960 МГц – остается для GSM в ближайшем будущем
- 1710 – 2025 МГц (полосы GSM, UMTS, DECT)- потенциал оборудования, хорошие возможности миграции к LTE
- 2110 – 2200 МГц – остается для UMTS/HSPA
- 2500 -2690 МГц – самая используемая полоса для LTE
- 3400 – 3600 МГц – идентифицированы только в ряде стран

Развертывание сетей LTE по диапазонам частот



Частоты для Wi-Fi

- Стандарт Wi-Fi - беспроводная локальная сеть (WLAN)
- Несколько вариантов: 802.11a, b, g, n
- Использует не лицензируемые полосы частот в диапазонах
- 2400 – 2500 МГц (2.4 ГГц) - наиболее широко используемый диапазон для Wi-Fi 802.11b, g, и n
- 5725 – 5875 МГц (5.8 ГГц) – дополнительный диапазон, используется для 802.11a & n
- Скорости передачи Wi-Fi от 11 Мбс (802.11 b) до 320 Мбс (802.11 n)

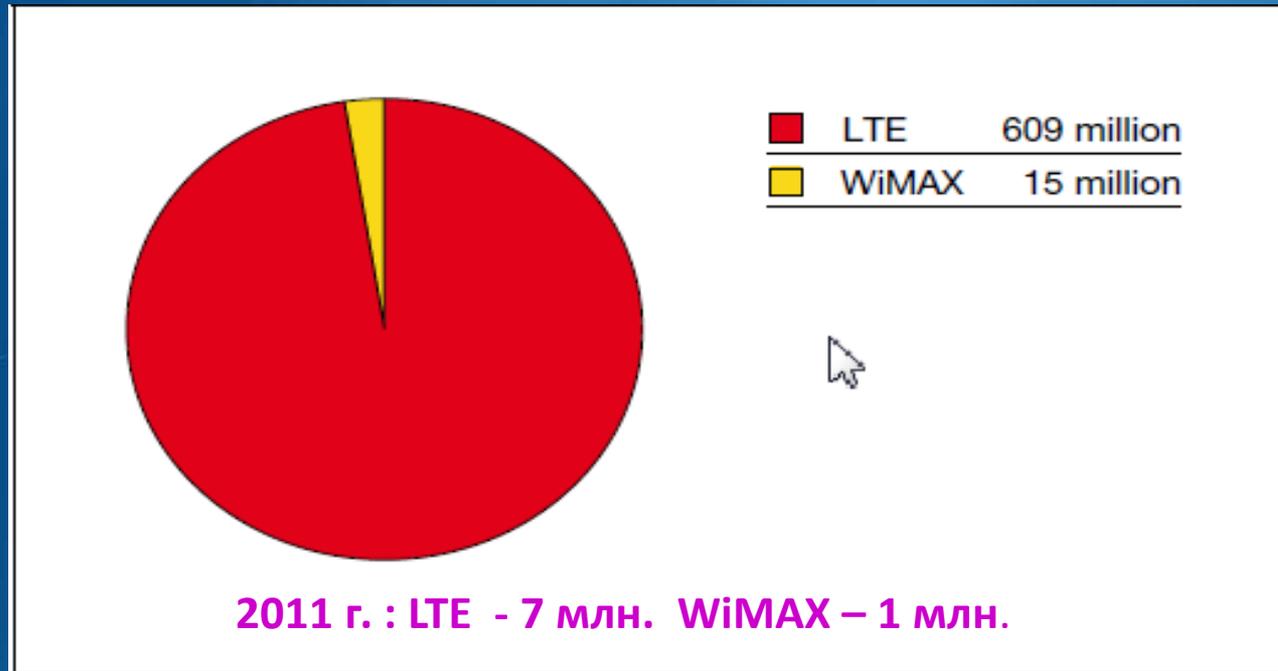
Частоты для WiMAX

- WiMAX, стандарт 802.16 - технология широкополосного беспроводного доступа. передача данных, видео, интернет
- Лицензируемые полосы частоты: 2300 – 2400 МГц, 2500 – 2690 МГц, 2700 – 2900 МГц, 3400 – 3600 МГц; pros и cons:
 - Более высокие значения мощности и покрытия
 - Меньшие уровни помех
 - Эксклюзивные права на спектр
 - Требуется более тщательное планирование
 - Более дорогой вход на рынок
- Не лицензируемые полосы частот: 5250 – 5850 МГц (до 4 Вт разрешено во многих странах в 5725- 5850 МГц) ; pros и cons:
 - Меньшие начальные затраты, быстрое развертывание
 - Доступное оборудование на рынке
 - Ограничения мощности, меньшее покрытие
 - Большая вероятность помех

WiMAX и LTE

- WiMAX был одобрен МСЭ как 6-й стандарт IMT-2000 и рассматривался как конкурирующая с HSPA и LTE технология в широкополосной мобильной связи
- Развивается менее быстро, чем HSPA и LTE
- Основная ниша: передача данных, интернет на значительные расстояния (жилая, бизнес зоны), выгрузка пиковых потоков данных и сеть “backhaul” для HSPA и LTE

Прогноз количества абонентов технологий LTE и WiMAX к 2015 г.



Спасибо за внимание!