



Особенности и перспективы использования радиочастотного спектра в сетях 5G

Заместитель Генерального директора
ООО «АйКомИнвест» по
инновационным технологиям,
член Президиума РАЕН,
д.э.н., проф. Тихвинский В.О.

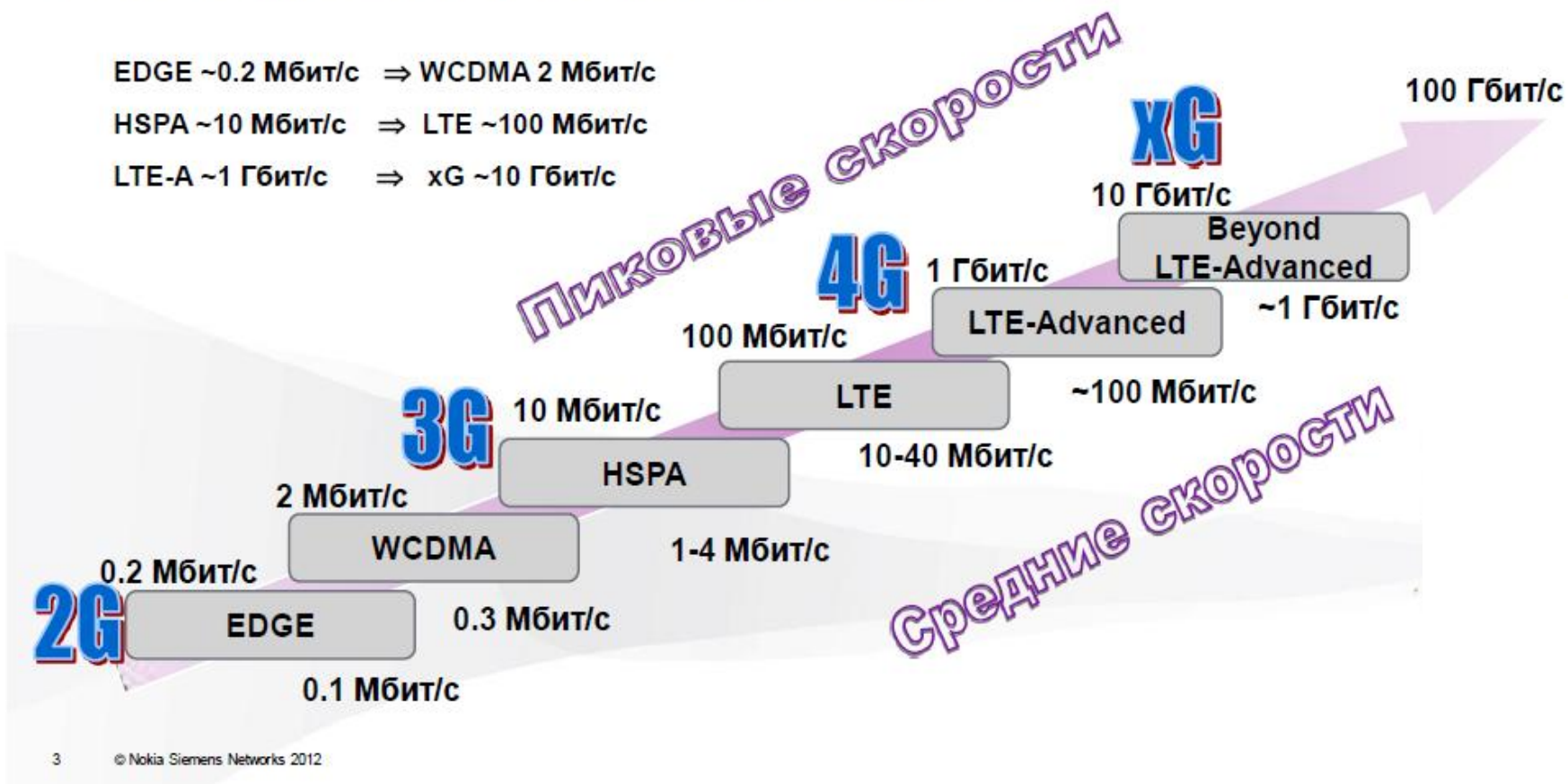


Региональный обучающий семинар МСЭ для стран СНГ
"Перспективы развития инфокоммуникаций: технологии и вопросы регулирования сектора".
г.Астана, Республика Казахстан, 23-24 сентября 2014 года

Эволюция технологий и скоростей передачи данных от 2G до 5G

Рост пропускной способности в каждом последующем поколении сотовых сетей

EDGE ~0.2 Мбит/с ⇒ WCDMA 2 Мбит/с
HSPA ~10 Мбит/с ⇒ LTE ~100 Мбит/с
LTE-A ~1 Гбит/с ⇒ xG ~10 Гбит/с



Технические требования к сетям мобильной связи 5G



Скорость
передачи данных

Рост в 10–100 раз в расчёте на абонента — до 10 Гбит/с (UL) и до 5 Гбит/с (DL) .

Потребляемый
трафик абонента

Рост в 1 000 раз — до 500 Гб на пользователя в месяц.

Количество
абонентских уст-в

Увеличение количества подключаемых абонентских устройств соте в 10–100 раз (до 300 000 на узел). Рост M2M устройств с 50 млрд. до 500 млрд.

Срок жизни
батарей

Десятикратное увеличение времени автономной работы абонентских устройств с небольшим энергопотреблением, таких как сенсоры M2M.

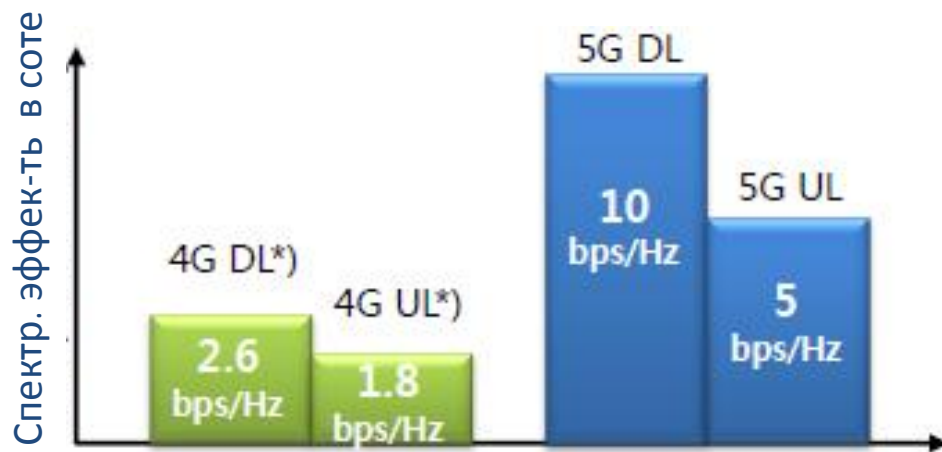
Задержки в сети

Сокращение времени задержки в цепочке E2E до 5 мс и до 1 мс в радиоинтерфейсе 5G.

Энергоэффектив-
ность и OPEX

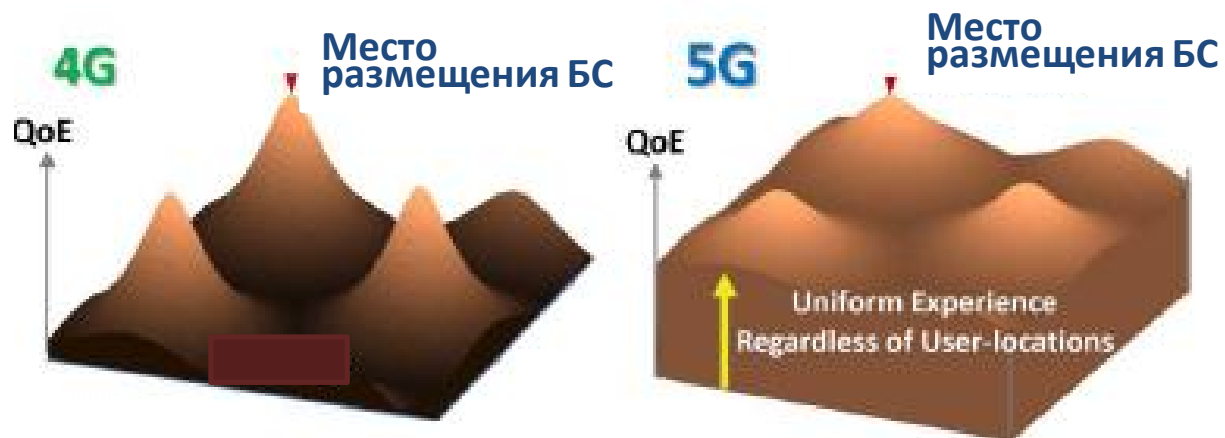
Снижение стоимости эксплуатации и энергопотребления сетей 5G до 10% от текущего потребления сетей 4G.

Требования к спектральной эффективности сетей 5G



Спектральная эфф-ть на границе соты
Канал DL 0.075 бит/с/Гц/сота
Канал UL 0.05 бит/с/Гц/сота

В любой точке покрытия
Канал DL 1 Гбит/с
Канал UL 0,5 Гбит/с

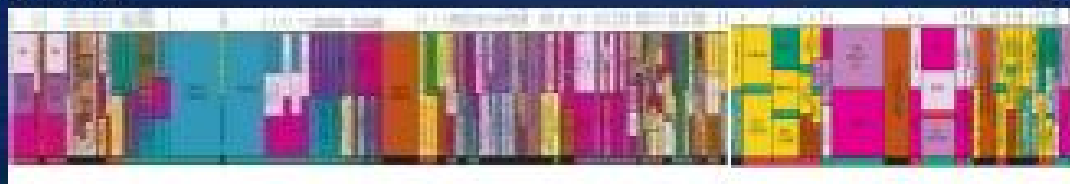


Полосы частот, рассматриваемые на ВКР-15 как кандидатные для 5G

300 MHz

Источник: Samsung

6 GHz



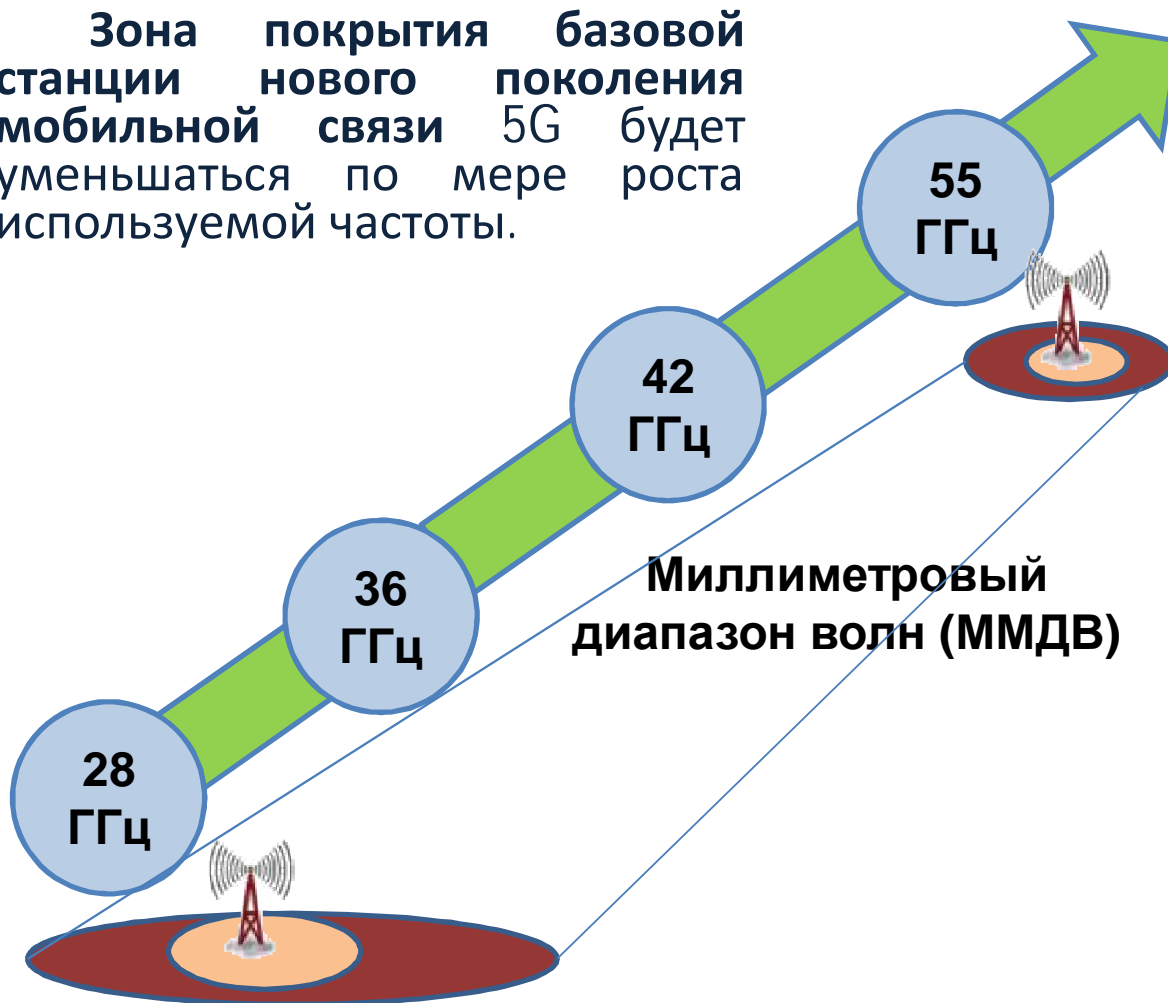
< 1 GHz [MHz]	410-430, 470-694/698, 694/698-790 ^[1]
1-2 GHz [MHz]	1300-1400, 1427-1525/1527, 1695-1700/1710
2-3 GHz [MHz]	2025-2100, 2200-2290, 2700-3100
3-5 GHz [MHz]	3300-3400, 3400-4200, 4400-5000
5-6 GHz [MHz]	5150-5925, 5850-6245

На ВКР-15 планируется распределить на всемирной основе не менее 500 МГц (Пункт 1.2 повестки) Для развития 5G.

Поиск полос шириной более 1000 МГц решено перенести на ВКР-19.

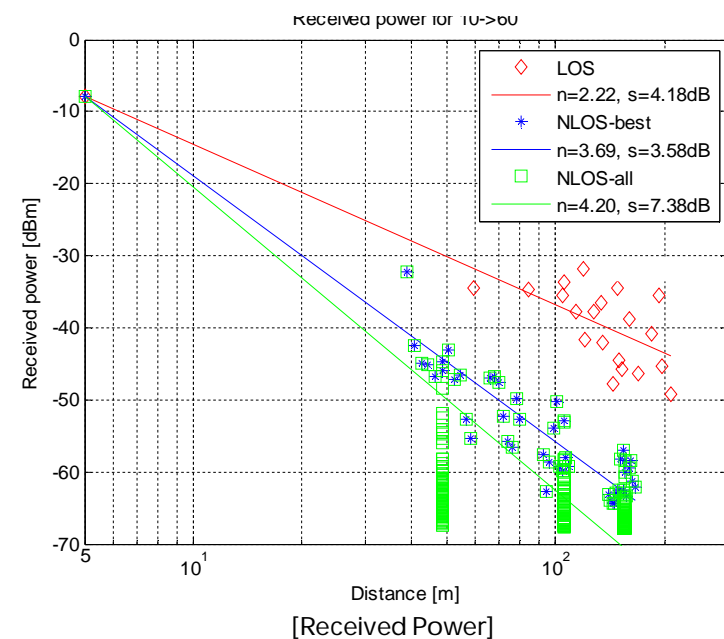
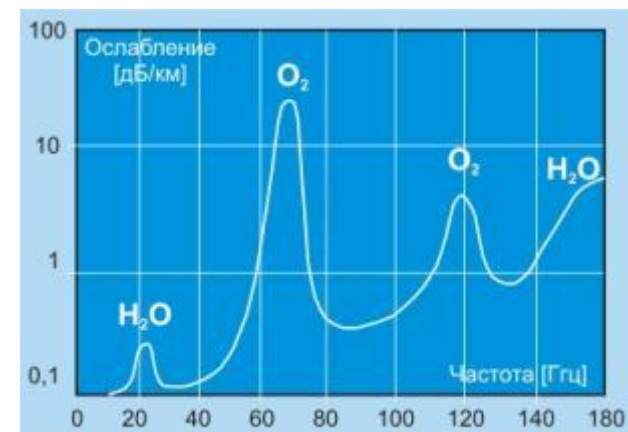
Особенности зон покрытия мобильной связи 5G для различных участков ММДВ

Зона покрытия базовой станции нового поколения мобильной связи 5G будет уменьшаться по мере роста используемой частоты.

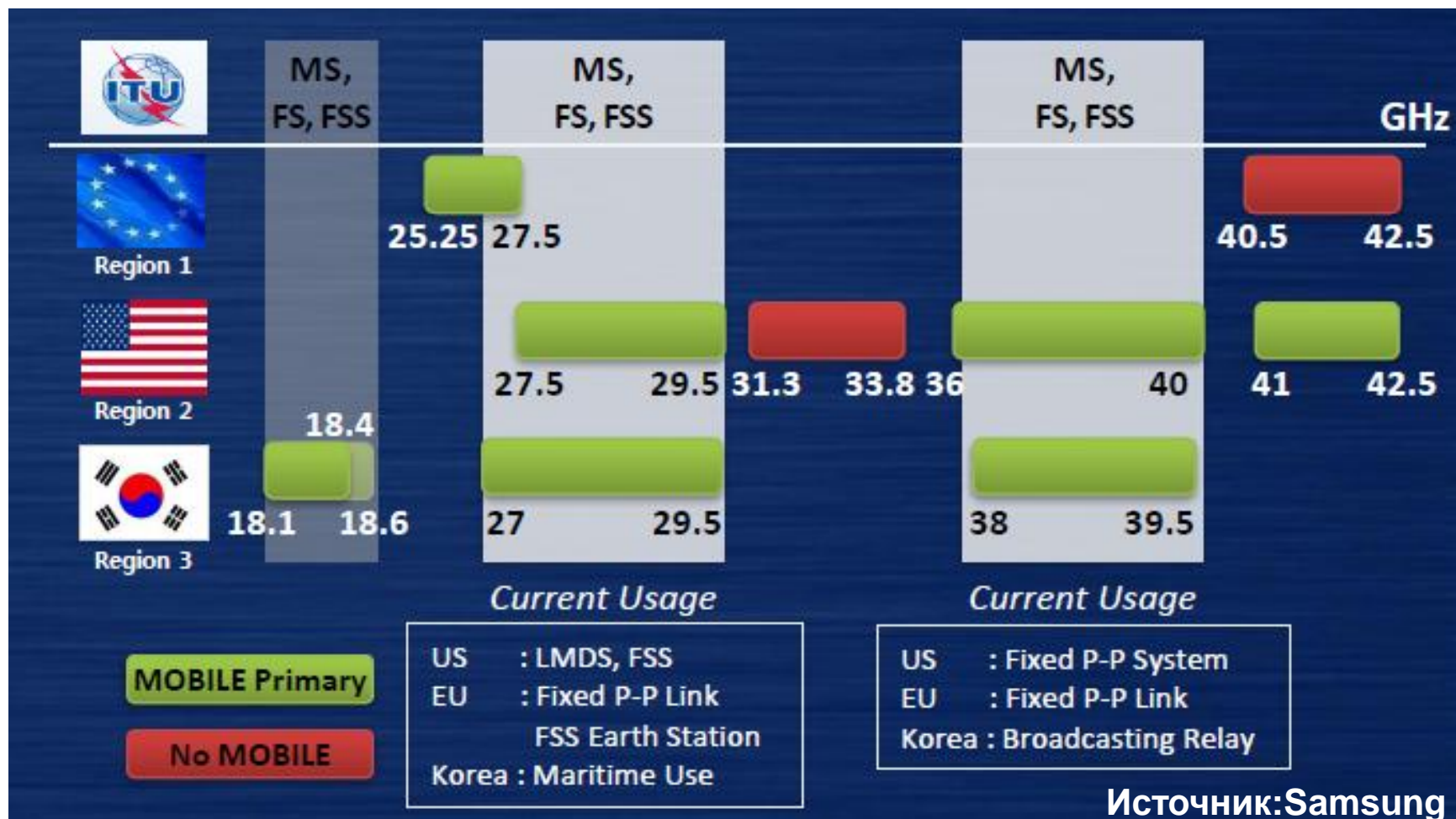


Миллиметровый диапазон волн (ММДВ)

Зона мобильной связи – 200 м
Зона фиксированной связи при условиях LOS – до 2 км



Полосы частот, планируемые на ВКР-19 как кандидатные для 5G

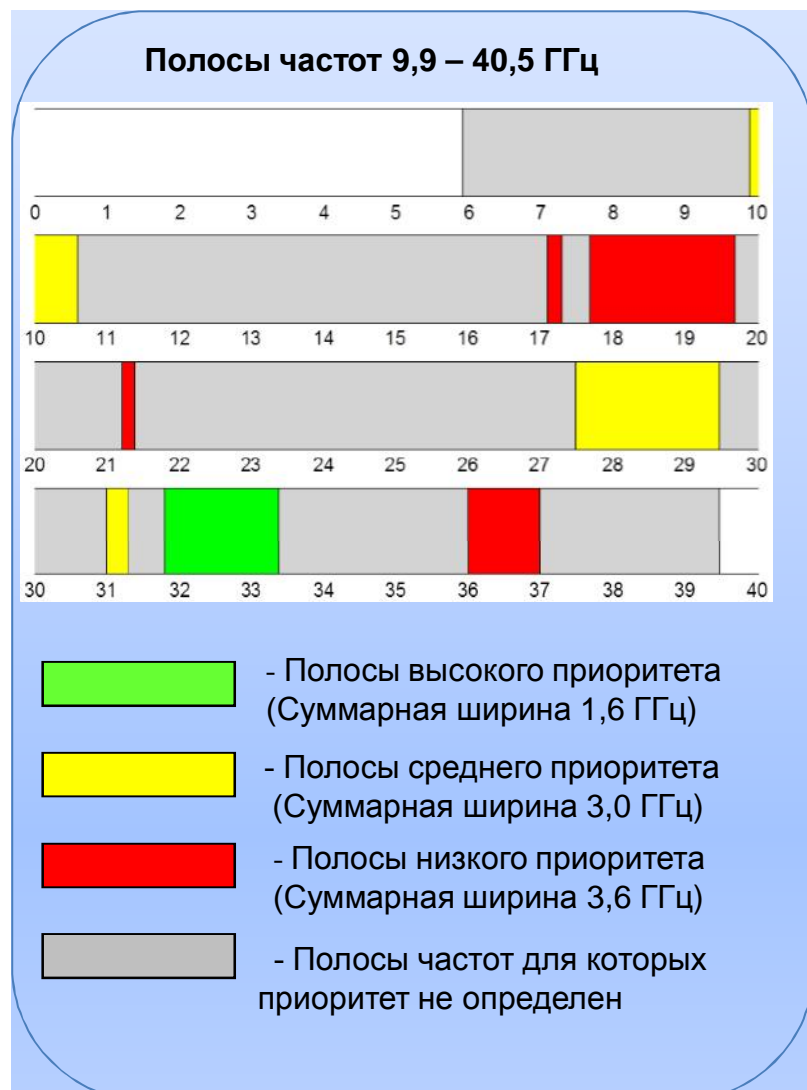


На ВКР-19 планируется распределить на всемирной основе полосы частот с непрерывным спектром шириной более 1000 МГц в канале DL и более 500 МГц в канале UL для сетей 5G по результатам исследований РЧС в проекте METIS.

- Использование полос, имеющих согласно ст. 5 Регламента радиосвязи МСЭ-Р распределение на первичной основе для категорий ПОДВИЖНАЯ/ФИКСИРОВАННАЯ радиослужб, или радиослужб совместно использующие полосу с ПОДВИЖНОЙ на первичной основе (в том числе полосы, используемых для транспортных сетей в сетях 2G/3G/4G сегодня);
- Непрерывный спектр для 5G должен быть шириной **500 МГц** в полосах ниже 40,5 ГГц и не менее **1 ГГц** выше 40,5 ГГц. Это рассматривается как минимальное требование к 5G для выполнения потребностей пользователей;
 - На первом этапе не предполагается оценка возможности агрегации несущих, то есть полоса частот должна быть непрерывной. Однако, если поиск такой полосы не приведет к положительным результатам, то сценарии простой агрегации которые объединяют небольшое количество несмежных участков спектра можно будет оценить на втором этапе проекта METIS.
 - диапазоны, в которых может быть развернута только одна сеть не должны быть исключены из рассмотрения на начальном этапе исследований, т.е. нет никакой высшей необходимости размещения нескольких параллельных сетей предполагается.
- Рассмотрению подлежат как парные, так и непарные участки спектра (т.е. сети TDD и FDD).
- Наличие готовой нормативной базы для частотного диапазона 5G рассматривается как дополнительное преимущество.

Приоритеты в поиске новых полос частот 5G (9,9-40,5 ГГц)

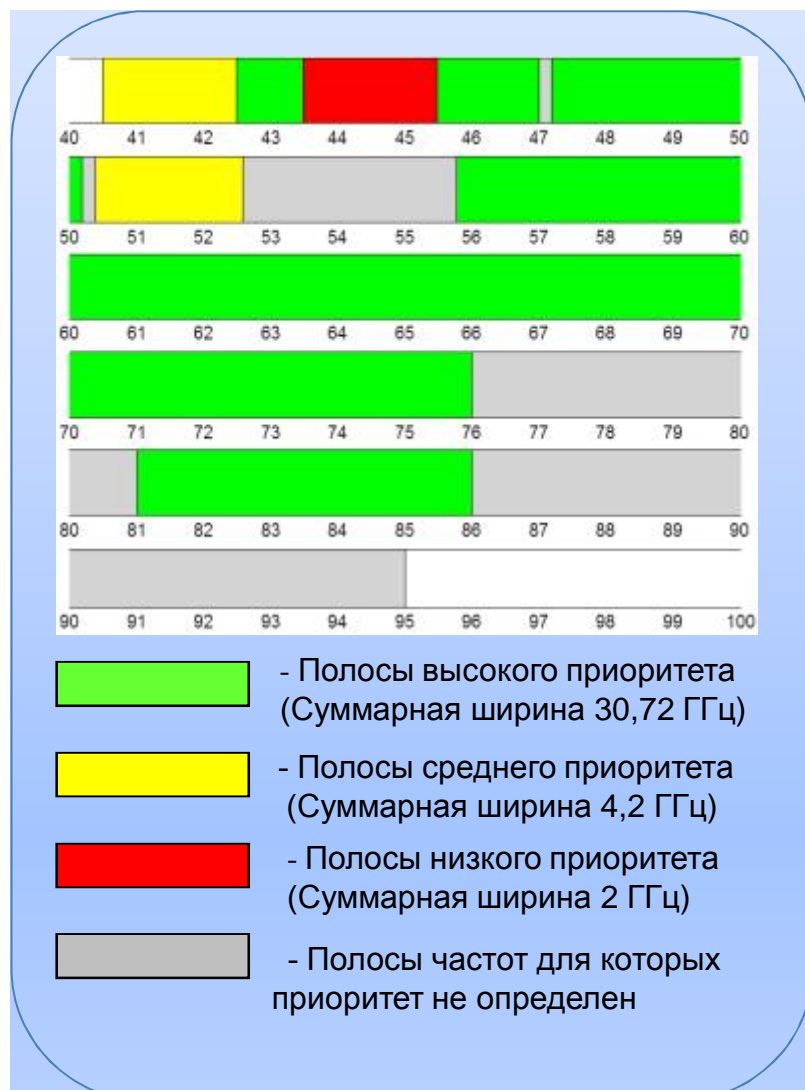
Источник: METIS



Диапазон (ГГц)	Ширина (ГГц)	Приоритет
9,9-10,6	0,7	Средний/ высокий
17,1-17,3	0,2	Низкий
17,7-19,7	2,0	Низкий
21,2-21,4	0,2	Низкий
27,5-29,5	2,0	Средний
31,0-31,3	0,3	Средний
31,8-33,4	1,6	Высокий
36,0-37,0	1,0	Низкий

Приоритеты в поиске новых полос частот 5G (40,5-100 ГГц)

Источник: METIS



Полосы частот 40,5 -100 ГГц

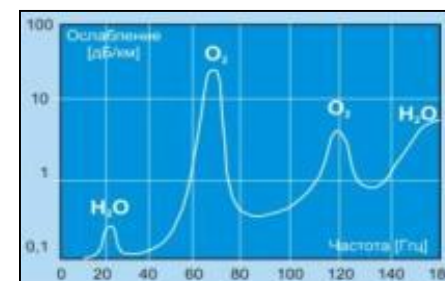
Диапазон (ГГц)	Ширина (ГГц)	Приоритет
40,5-42,5	2,0	Средний
42,5-43,5	1,0	Высокий
43,5-45,5	2,0	Низкий
45,5-47,0	1,5	Высокий
47,2-50,2	2,0	Высокий
50,4-52,6	2,2	Средний - низкий
55,78-57,0	1,22	Высокий
57-66	7	Высокий
66-71	5	Высокий
71-76	5	Высокий
81-86	5	Высокий

Направления исследований ООО «АйКомИнвест» для проекта 5GRUS

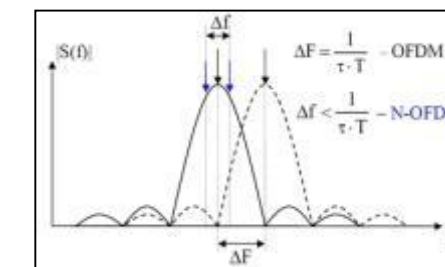
➤ Использование спектра радиочастот в России, необходимого для развития 5G



➤ Условия распространения радиоволн миллиметрового диапазона для 5G



➤ Использование сигналов с неортогональным частотным мультиплексированием, с повышенной спектральной эффективностью, для 5G



➤ Разработка требований к качеству услуг 5G и виртуализация функций QoS



Исследования по конверсии и высвобождению полос частот для 5G в России

Загрузка спектра в диапазонах ММВ в РФ*

Полоса частот, ГГц	Количество РЭС фиксированной службы	Количество РЭС других служб
27,5–29,5	312 – СБД	25 – РЭС фиксированной спутниковой службы
31–31,3	20 – РРЛ	Не используется
40,5–42,5	262 – СБД	Не используется
42,5–43,5	84 – СБД	Не используется
57,2–58,2	558 – РРЛ	Не используется
58,2–63,25	Безлицензионный диапазон	Нет сведений
71–76	Безлицензионный диапазон	Нет сведений
81–86	Безлицензионный диапазон	Нет сведений

В полосах частот 71-76/81-85 ГГц работают более 11 000 РРЛ, используемых в транспортных сетях мобильных операторов

Расходы на конверсию, выделяемые Государственным бюджетом РФ*



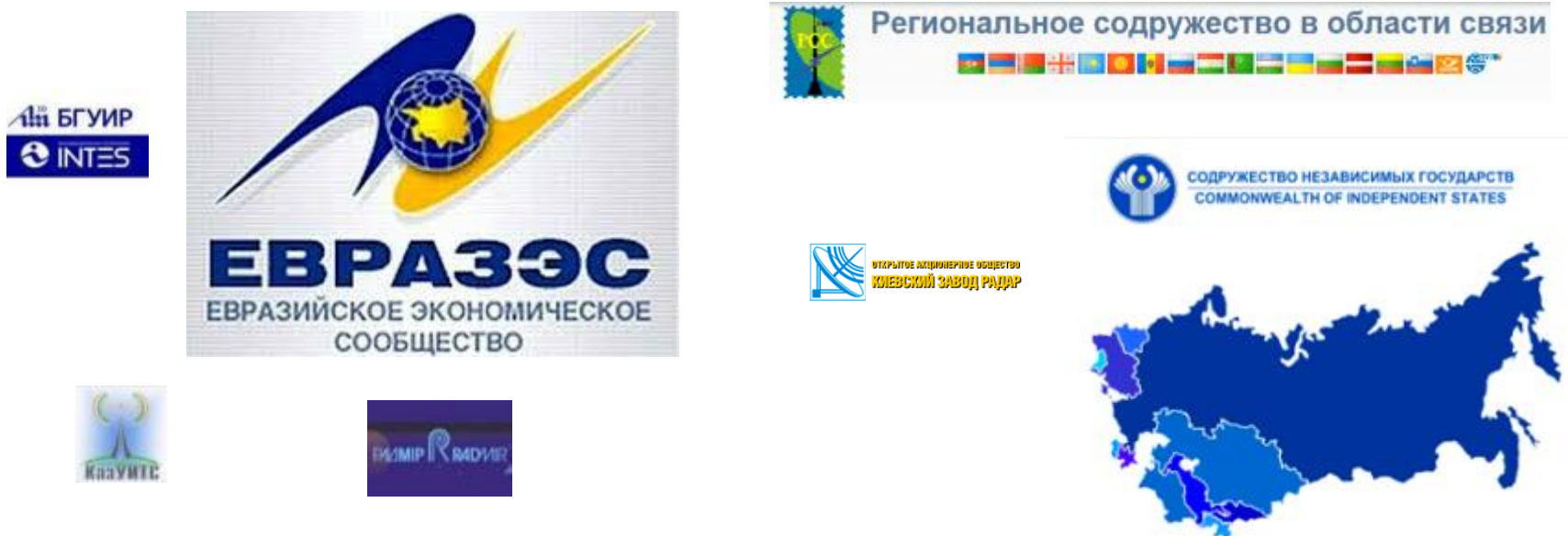
*) Источники:

- [1] Перспективы миллиметрового диапазона для 5G в России, журнал Первая миля, № 2, 2014.
- [2] Spectrum occupation and perspectives millimeter band utilization for 5G networks, Proceedings of ITU-T Conference "Kaleidoscope-2014", St.Petersburg, 2014.

Предложение по созданию Евразийской рабочей группы и РСС по спектру для 5G



Создание РГ по исследованию спектра для 5G с привлечением телекоммуникационных и инновационных университетов, научно-исследовательских центров и промышленных предприятий стран членов ЕВРАЗЭС, СНГ, РСС принесет синергетический эффект.



$$5G\ EEU = 5G\ Rus + 5G\ Bel + 5G\ Kz + \dots$$

Предлагается разработать предложения по 5G для:
Коллегии ЕвразЭС
Исполнительного комитета СНГ
Исполнительного комитета РСС

Заключение



1. Стратегия использования спектра для сетей 5G будет направлена на создание ультра-плотных сетей доступа на основе новых видов сигнально-кодовых конструкций, повышающих на порядок спектральную эффективность по сравнению с сетями 4G в миллиметровом диапазоне волн.
2. Будущее развитие сетей 5G будет связано с решениями ВКР-15 и ВКР-19, которые должны предложить правила использования и регулирования спектра для сетей 5G (IMT-2020) на всемирной основе.
3. Внедрение сетей мобильной связи 5G в России может потребовать проведения высвобождения ряда полос частот миллиметрового диапазона волн от РЭС сетей беспроводного доступа и фиксированной связи, где в настоящее время развёрнуто более 1000 РЭС сетей беспроводного доступа и более 11000 РРЛ различного назначения.

Спасибо за внимание



www.icominvest.ru

Россия, Москва, 119034,

ул. Остоженка д.28

Тел. +7 (495) 2218989

Моб. +7(926) 6820606