

Транзитная связь ИМТ

(включая станции на высотных платформах)

Семинар МСЭ/СПБПУ для стран СНГ и Европы
Санкт-Петербург,
7 июня 2018 года

Пьетро Нава
Председатель РГ 5С МСЭ-Р



1 Введение: потребности 5G

2 Обзор использования СВЧ и миллиметрового диапазонов

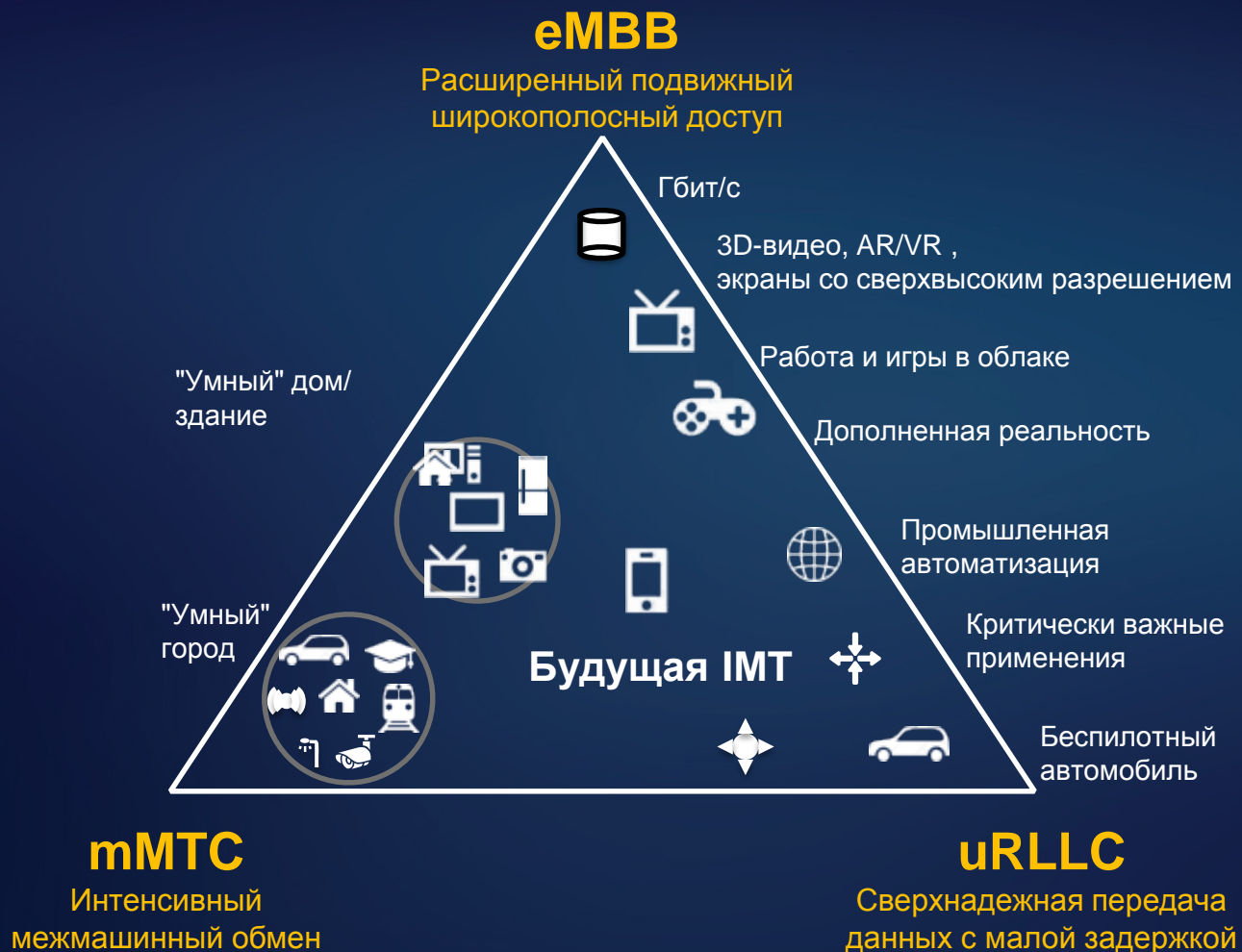
3 Тенденции в развитии технологий

4 Тенденции в развитии использования спектра

5 Станции на высотных платформах

6 Резюме

Новые услуги – новые проблемы...



5G

Пропуская способность

10 Гбит/с
на соединение



Емкость по географическому признаку

10 Мбит/с/м²
Сверхплотная тера-сота



Задержка

1 мс
E2E
задержка



Сетевая архитектура

Нарезка
Требуемая
возможность



Соединения

1000 К
соединений/
км²



Мобильность

500 км/час
Скоростная
железная дорога



100 x

Уплотнение

30~50x

Жесткое SLA
SDN/NFV

100 x

1.5 x

100 Мбит/с

Малые соты

30~50 мс

Неизменяемая

10 К

350 км/час

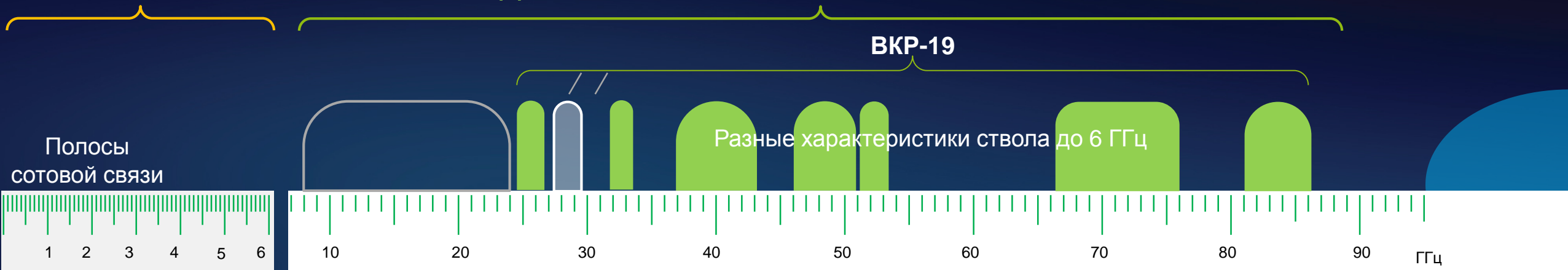
LTE

Дополнительные полосы 5G



Основные полосы

Дополнительные полосы для дополнительной емкости



Макро



Малая



Сверхмалая

Размер соты

Группа 30

- 24,25–27,5 ГГц
- 31,8–33,4 ГГц

Группа 40

- 37,0–40,5 ГГц
- 40,5–42,5 ГГц
- 42,5–43,5 ГГц

Группа 50

- 45,5–47 ГГц
- 47,0–47,2 ГГц
- 47,2–50,2 ГГц
- 50,4–52,6 ГГц

Группа 80

- 66–76 ГГц
- 81–86 ГГц

Распределение спектра для 5G/IMT-2020 включает полосы, традиционно используемые фиксированной службой, и это может иметь значительные последствия для операторов.

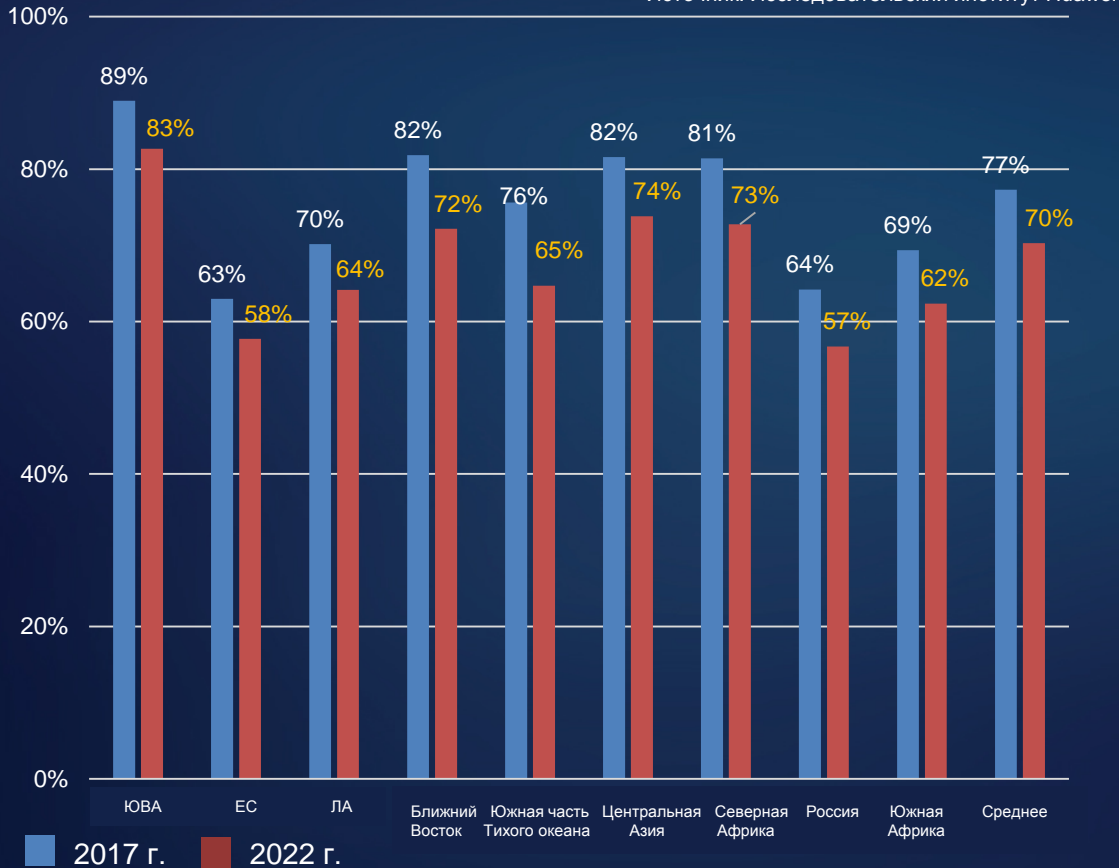
- 1 Введение: потребности 5G
- 2 Обзор использования СВЧ и миллиметрового диапазонов**
- 3 Тенденции в развитии технологий
- 4 Тенденции в развитии использования спектра
- 5 Станции на высотных платформах
- 6 Резюме

В 2022 году транзитная связь 70% макро-станций в СВЧ-диапазоне

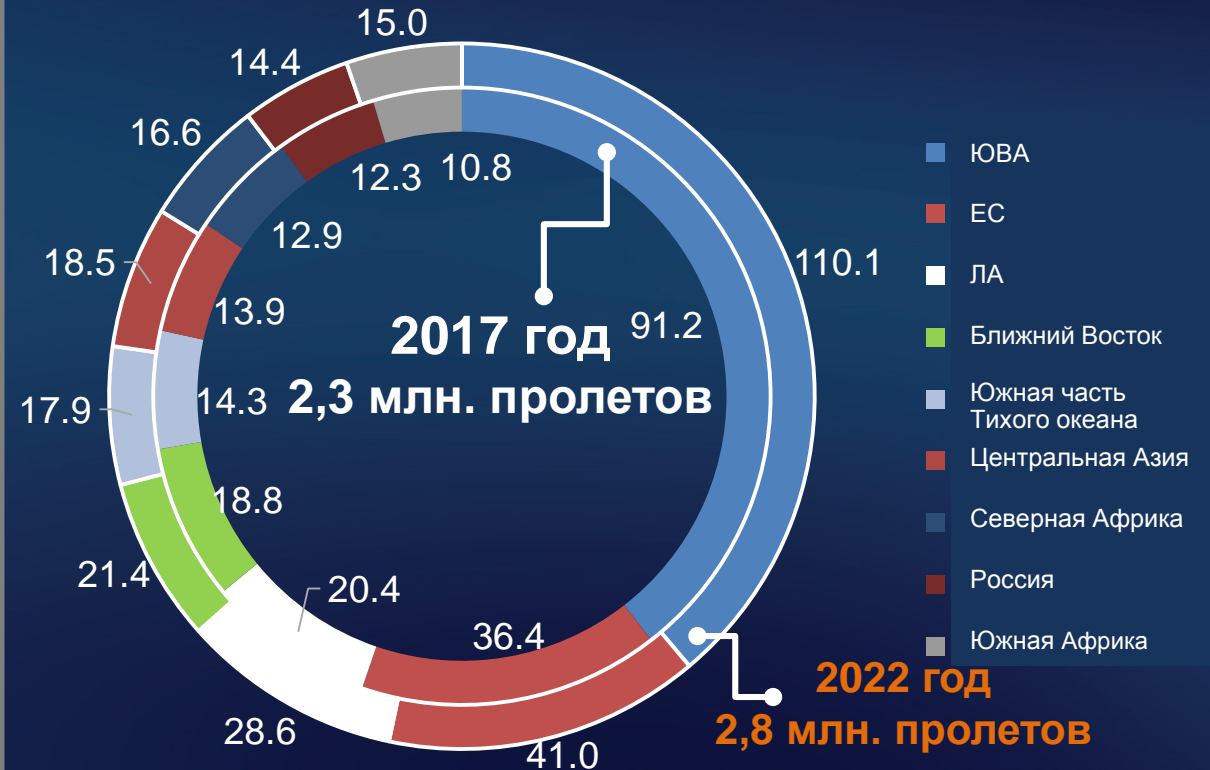


2017 г.: транзитная связь **77%** базовых станций* в СВЧ-диапазоне
 2022 г.: **70%** базовых станций по-прежнему выбирают СВЧ-диапазон

Источник: Исследовательский институт Huawei



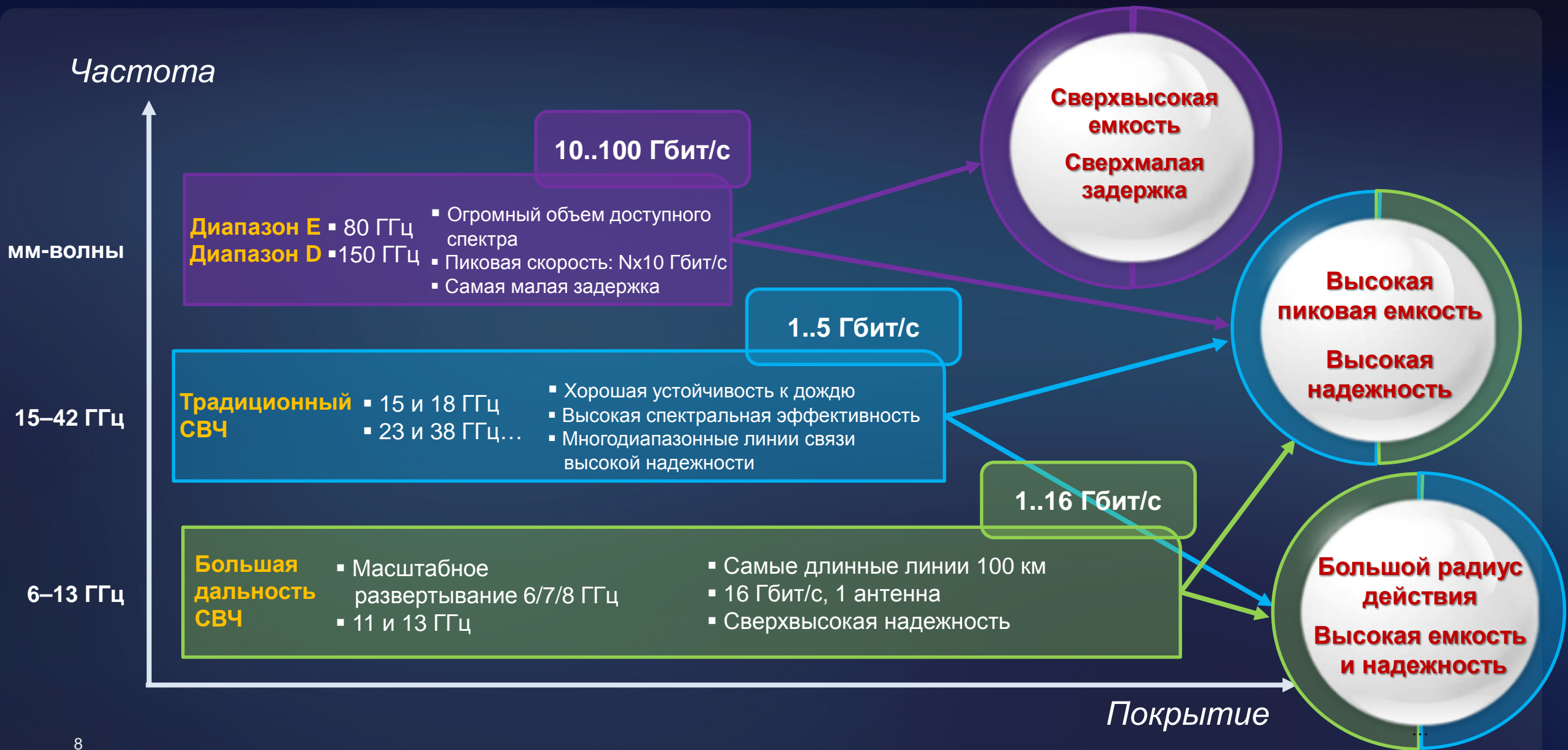
Число пролетов в СВЧ-диапазоне **продолжает расти** и, по прогнозам, в 2022 году оно составит **2,8 млн.** пролетов



Источник: Исследовательский институт Huawei

СВЧ-диапазон остается основным решением для транзитной связи для 5G в среднесрочной перспективе

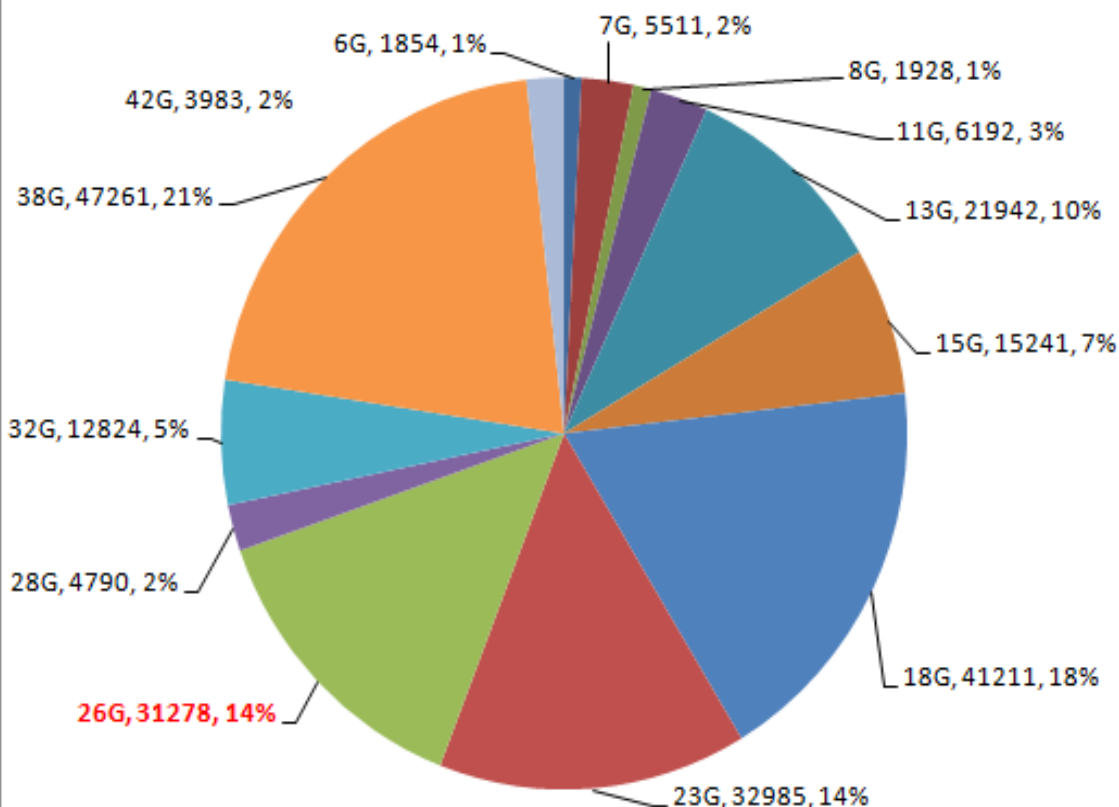
Спектр – Емкость – Расстояние



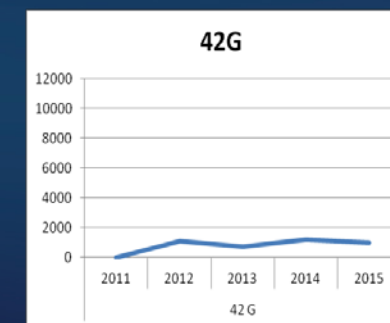
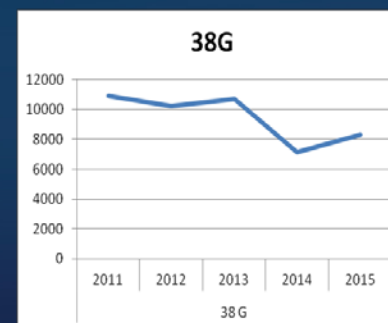
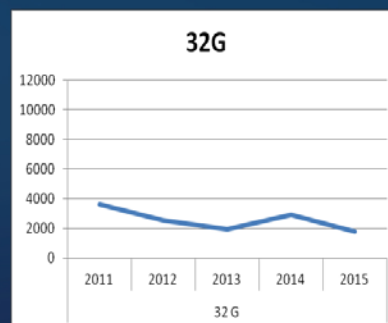
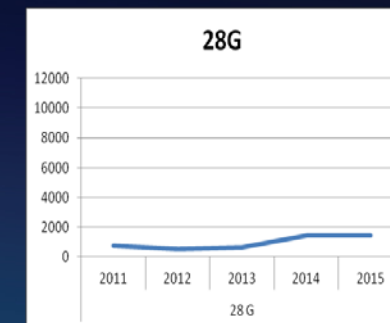
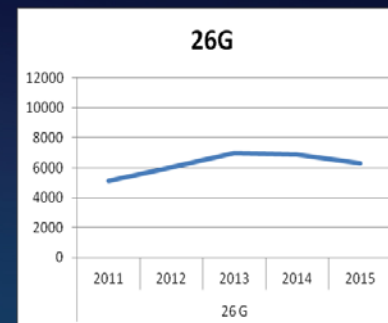
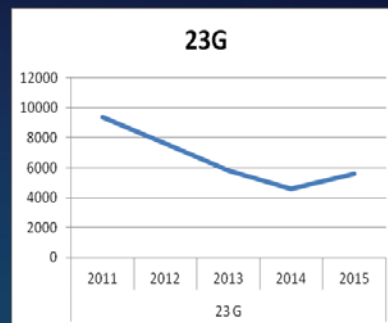
Транзитная связь – использование полос частот в Районе 1



Результаты, относящиеся к СВЧ-диапазону, по полосам частот



Huawei internal analysis



- **26 ГГц:** переход на 23 ГГц или 32 ГГц
- **38 ГГц:** возможная замена на диапазон E
- **42 ГГц:** возможная замена на диапазон E
- **ММ-волны:** позволит снизить загрузку спектра и обеспечить более высокую пропускную способность

- 1 Введение: потребности 5G
- 2 Обзор использования СВЧ и миллиметрового диапазонов
- 3 Тенденции в развитии технологий**
- 4 Тенденции в развитии использования спектра
- 5 Станции на высотных платформах
- 6 Резюме

Технологическая карта СВЧ-диапазона

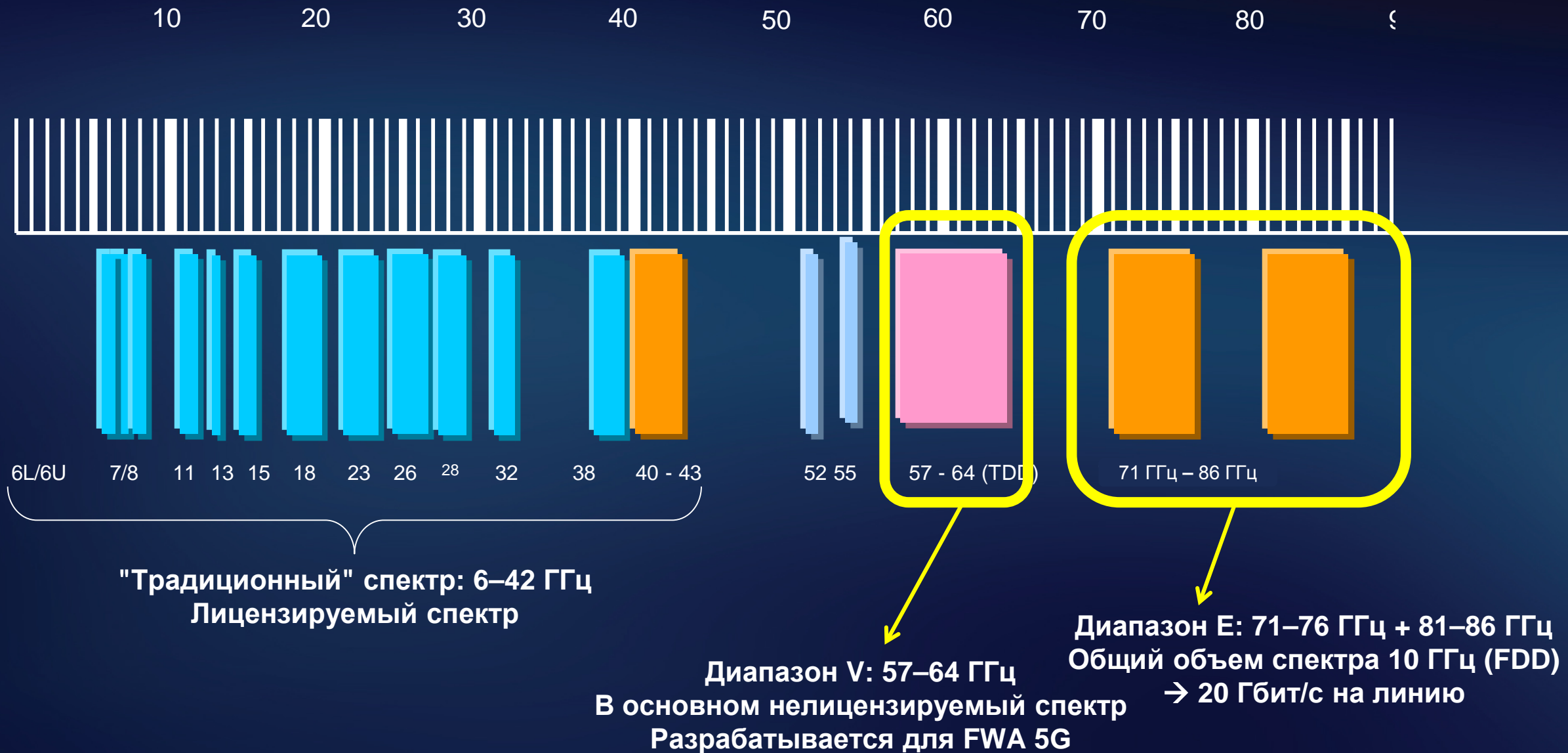


Состояние технологий, стандартов и регулирования



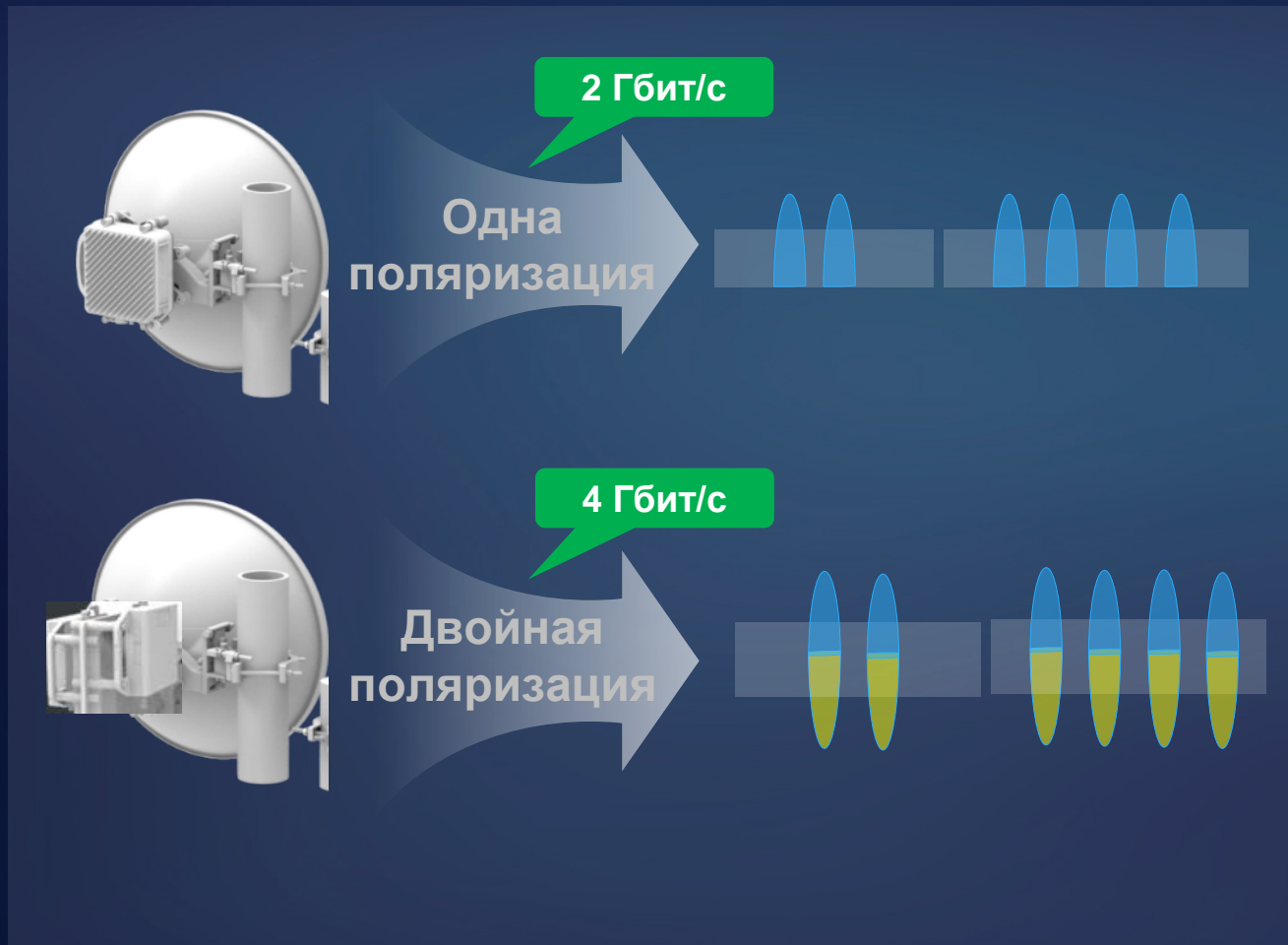
Пункт	Состояние и текущие вопросы
Объединение радиостволов	<ul style="list-style-type: none">Лицензионные сборы подлежат уточнению
Несколько диапазонов	<ul style="list-style-type: none">Лицензионные сборы подлежат уточнению
Размер ствола 112 (224) МГц	<ul style="list-style-type: none">Стволы 112 МГц доступны в некоторых диапазонах (как правило > 23ГГц)Стандартизация ведется при необходимости (СЕПТ, МСЭ-R)
Диапазон E	<ul style="list-style-type: none">Доступен во многих странах, ожидается экспоненциальный рост использования
Диапазон D	<ul style="list-style-type: none">Стандартизация ведется при необходимости (СЕПТ, МСЭ-R)
Модуляция более высокого порядка	<ul style="list-style-type: none">Доступно
Подавитель помех	<ul style="list-style-type: none">Технологии на стадии разработкиНеобходимо адаптировать инструменты планирования и порядок лицензирования линий
MIMO по линии прямой видимости	<ul style="list-style-type: none">Доступно, следует далее уточнять нормативно-правовую базу
Энергоэффективность (GaN)	<ul style="list-style-type: none">Технологии доступны
Перспективная организация сетей	<ul style="list-style-type: none">Ведется стандартизация (IEEE, IETF, ETSI, МСЭ-T)

Спектр миллиметровых волн



Объединение радиостволов

Использование двух и более радиостволов тем же оборудованием для получения "виртуального" ствола большой емкости. Радиостволы могут не быть смежными.



- **Увеличение пропускной способности** при снижении CAPEX (уменьшение объема оборудования до **75%**).
- **Максимальная гибкость** с многоканальной радиосвязью с программируемыми параметрами (несмежные стволы).
- **Снижение OPEX** увеличение размера и числа стволлов "по мере роста".

Многодиапазонные решения радиосвязи

Традиционный диапазон

Текущее решение
600 Мбит/с

Традиционный диапазон + диапазон E

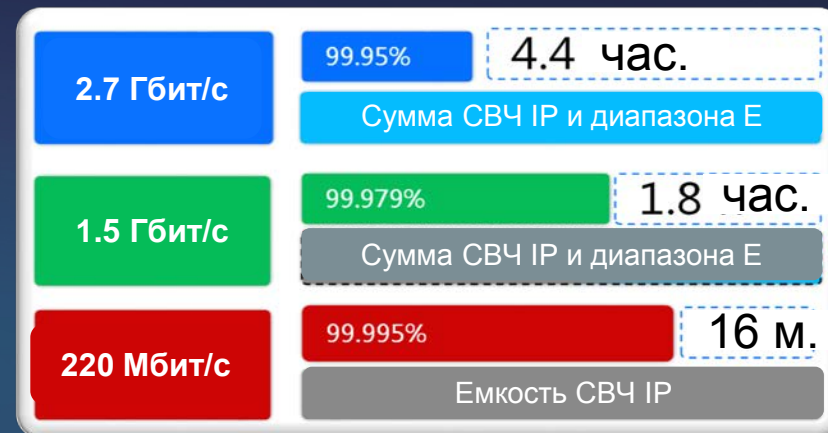
>10 Гбит/с

Диапазон E:
Высокая пиковая емкость

Традиционный СВЧ-диапазон
Большое расстояние

Многодиапазонное решение с диапазоном E

Одна антенна, пиковое значение 10 Гбит/с



(1) Оценка показателей работы линии длиной 5 км (18 + 80 ГГц) и линии длиной 10 км (11+ 80 ГГц) (интенсивность дождя 42 мм/час), доступность эталонного режима выше 99,995%.

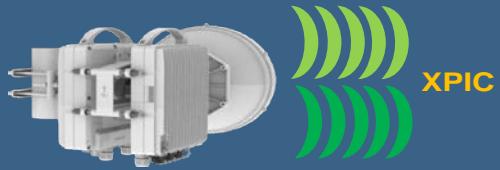
Повышение эффективности использования спектра



XPIC – эффективность использования спектра **2x**

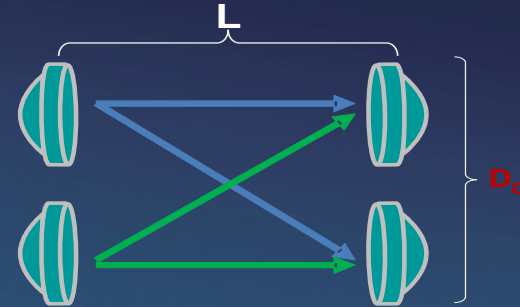


Радиосвязь 80 ГГц в диапазоне E



1-я промышленная СВЧ-линия 20 Гбит/с

MIMO – эффективность использования спектра **4x**



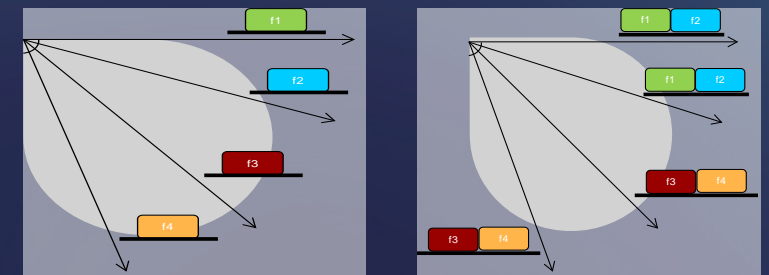
MIMO 2.0: вплоть до **60%** Do
MIMO 3.0: вплоть до **20%** Do

Увеличение пропускной способности **5x...12x**



Географическая эффективность использования спектра **4x**

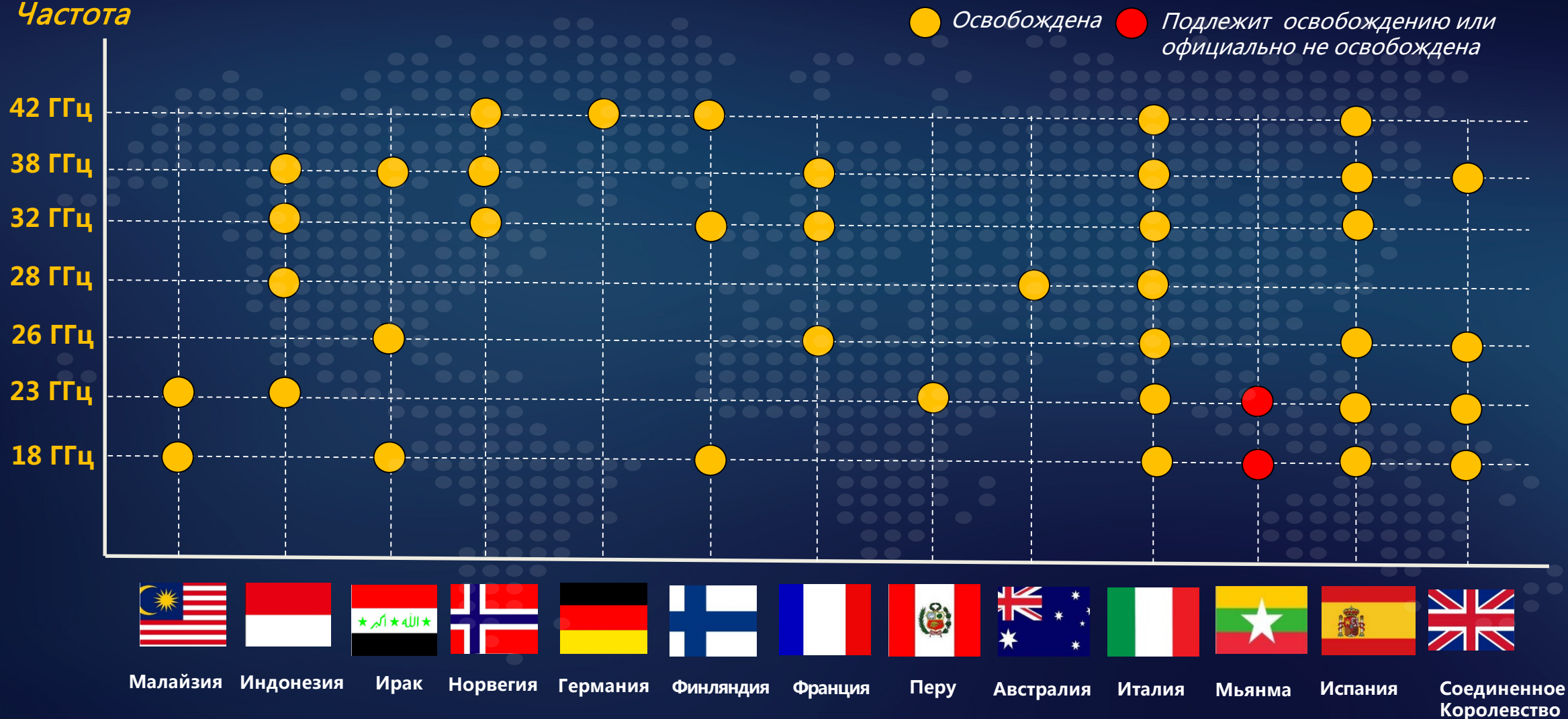
Подавление помех на совмещенной частоте
Повторное использование частоты



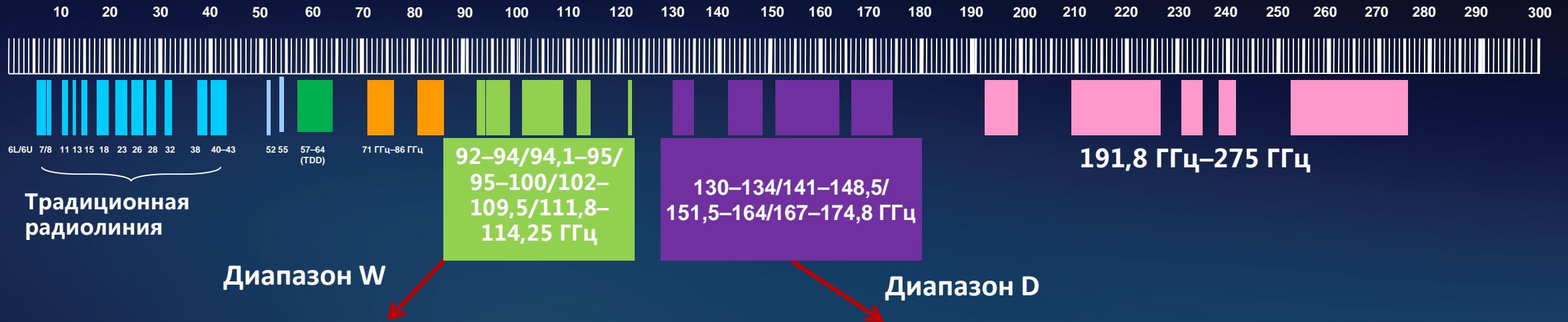
- 1 Введение: потребности 5G
- 2 Обзор использования СВЧ и миллиметрового диапазонов
- 3 Тенденции в развитии технологий
- 4 Тенденции в развитии использования спектра**
- 5 Станции на высотных платформах
- 6 Резюме

Профиль освобождения CS 112 МГц в мире

Частота



Профиль частот выше 90 ГГц



Диапазон W: обусловил выпуск ECC SE19 СЕПТ норм с целью сохранения спектра для фиксированных служб без дополнительного влияния на промышленность.

Диапазон D: обусловил выпуск ECC SE19 СЕПТ норм и согласованных стандартов TM4 ETSI с активным давлением на промышленность в соответствии со сценариями ISG применения мм-волн. Проект рекомендации по размещению радиостволов в диапазоне D утвержден в SE 19 СЕПТ в декабре 2017 года.

Распределение спектра диапазонов W/D почти стабильно и относящиеся к РЧ результаты будут опубликованы в 2018 году.

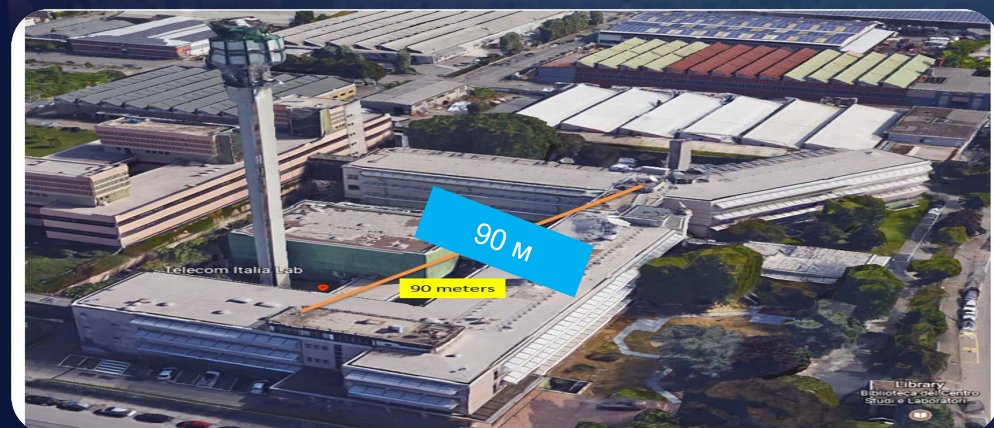
Долгосрочное опытное использование диапазона D, проверка модели МСЭ-R



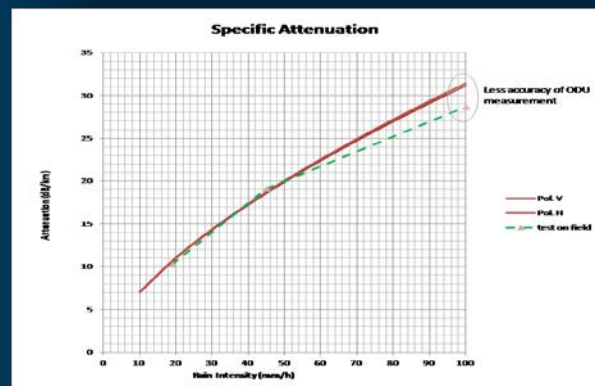
1-е пробное испытание в Милане с ноября 2016 г.



2-е пробное испытание в Турине с июля 2017 г.

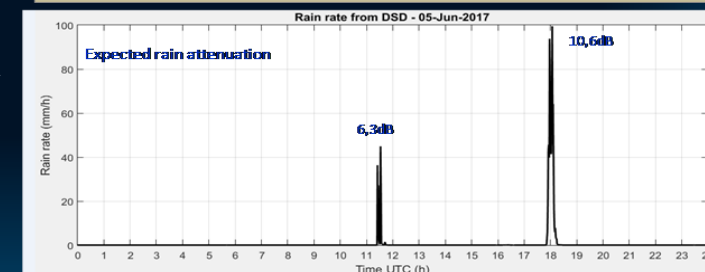
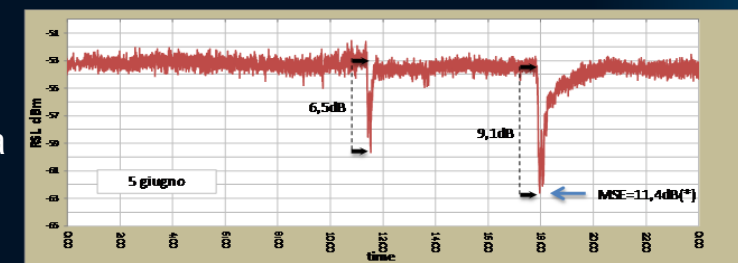


Ослабление в дожде весьма близко к модели МСЭ-R P.530-16



- Для проверки модели МСЭ-R P.530-16 необходимо собрать больше статистических данных.
- Измерения в течение одного года при координации со стороны **проф. Карло Ривы** (председатель РГ 3J МСЭ R "Основы распространения")

- Даже при интенсивности дождя до **100 мм/час** система не уходит ниже порогового значения.
- До настоящего момента – одно прерывание связи из-за замирания в дожде (интенсивность дождя до **230 мм/час**)



(*)Receiver Threshold (QPSK): MSE=7dB

- 1 Введение: потребности 5G
- 2 Обзор использования СВЧ и миллиметрового диапазонов
- 3 Тенденции в развитии технологий
- 4 Тенденции в развитии использования спектра
- 5 Станции на высотных платформах**
- 6 Резюме

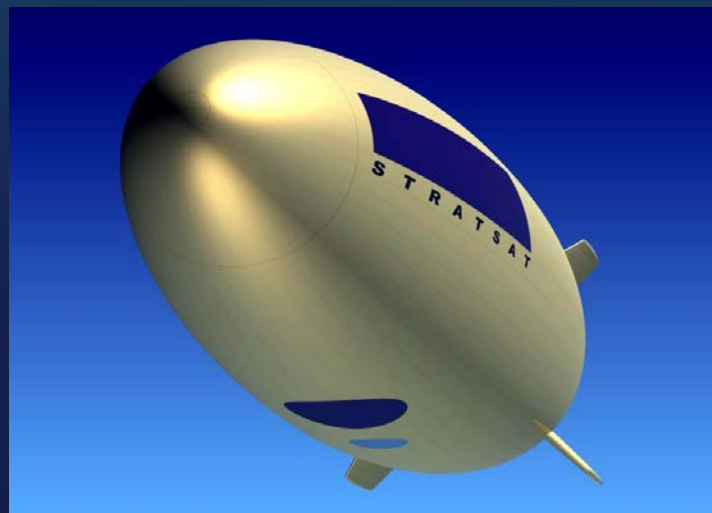
Станции на высотных платформах (HAPS)

Пункт	Текущее состояние
Распределение спектра	<ul style="list-style-type: none"> • Существующие полосы: 6 440–6 520 МГц (D), 6 560–6 640 МГц (U), 27,9–28,2 ГГц (D), 31,0–31,3 ГГц (U) за пределами Района 2, 47,2–47,5 ГГц и 47,9–48,2 ГГц • , • Новые полосы исследуются: 21,4–22 ГГц и 24,25–27,5 (Район 2), 38–39,5 на глобальной основе
Покрытие	<ul style="list-style-type: none"> • Типовой радиус покрытия 50 км (высота HAPS: 20 км).
Применение для транзитной связи	<ul style="list-style-type: none"> • Концепция доступности и показателей сети должна быть проанализирована.
Доступность платформ	<ul style="list-style-type: none"> • Легче воздуха (LTA): аэростаты с фиксированным местоположением. • Тяжелее воздуха (HTA): долговременные высотные дроны, летающие по схемам.
Состояние стандартизации	<ul style="list-style-type: none"> • Исследования MCЭ-R в рамках пункта 1.14 повестки дня.
Примеры	<ul style="list-style-type: none"> • Airbus... • Boeing... • Google:...

Примеры HAPS



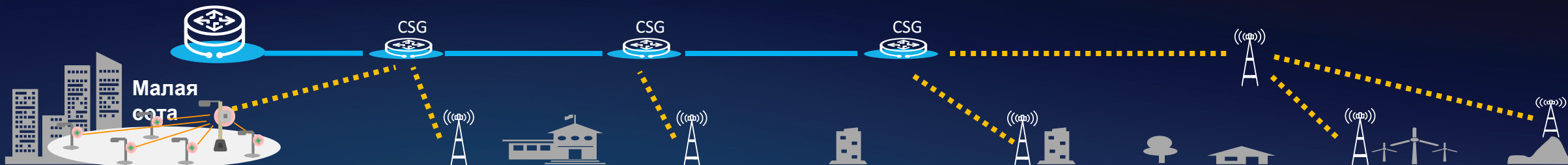
HTA



LTA

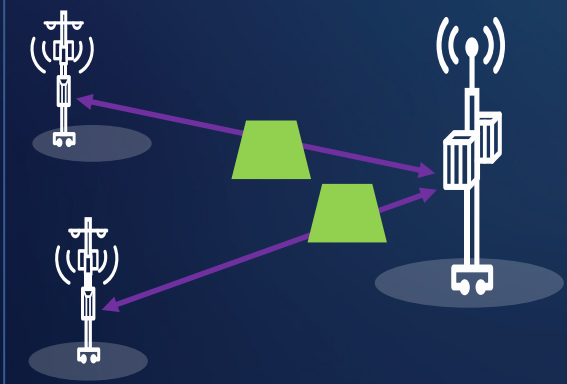
- 1 Введение: потребности 5G
- 2 Обзор использования СВЧ и миллиметрового диапазонов
- 3 Тенденции в развитии технологий
- 4 Тенденции в развитии использования спектра
- 5 Станции на высотных платформах
- 6 Резюме**

Решения в СВЧ-диапазоне для всех сценариев



Район плотной городской застройки

- Малая сота на столбе
- Протяженность линии: < 1 км
- Емкость: до 10 Гбит/с



Городской район

- Макросота на крыше
- Протяженность линии : < 2 км
- Емкость: до 10 Гбит/с



Пригород

- Макросота на мачте
- Протяженность линии: 2~7 км
- Емкость: до 4 Гбит/с



Сельский район

- Макросота на мачте
- Протяженность линии : >10Km
- Емкость: до 2Гбит/с



Сейчас PtP в диапазоне V

Диапазон E, 20G/XPIC

Супер-двойной диапазон

112M, XPIC

В будущем PtMP в диапазоне D/
диапазоне V

Большое расстояние
Диапазон E

Интегрированный двойной
диапазон, большое
расстояние, диапазон E

CA/MIMO/CCIC

Емкость
 $N \times 10$
Гбит/с
на ствол

*Диапазон E, диапазон D,
супер-двойной диапазон*

Задержка
50 мкс
на СВЧ-линию

*Новая современная
технология, малая
задержка очередей
пакетов*

Плотность
Сотни
линий
на км²

*Диапазон E, диапазон D
Уменьшение помех*

Эффективность
4x
бит/с/Гц
MIMO на линии
прямой видимости

*MIMO 2.0
MIMO 3.0*

[Технический документ mWT ISG ETSI об СВЧ и мм-волнах для 5G \(pdf, гиперссылка\)](#)

БЛАГОДАРЮ ВАС!

Copyright©2018 Huawei Technologies Co., Ltd. All Rights Reserved.

The information in this document may contain predictive statements including, without limitation, statements regarding the future financial and operating results, future product portfolio, new technology, etc. There are a number of factors that could cause actual results and developments to differ materially from those expressed or implied in the predictive statements. Therefore, such information is provided for reference purpose only and constitutes neither an offer nor an acceptance. Huawei may change the information at any time without notice.