



**Государственный университет
телекоммуникаций**
Кафедра мобильных та видеоинформационных технологий

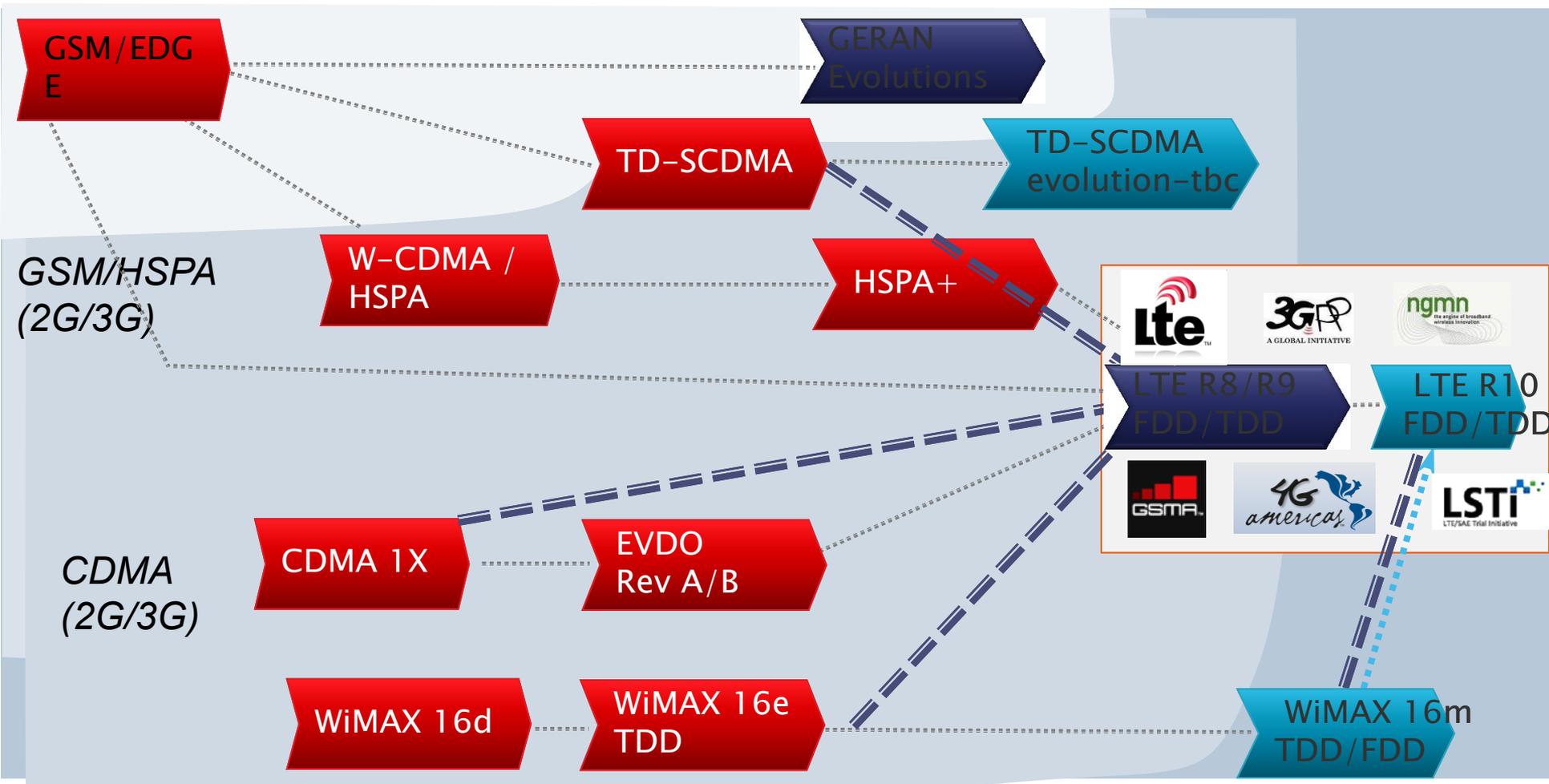


ДОКЛАД НА ТЕМУ:

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСНОВНЫХ
ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ И ВОЗМОЖНОСТЕЙ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ
ТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА В РАМКАХ
ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ 4G И 5G**

**Докладчик: д.т.н., профессор
Сайко Владимир Григорьевич
заведующий кафедрой мобильных и
видеоинформационных технологий
vgsaiko@gmail.com. т (066)-450-23-02**

Все пути ведут в... LTE



Переход от 3G/UMTS/HSDPA к LTE (pre-4G)



Проблемы и особенности использования РЧС для сетей LTE



Инновационный цикл генерации нового поколения мобильной связи

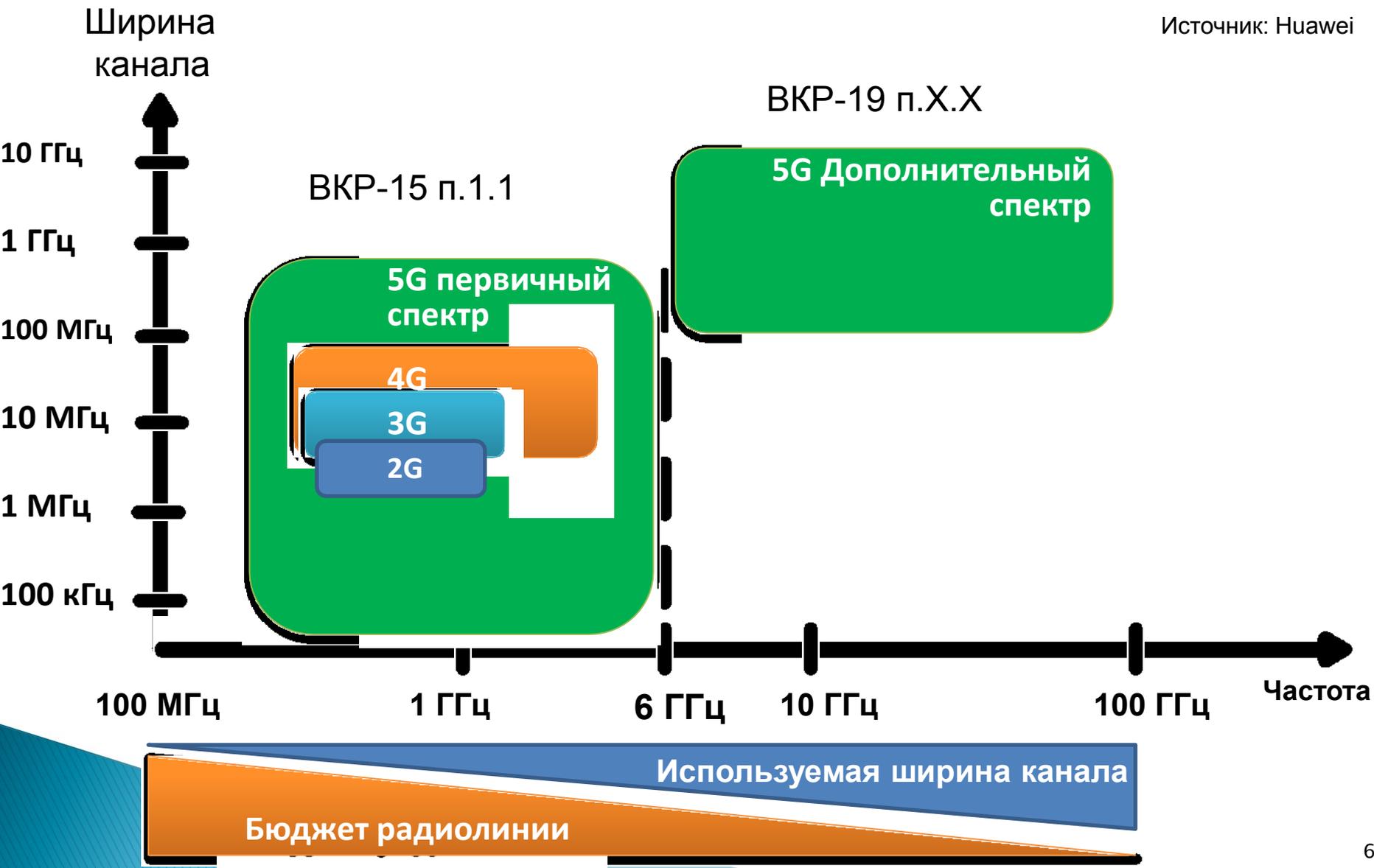


Появление технологии 5G должно служить преодолению тех вызовов, которые сейчас наблюдаются на мобильном рынке, а именно:

- Взрывной рост мобильного трафика передачи данных, как абонентского, так и служебного;
- Переход от соединений, сосредоточенных на задачах обеспечения связи в цепочке «человек-человек» (H2H) или «человек - машина (сервер)» (H2M) на соединения, нацеленные на обеспечение связи в цепочке «машина – машина» (M2M);
- Необходимость снижения капитальных затрат на развертывание сетей нового поколения по сравнению с инвестициями в сети предыдущего поколения и минимизации операционных затрат для повышения их экономической эффективности.

Потребности в спектре для реализации технологических решений 5G

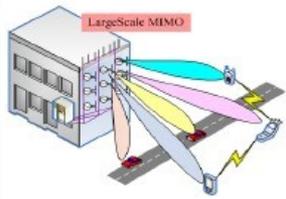
Источник: Huawei



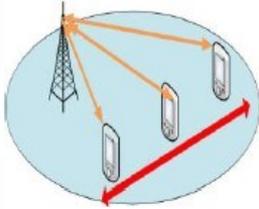
Ключевые технологические решения 5G

Обеспечивающие технологии передачи сигналов

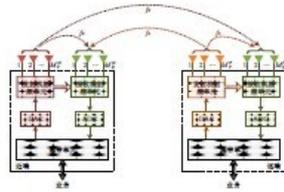
Massive MIMO



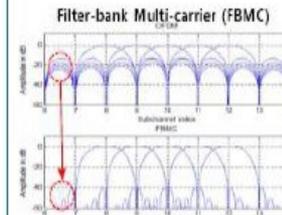
Novel Multiple Access



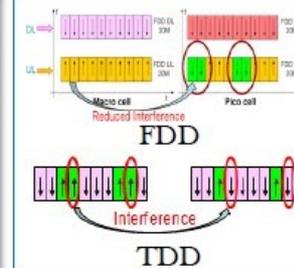
Full Duplex



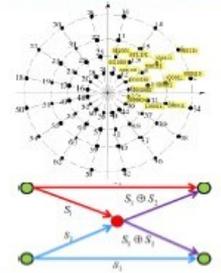
FBMC



Flexible Duplex

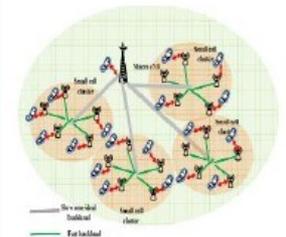


Adv. Coding and Modulation



Ключевые технологические решения

Ultra-dense networking



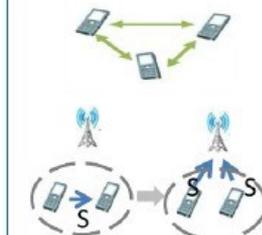
Low latency & high reliability



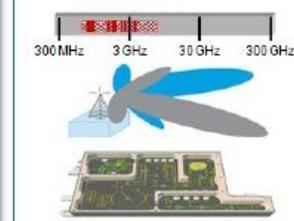
M2M



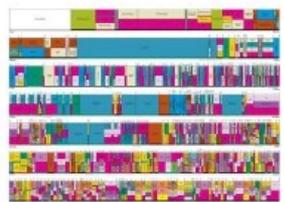
D2D



High frequency communications



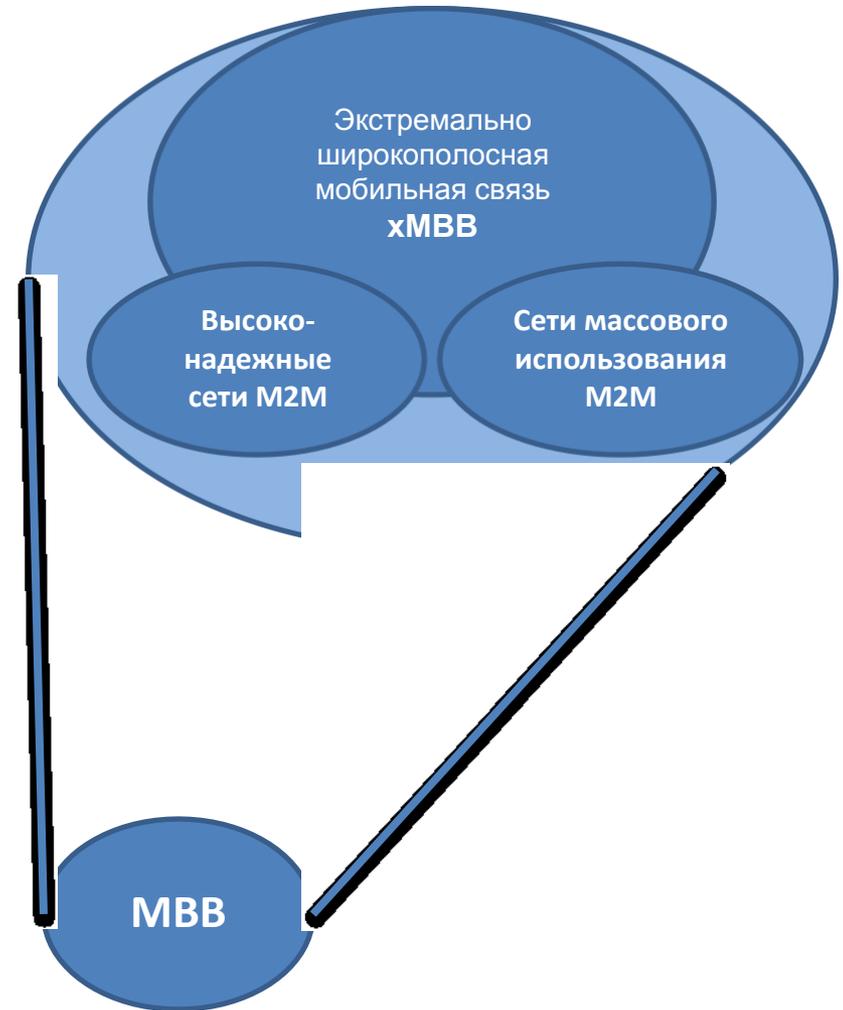
Spectrum sharing



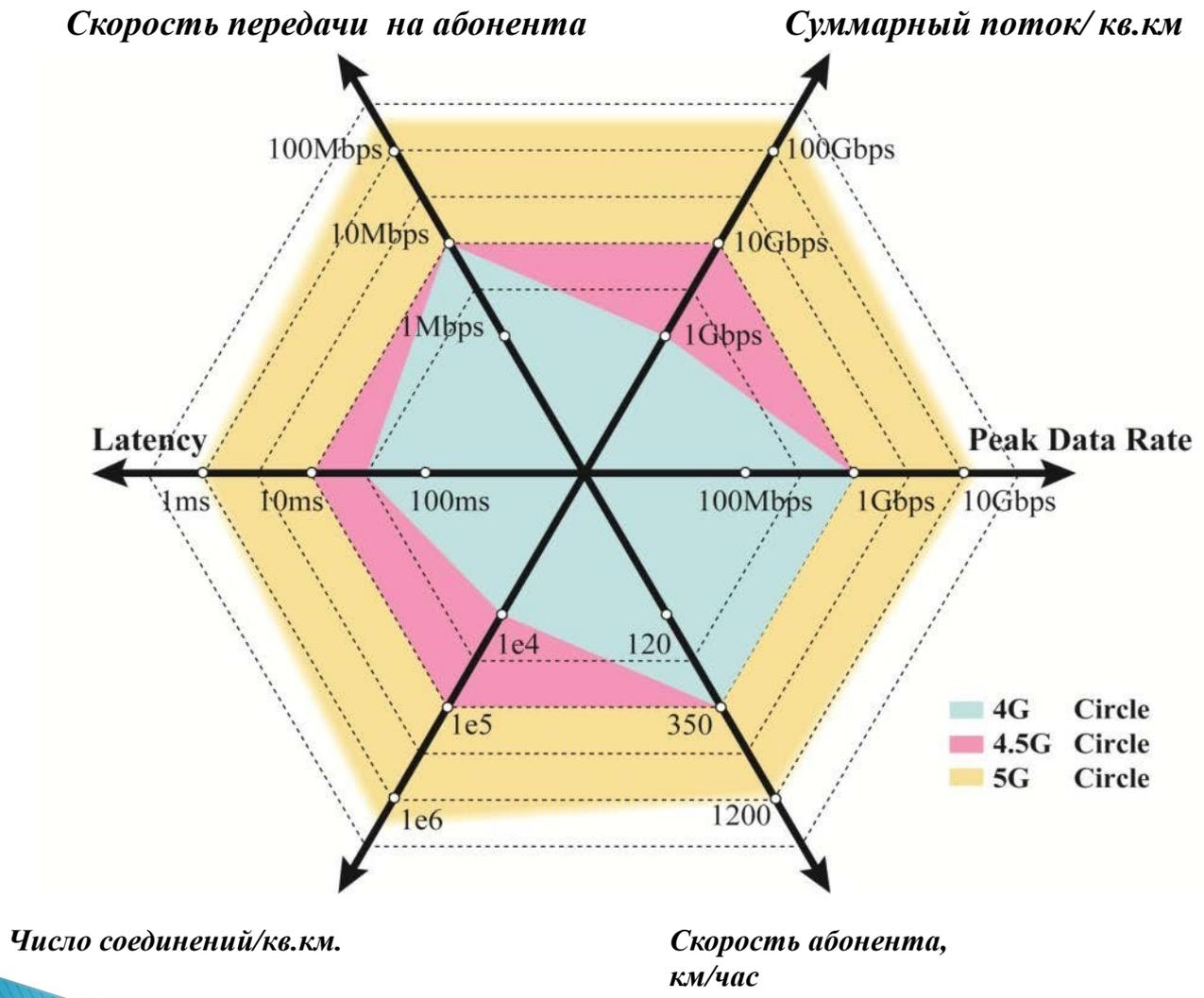
Ключевые услуги 5G:

- **Экстремально широкополосный мобильный доступ (Extreme Mobile BroadBands: xMBV)**
- **Массовое использование устройств M2M (Massive) (M-MTC)**
- **Высоконадежная/критичная к использованию связь M2M устройств (M-MTC)**

Более 67% трафика потребляемого в сетях операторов LTE – видеотрафик (33% - видеотрафик Youtube, 34% - видеотрафик U+TV).



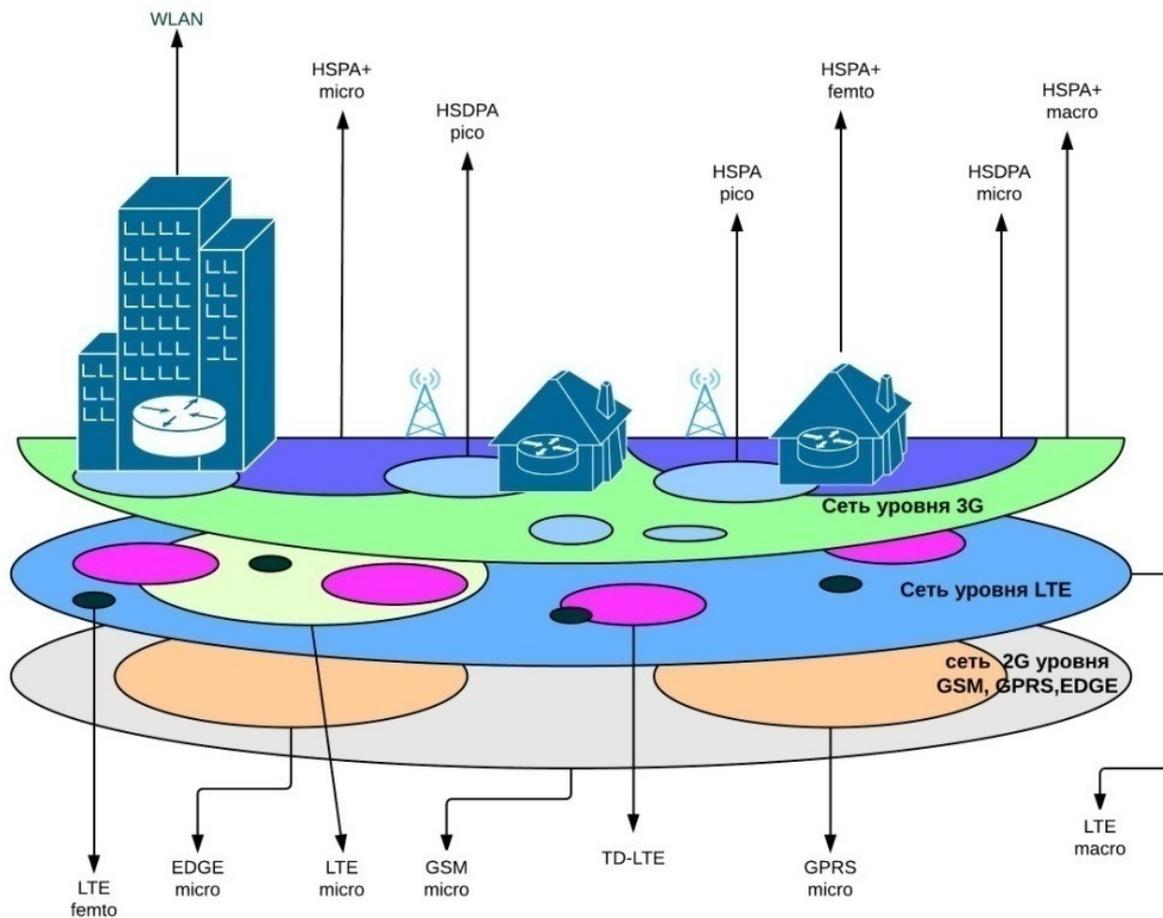
Сравнение технических требований к сетям мобильной связи 4G и 5G



Что такое IoT

- ▶ Единая сеть, объединяющая окружающие нас реальные и виртуальные объекты
- ▶ Вещь – любой объект реального или виртуального мира, который существует, перемещается в пространстве и времени и может быть однозначно определен
- ▶ Составляющие: вещи (как реальные, так и виртуальные), системы коммуникации, системы пеленгации (локации), системы управления и мониторинга и люди (пользователи)
- ▶ Окружающая среда

Гетерогенные сети



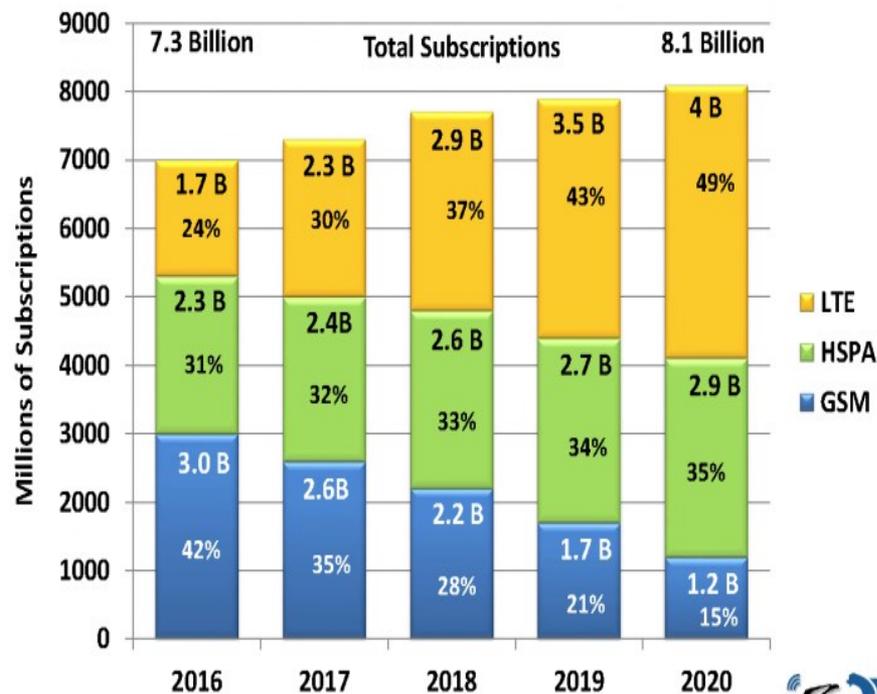
Проблемы

- ▶ нет виртуальных образов большинства реальных вещей (общее описание, их свойства и органы управления, их текущие параметры, положения в пространстве)
- ▶ большинство вещей пассивны (малоактивны, мало самостоятельно функциональны) в плане их физической активности
- ▶ вещи не видят (плохо видят) друг друга
- ▶ вещи плохо понимают друг друга
- ▶ вещи не умеют самоорганизовываться: даже две вещи не знают как и для чего взаимодействовать друг с другом, сложные самоорганизующиеся конфигурации вещей, состоящие из многих элементов и образующие сложные системы – пока фантастика

Прогноз развития на 2016–2020

Ежегодный мировой технический прогноз

Абоненты и доли рынка в 2016-2020



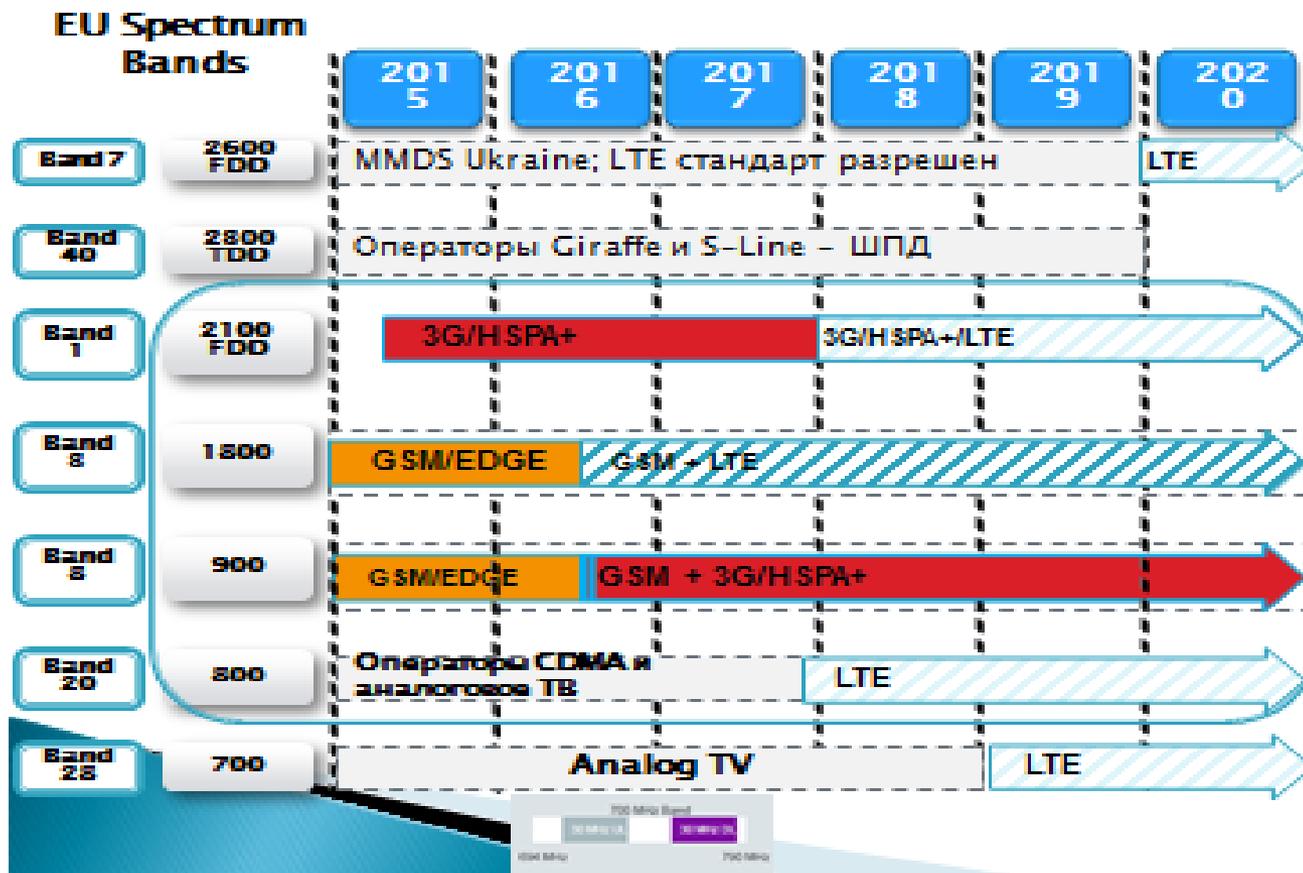
Source:  June 2016


www.5gamerica.org



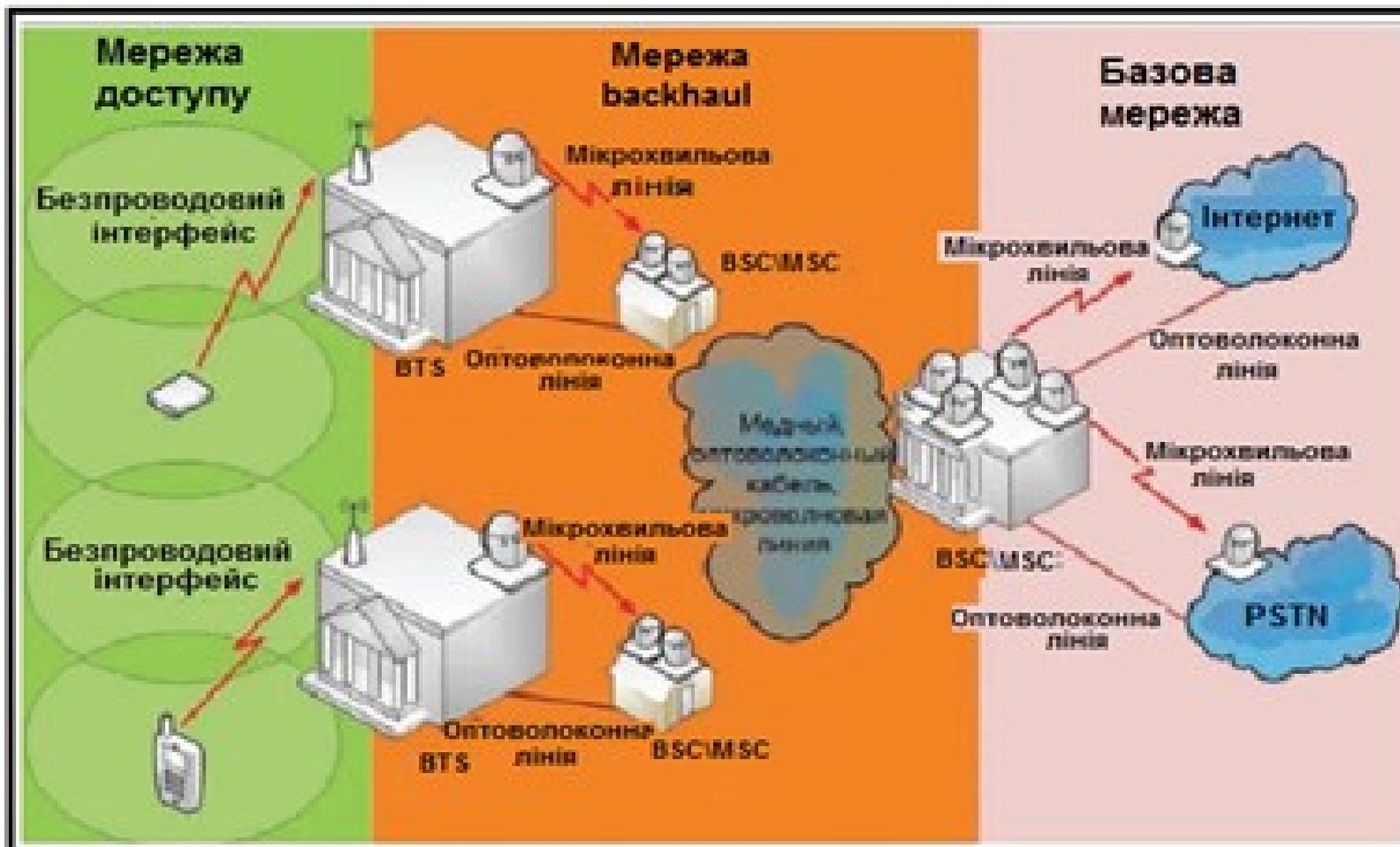
Можно ли ускорить запуск LTE?

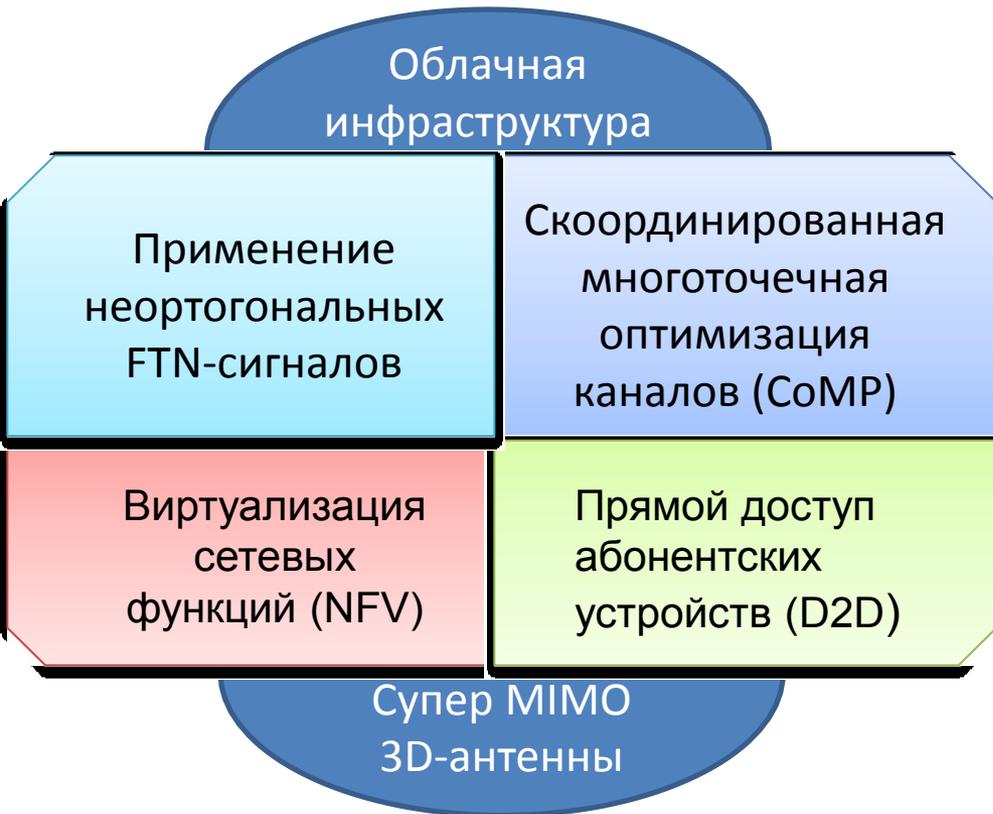
Технологическая нейтральность открывает путь к LTE



- Возвращение к росту сектора Телекома и др. секторов экономики;
- Быстрый рост мобильного ШПД и как следствие рост ВВП за счет получения операторами возможностей быстрого и эффективного развертывания сети;
- Улучшение восприятия абонентов за счет увеличения покрытия, емкости и качества сервисов;
- Гармонизация с ЕС за счет применения лучших практик управления Спектром.

Иерархия сети: сеть доступа, сеть backhaul и базовая сеть





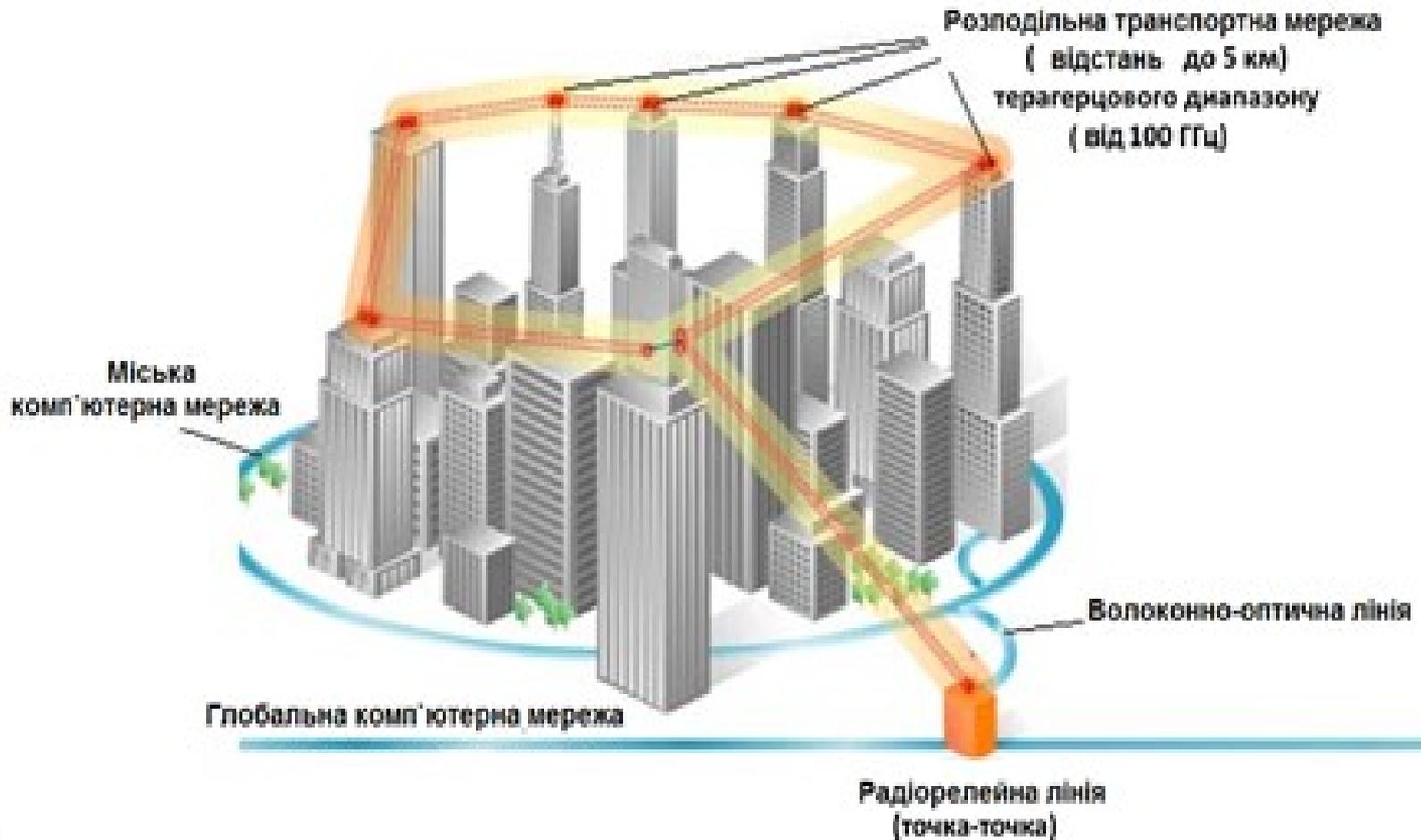
Целевая направленность технологических решений 5G

□ **Создание ультра – плотных сетей**, обусловленная использованием полос частот в диапазонах выше 28 ГГц для обеспечения полос частот с непрерывным спектром шириной более 1000 МГц в канале DL и более 500 МГц в канале UL;

□ **Универсальное управление ресурсами:** сочетание распределения ресурсов со случайным доступом CSMA и детерминированного планирования ресурсов сети;

□ **Виртуализация сетевых функций:** Cloud RAN (SDR), SDN и NFC.

Пример использования терагерцового диапазона в гетерогенной транспортной сети мобильной связи



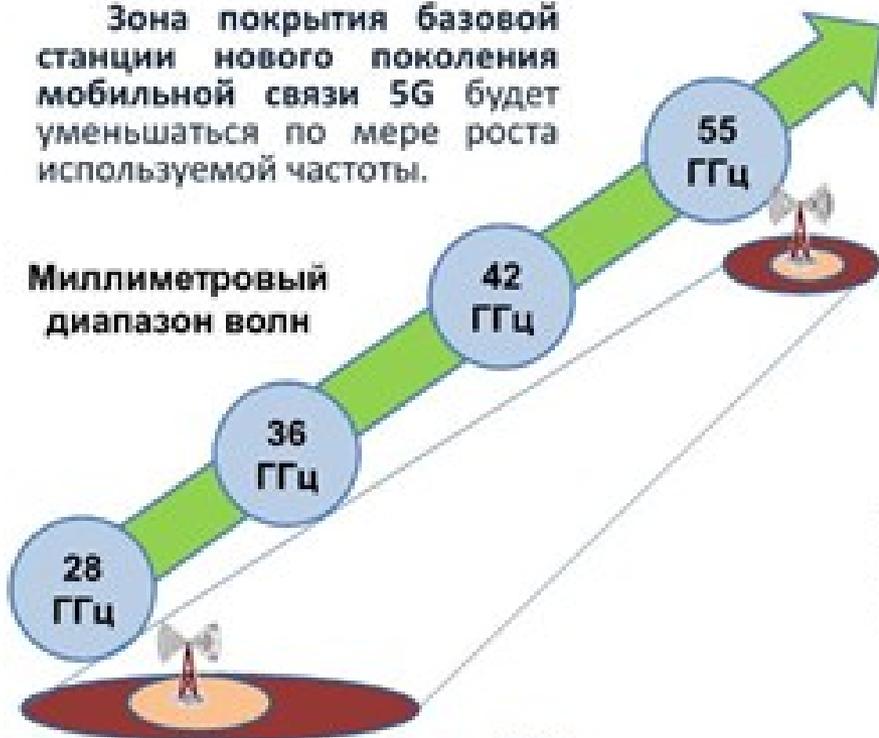
Результаты исследования возможности применения терагерцового диапазона в мобильных сетях 4G и 5G.

- ▶ проведен анализ особенностей распространения радиоволн в терагерцовом диапазоне;
- ▶ произведена оценка технических характеристик создаваемого терагерцового канала передачи и влияния факторов, влияющие на основные его характеристики;
- ▶ разработано техническое решение для создания канала передачи в терагерцовом диапазоне.

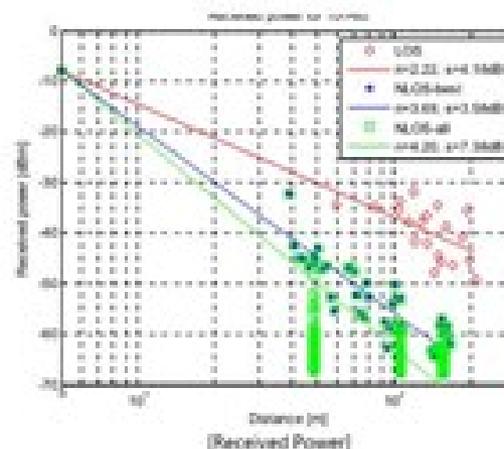
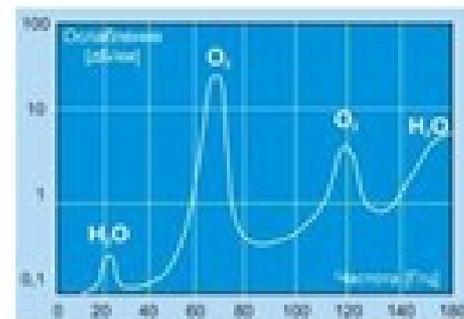
Особенности зоны покрытия мобильной связи 5G для различных диапазонов

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

Миллиметровый диапазон волн



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

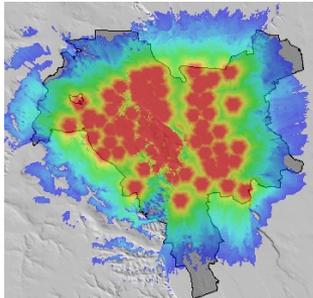


Результаты планирования ЧТР радиопокрытия Украины LTE-800

Номінальне планування частотно-територіального розподілу радіопокриття LTE-800
за умов типових морфологічних ознак для населених пунктів території України.

Щільно забудоване місто з
великою концентрацією
населення

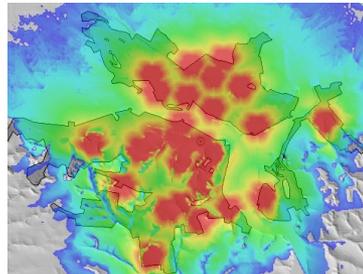
м. Київ



- Площа: **847** км²;
- Густота населення : **3466** осіб/км²;
- Чисельність населення: **2 908 141**;
- Кількість базових станцій: **200**.

Забудоване місто із
середньою концентрацією
населення

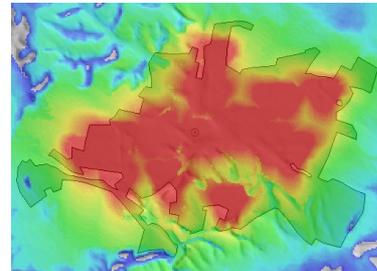
м. Дніпро



- Площа: **405** км²;
- Густота населення : **2429** осіб/км²;
- Чисельність населення: **982 063** ;
- Кількість базових станцій: **50**.

Обласний центр

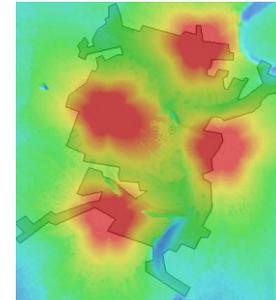
м. Вінниця



- Площа: **113** км²;
- Густота населення : **3303** осіб/км²;
- Чисельність населення: **373 302** ;
- Кількість базових станцій: **15**.

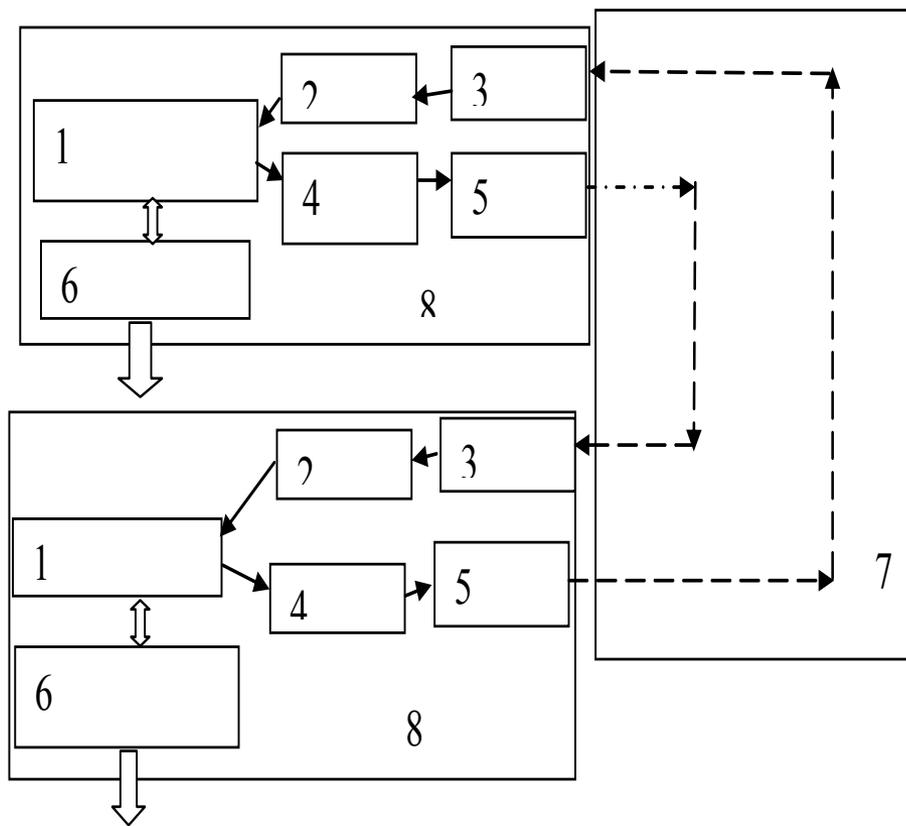
Районний центр

м. Мелітополь



- Площа: **49** км²;
- Густота населення : **3133** осіб/км²;
- Чисельність населення: **155 595** ;
- Кількість базових станцій: **4**.

Блок-схема разработанного канала передачи терагерцового диапазона

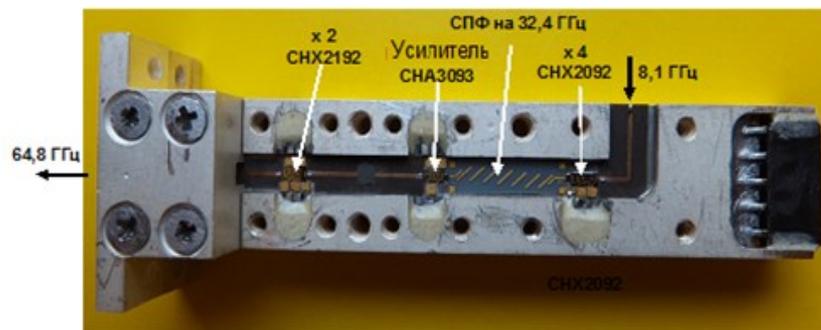


- 1- формирователь группового потока,
- 2 - приемный линейный тракт,
- 3 - приемная антенна,
- 4 - передающий линейный тракт,
- 5 - передающая антенна,
- 6 - маршрутизатор Microtic RB 1100 ANx2,
- 7 - трасса распространения,
- 8 - приемо-передающая станция

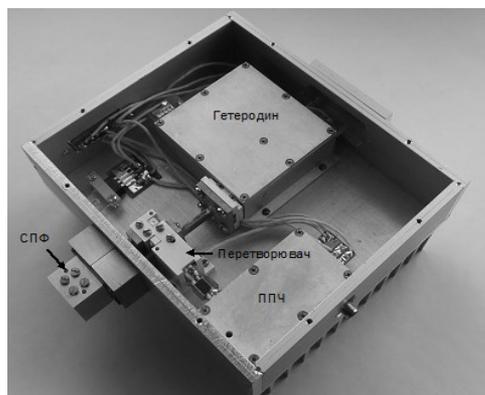
Конструктивное модульное исполнение отдельных узлов



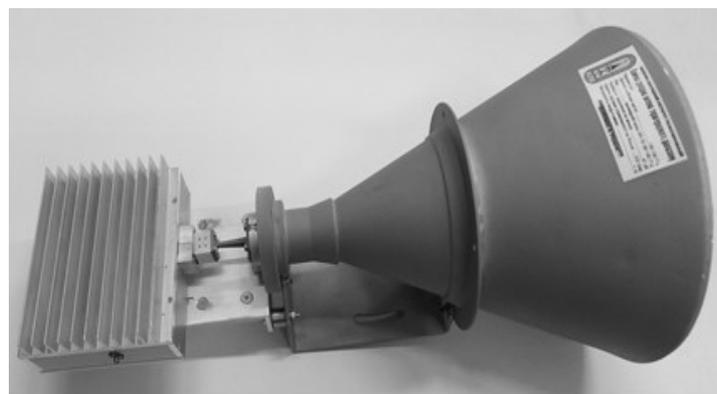
Внешний вид усилителя 3 мм диапазона длин волн



Конструкция выходных каскадов гетеродина



Расположение узлов в составе приемного (передающего) тракта



Внешний вид приемного (передающего) тракта

Выводы

- ▶ Несмотря на рост популярности ВОЛС, микроволновое оборудование продолжит доминировать в распределительных транспортных сетях. Благодаря активному развертыванию сетей LTE быстро растут и рынок оборудования терагерцовых волн – как в сегменте макро-, так и малых сот.
- ▶ Сегодня перед разработчиками телекоммуникационных систем стоит задача создания эффективных и доступных по стоимости аппаратных средств, работающих на частотах терагерцового диапазона. Один из вариантов достижения терагерцовых частот заключается в умножении рабочих частот схем миллиметрового диапазона.
- ▶ Для повышения эффективности проведения научных исследований по созданию технических решений канала радиосвязи терагерцового диапазона предлагается создать на базе Государственного университета телекоммуникаций совместную с МСЭ научно-исследовательскую лабораторию.

Спасибо за внимание