



Региональный семинар МСЭ для стран СНГ и Грузии
«Тенденции развития конвергентных сетей:
решения пост-NGN, 4G и 5G»
Киев, Украина, 17-18 ноября 2016 года

Эволюция технологий к 5G: управление спектром

Evolution towards 5G: Spectrum Management

Igor Yereshchenko, Kyivstar
Regulatory & Spectrum Strategy expert



5G: Три вопроса о новой технологии

Почему?

Что это?

Как?



Почему нам нужен 5G?



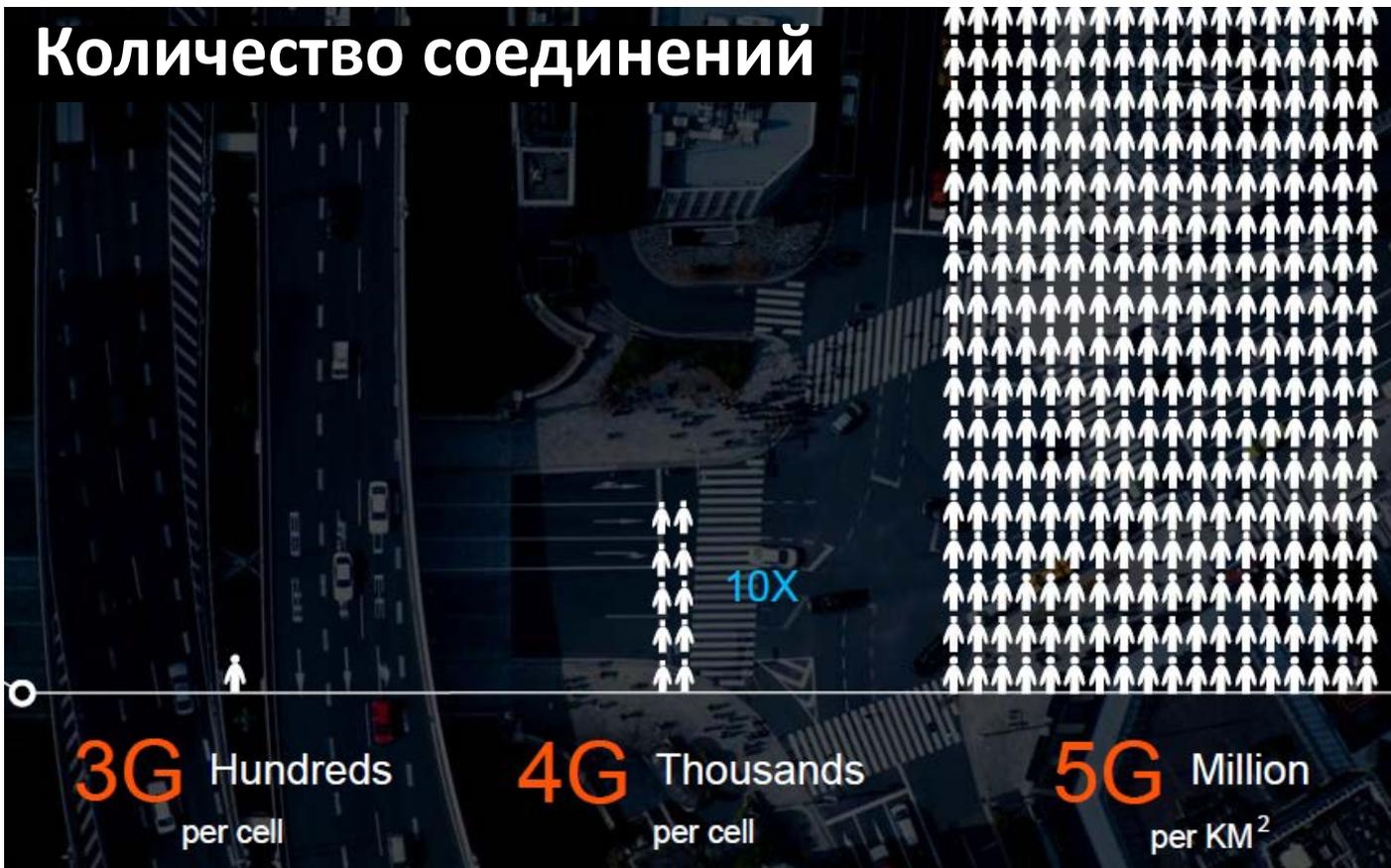
Соединения

Задержка

Скорость

1. Одновременные подключения

Количество соединений



IoT/M2M

Smart Home

E-learning

E-Health



2. Задержка

3G 100ms

4G 50ms

5G 1ms

Self-drive cars

4G

1.4 M

5G

2.8 CM



3. Скорость

Скорость, mbps

5G 10G

66X

3G 14M
HSDPA

4G 150M
LTE cat 4

10X

Видео 8 GB
загрузка

3G

4G

5G

10X

70 min

70X

7 min

6 sec

e-health

On-line
данные
о здоровье

HD-video
консультации

Интерактивное
3D изображение
мозга

20–50 млрд подключенных к Интернету устройств



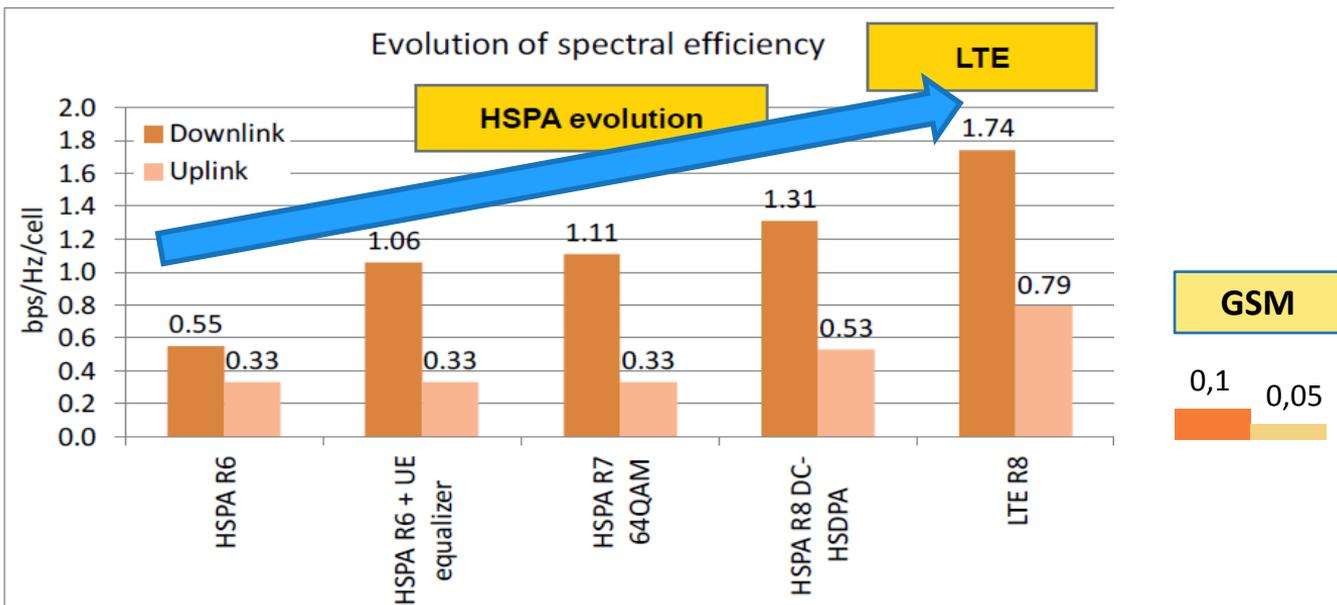
Подключение к Интернету всего – любых устройств в “мире вещей”.

Современные мобильные сети: как близки к пределу?

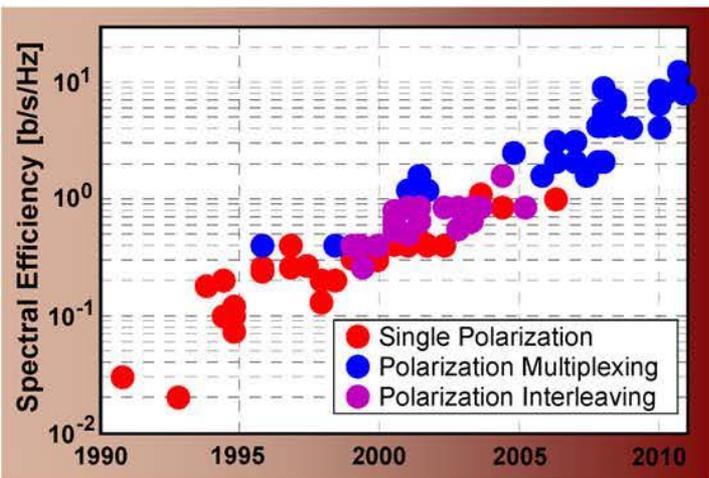
Shannon's capacity limit:

$$\log_2 \left(1 + \frac{\text{Received Signal Power}}{\text{Noise Power} + \text{Interference Power}} \right)$$

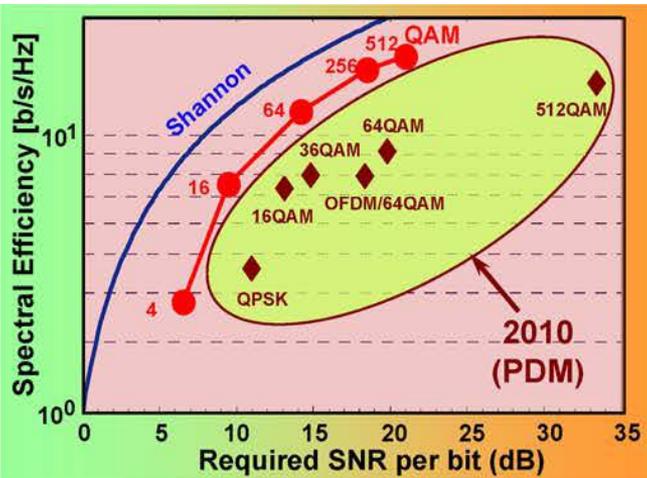
Цена роста SE: рост от 4 bit/s/Hz до 8 bit/s/Hz «стоит» 17-кратного роста мощности



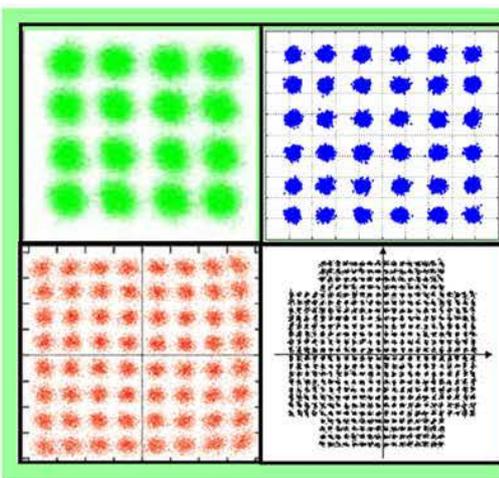
Спектральная эффективность и предел Шеннона



Историческая эволюция SE



Приближение SE к пределу



QAM-16; QAM-36; QAM-64; QAM-512

Современные радио-технологии подошли очень близко к **пределу Шеннона** по спектральной эффективности



- Heterogeneous Networks?
- Massive MIMO?
- Cell Sectorisation?
- Beam-forming?



Варианты агрегации спектра: рост эффективности



Spectrum Sharing: новая парадигма

Необходимо найти пути повышения эффективности использования спектра и получения гибкого доступа к ограниченному ресурсу

Licensed
spectrum

Exclusive Use

Shared
spectrum

New shared spectrum paradigms

Spectrum Sharing:

- Licensed Sharing Access
- TV White Space (WSD)
- Use of Geolocation Database

Unlicensed
spectrum

Shared Use

Example: Global

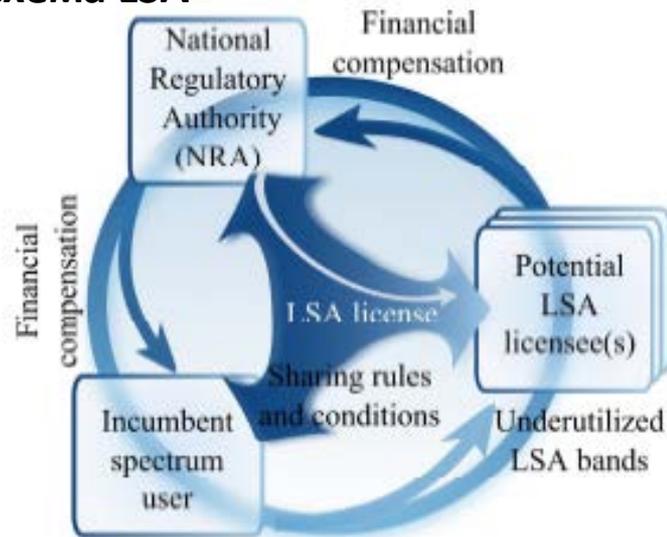


Концепция Licensed Sharing Access (LSA)

LSA содействует появлению новых пользователей спектра, что требует определенных гарантий их доступа к частотам при одновременном обеспечении приоритета основных сервисов действующих операторов.

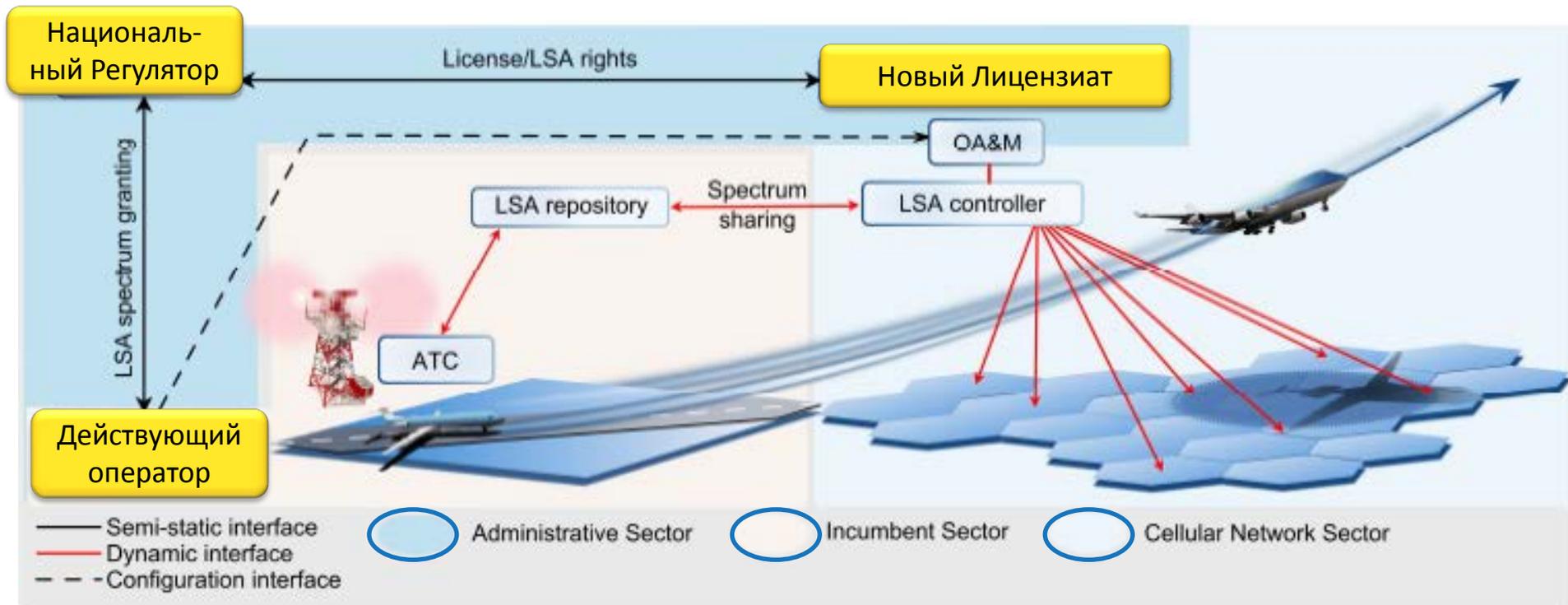
1. **Действующему оператору** LSA дает экономическую выгоду от недоиспользованного спектра, при этом не накладывая ограничений.
2. **Для Регулятора** LSA гармонизирует спектр и открывает путь к повышению эффективности его использования.
3. **Для Лицензиата** LSA дает возможность использования спектра по невысоким ценам с предсказуемым качеством сервисов.

Схема LSA



Пример реализации Licensed Sharing Access (LSA)

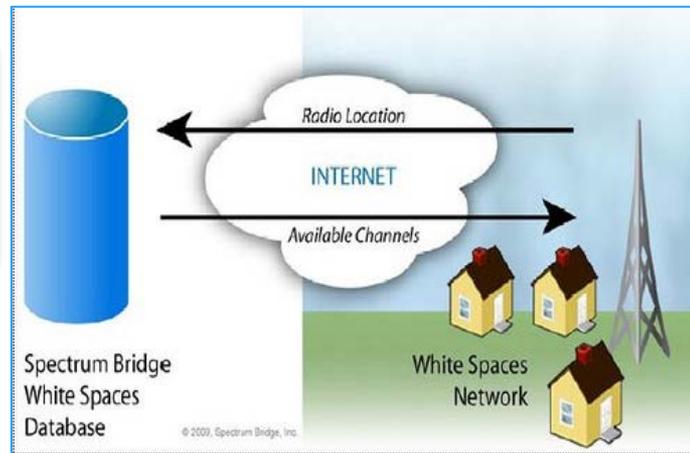
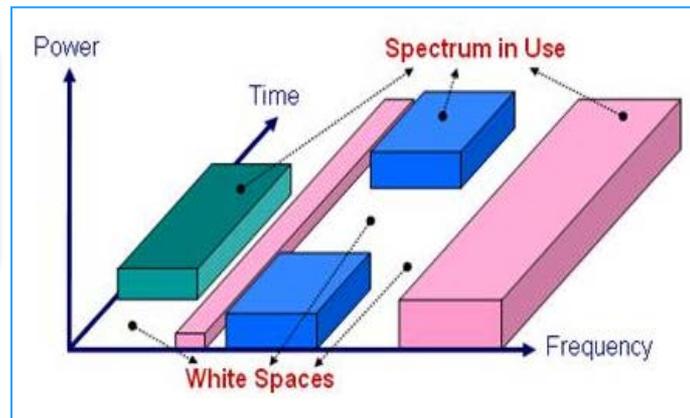
Системы аэронавигации и сотовой связи



Концепции White Space and Geo-location Database

White Space: это часть спектра доступная для услуг радиодоступа в конкретной точке пространства и времени при условии не создания помех для первичного сервиса, с более высоким приоритетом.

Geo-location: система радиодоступа определяет свою локацию и связывается с “Geo-location” базой данных для определения частот, которые возможно использовать в данной локации.



“We are just at the beginning of the beginning”

Kevin Kelly



Дякуємо ●●



Spectrum remains one of the more challenging aspects on the road to “5G”