

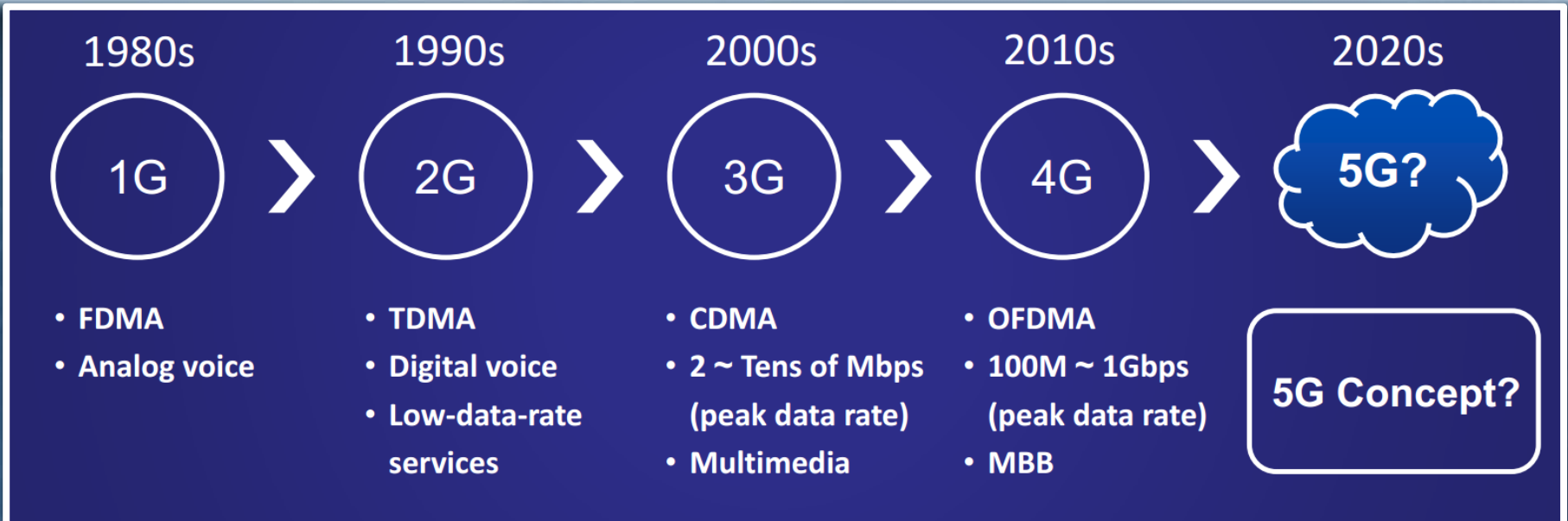
**ОАО «ОНИИП»**



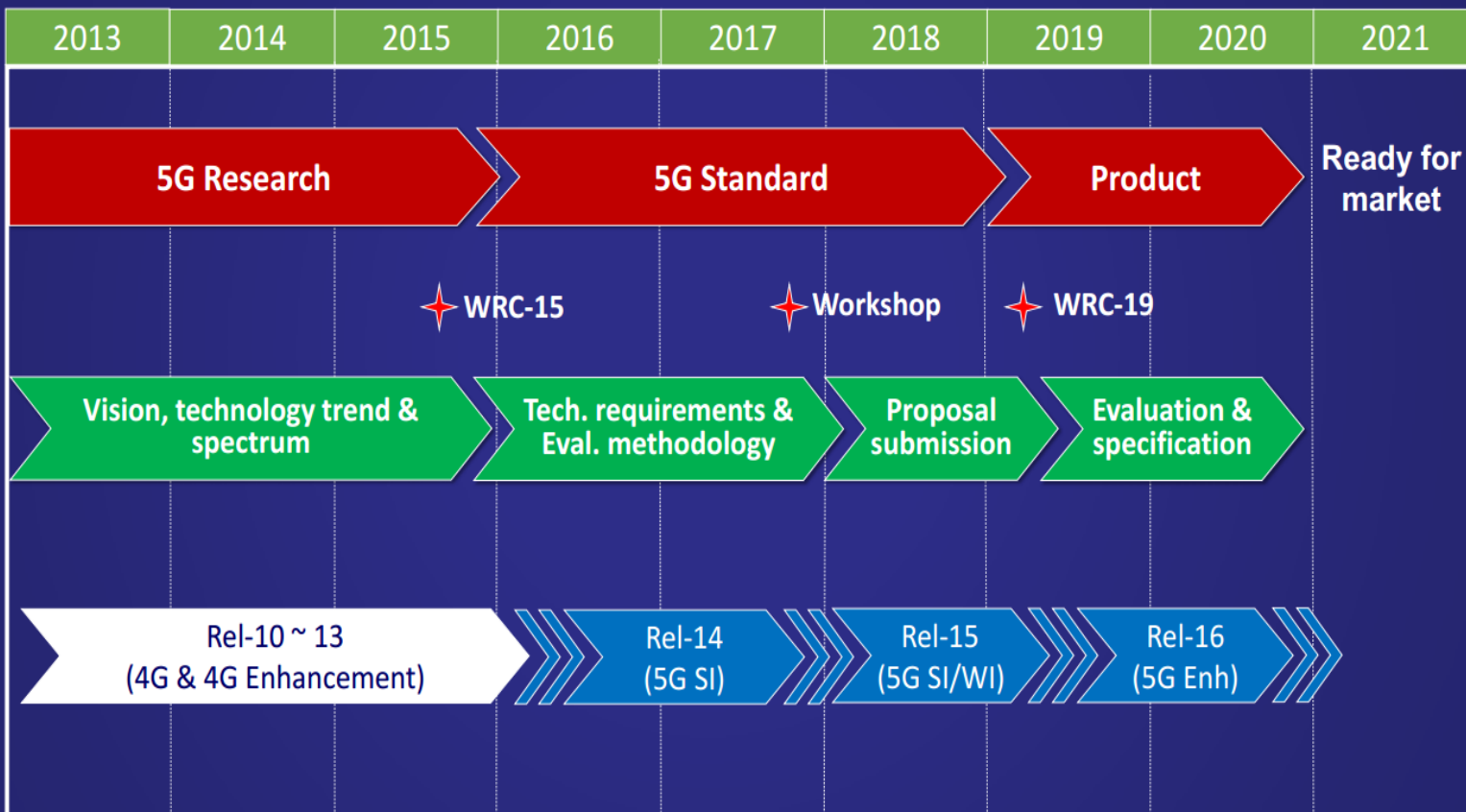
**Обзор развития систем  
широкополосного доступа**



# Концепция 5G



# Дорожная карта развития сетей 5 поколения



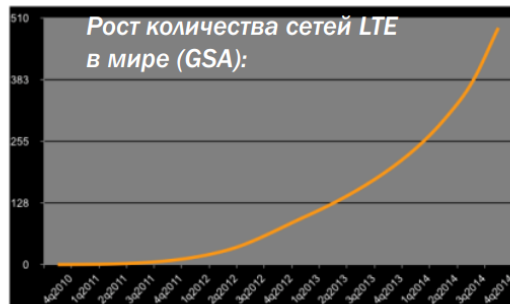


# Мировые практики и опыт России в развитии сетей LTE

## 2014 – пик строительства сетей LTE в мире

**393** сети LTE

В **138** странах  
(GSA, май 2014)



**\$46,8** млрд.

расходы операторов на инфраструктуру LTE в 2014 г.

- ✓ Расходы на мобильную инфраструктуру выросли в 2014 году на 10% до \$46,8 млрд (Infonetics Research)
- ✓ На конец 2014 года в мире около 2 млн. базовых станций, из них 700 тысяч China Mobile



Пик строительства сетей LTE прошел, спрос на решения макро-инфраструктуры будет снижаться с 2016 года вплоть до начала активного строительства сетей 5G (прогноз Infonetics Research)

## Сети LTE в РФ: итоги 2014

**16 266** базовых станций LTE 4G в **83** субъектах РФ



**4%** 791-862 МГц


**96%** 2500-2700 МГц

# 5G всем миром



## Лебедь, рак и щука

Фактически одновременно разработками в сфере 5G в 2012-2013 гг. занялись:

Mobile and wireless communications Enablers for the 2020 Information Society (METIS) 


  
5G Rus


5G Development Centre at Nazarbayev University\* 

5G Forum   
5G Forum

5G Innovation Centre (5GIC) 

5G Infrastructure Public-Private Partnership (5G PPP) 


Next Generation Mobile Networks Alliance (NGMN) 

5th Generation Non-Orthogonal Waveforms for Asynchronous Signalling (5GNOW) 

+ отдельные вендоры

Intel Strategic Research Alliance (ISRA) 

IMT-2020 (5G) Promotion Group 

2020 and Beyond Ad-Hoc Committee 

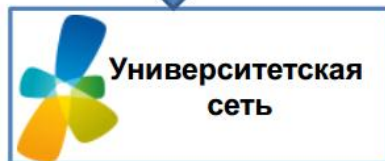
Wireless Innovative System for Dynamic Operating MegaCommunications (WISDOM) 

NYU Wireless Research Center 



# 5G RUS

5G RUS – Корпоративный проект ООО «АйКомИнвест» по развитию и созданию технологий и приложений нового поколения мобильной связи 5G, который был начат в августе 2013 г.



Проект 5GRus связан с проектом “Университетская сеть” компании ООО «АйКомИнвест».

Проект “Университетская сеть” объединяет более **20 университетов России** в будущую **инновационную сеть** по развитию, разработке технологий и приложений 4G/5G.





# Радиоинтерфейс систем 5G

На уровне концепции, разработанной в рамках европейского проекта METIS, предполагаются три основных базовых сервиса (generic 5G services), предоставляемого сетями 5G и отличающихся разными требованиями к параметрам сети:



- ❑ Сверхширокополосная мобильная связь (Extreme Mobile Broadband — xMBB);
- ❑ Массовая межмашинная связь (Massive Machine-Type Communications — mMTC);
- ❑ Сверхнадежная межмашинная связь (Ultra-reliable MTC — uMTC).

Последние два особенно важны в контексте модной ныне концепции интернета вещей (Internet of Things).

# Радиоинтерфейс систем 5G

В начале июля стартовал второй этап проекта — METIS-II, по результатам которого будут определен более-менее окончательный облик сети радиодоступа 5G.



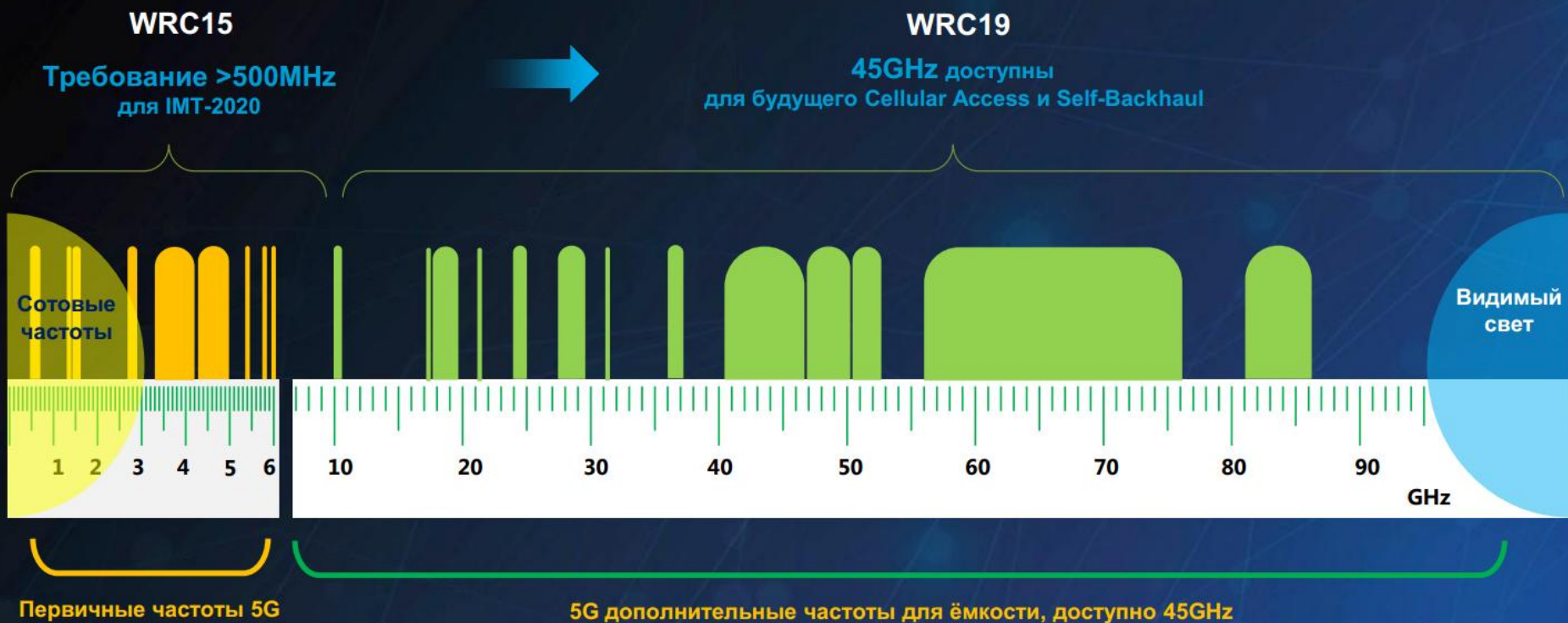
Вообще, сама возможность таких весьма продвинутых инфраструктурных сервисов должна будет основана на четырех ключевых принципах:

- «Экономичный» подход к управлению сетью для снижения сигнального трафика и связанных с ним накладных расходов;
- Гибкое подключение к сети, когда устройства исполняют не только терминальные но и инфраструктурные функции;
- Локализация контента для снижения нагрузки, задержек и возможности агрегирования трафика;
- Внедрение новых подходов к использованию частотного ресурса.



# Ключевые изменения для достижения 5G

- ❑ Спектр - агрегация всех доступных частот;
- ❑ Архитектура & Управление - Одна физическая сеть, множество сетевых слоёв, быстрый TTM, обеспечение функционирования нового бизнеса;
- ❑ Air интерфейс - Гибкость & Спектральная эффективность.



# Потребности в конверсии и высвобождении полос частот для 5G в России

## Загрузка спектра в диапазонах ММВ в РФ

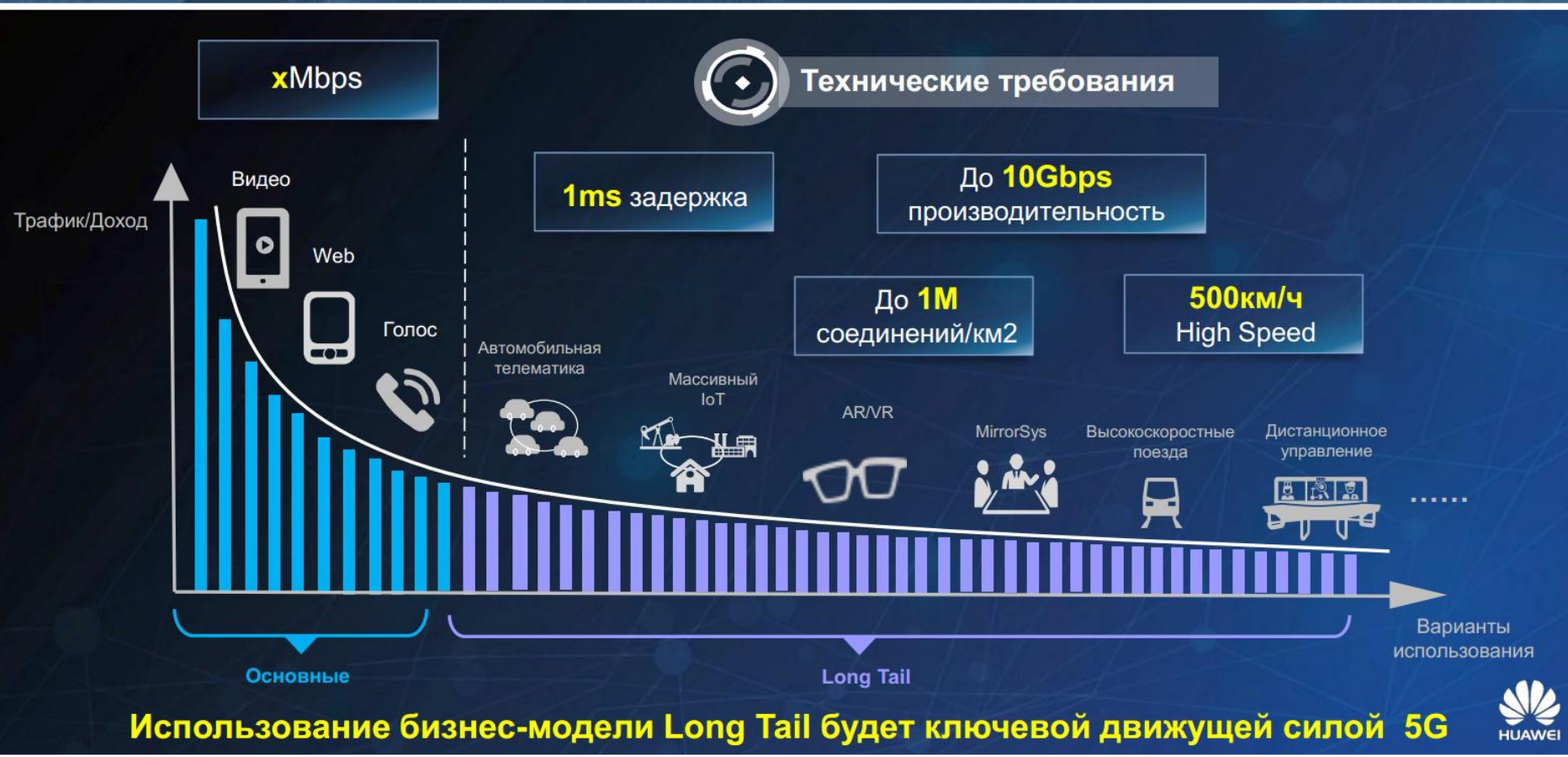
Полоса частот, ГГц	Количество РЭС фиксированной службы	Количество РЭС других служб
27,5–29,5	312 – СБД	25 – РЭС фиксированной спутниковой службы
31–31,3	20 – РРЛ	Не используется
40,5–42,5	262 – СБД	Не используется
42,5–43,5	84 – СБД	Не используется
57,2–58,2	558 – РРЛ	Не используется
58,2–63,25	Безлицензионный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



# Перспективы развития 5G





# Проблемы и задачи в достижении 5G

5G

Задержки

**1 ms**

E2E  
задержка



Пропускная  
способность

**10Gbps**

на соединение



Соединения

**1,000K**

Соединений на Км2



Мобильность

**500 km/h**

Высокоскоростные  
поезда



Сетевая  
Архитектура

**Slicing**

Возможность по  
требованию



GAP

**30~50x**

**100x**

**100x**

**1.5x**

**NFV/SDN**

LTE

30~50ms

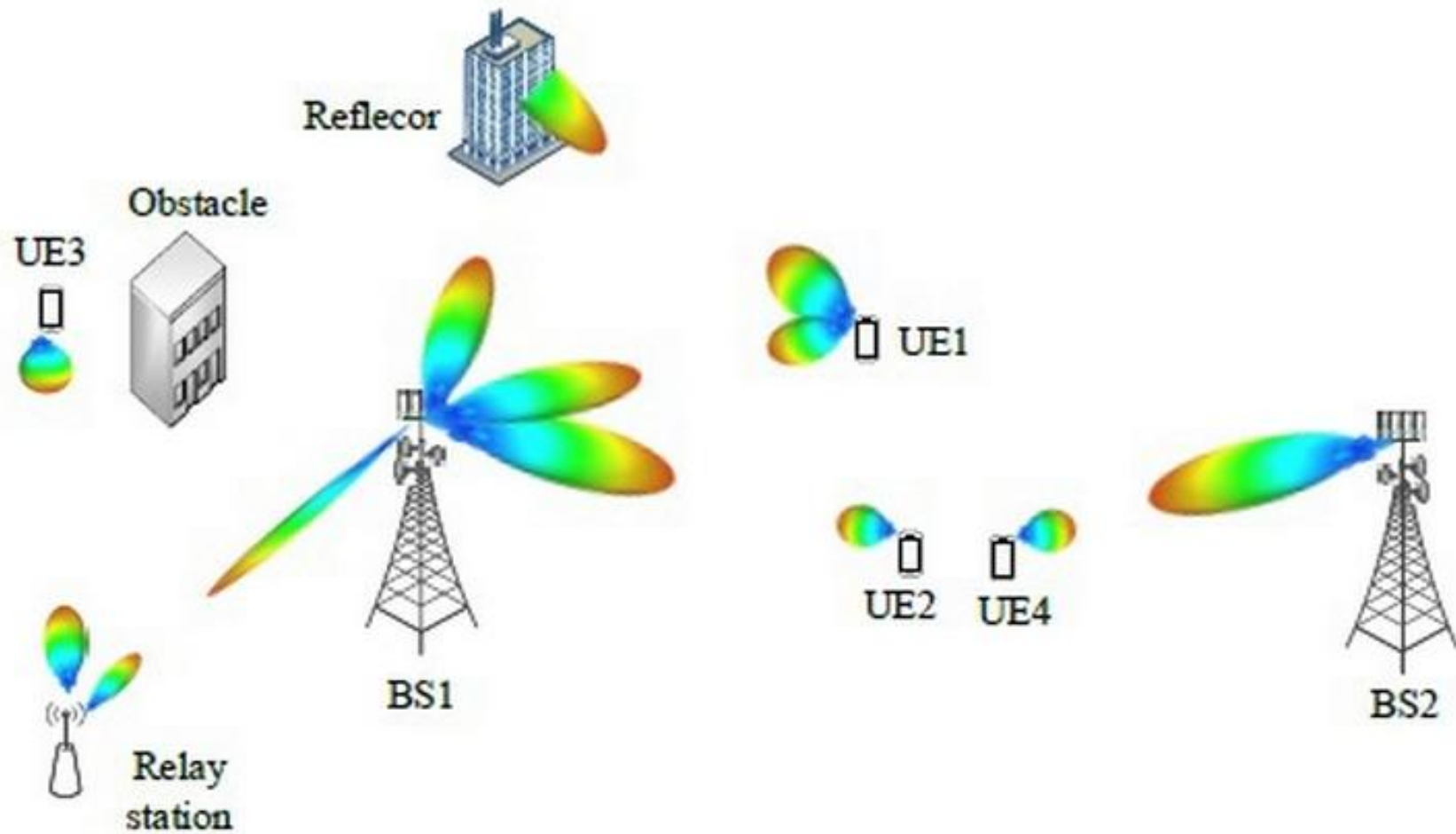
100Mbps

10K

350Km/h

Негибкий

# Переход в миллиметровый диапазон — полнонаправленная связь



# Многоэлементные ММО — другая ключевая технология

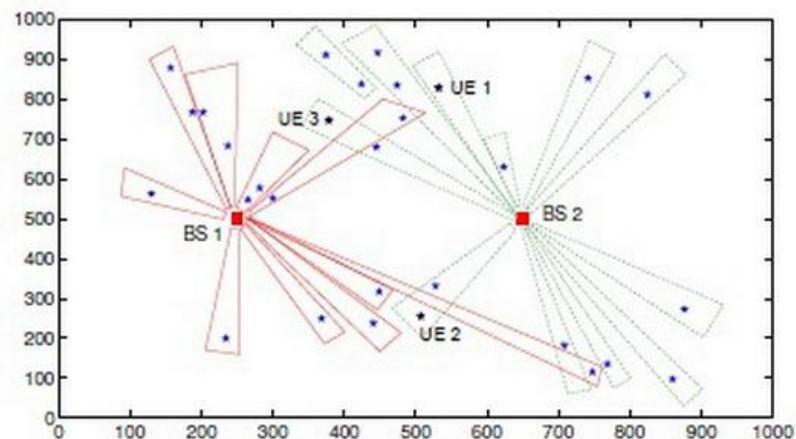
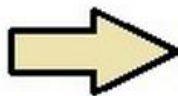
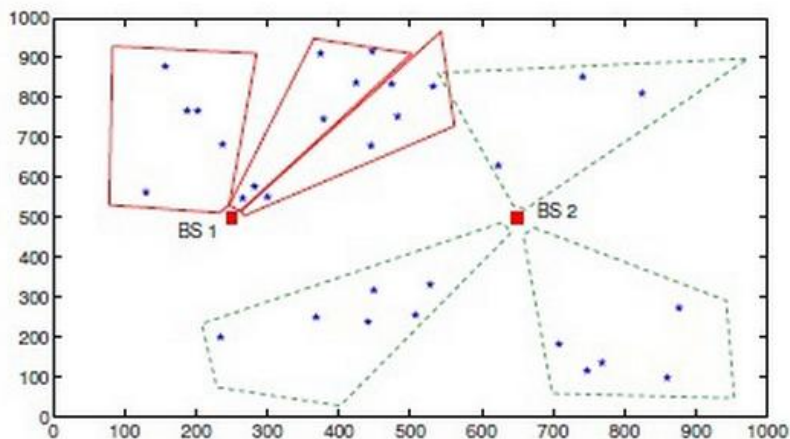
Первый опытный образец многоэлементной ММО системы  
с числом элементов более 100





# Пересмотр принципов планирования

Сети 5G предоставят большее число степеней свободы в смысле доступа к ресурсам, а это значит что параметры соты/сектора и, в частности, их границы, будут определяться в результате алгоритмов динамической оптимизации для максимизации/минимизации некоторой целевой функции. В соответствии с требованиями к качеству обслуживания, такая целевая системная функция может определяться следующими параметрами сети : задержкой, надежностью, энергопотреблением, скоростью передачи данных, равномерностью качества обслуживания абонентов и др.



# Использование новых сигнально-кодовых конструкций в сетях 5G

Одним из условий будущего развития 5G будет повышение спектральной эффективности передаваемых сигналов за счет применения новых сигнально кодовых конструкций на основе неортогональных сигналов и FTN-сигналов отличных от OFDM-сигналов, используемых в сетях 4G.

## Новые сигнально кодовые конструкции 5G

Традиционные технологии ортогонального множественного доступа:

- FDMA (1G);
- TDMA(2G);
- CDMA(3G);
- OFDMA(4G).

Неортогональный множественный доступ NOMA будет иметь следующие преимущества:

- лучшее подавление помех;
- большую емкость сети;
- меньшие задержки для M2M приложений;

# Конкурентные предложения по использованию неортогональных сигналов в 5G

Huawei	Samsung	ALU (Bell Labs)
SCMA	FBMC	UFMC
многостанционный доступ на основе разреженных кодов	гребенчато фильтруемый многочастотный сигнал	Универсальный фильтруемый многочастотный сигнал

В рамках проекта METIS предложены альтернативные сигнально-кодовые конструкции для сетей 5G, а именно

- **Cyclic Prefix OFDM (CP-OFDM)**; - OFDM – сигнал с циклическим префиксом.
- **Universal Filtered OFDM (UF-OFDM)**; - универсальный сигнал OFDM с фильтрацией внеполосных излучений.
- **Filter Bank Multicarrier** – гребенчатый фильтрованный многочастотный сигнал

Компания Huawei предлагает применение для 5G сигналов SCMA (Sparse code multiple access) многостанционного доступа на основе разреженных кодов, а компания Samsung и проект METIS, координируемый компанией Ericsson предлагает FBMC (Filter Bank Multicarrier) - гребенчато фильтруемый многочастотный сигнал на основе модуляции FQAM (Hybrid Modulation of FSK и QAM).



# Новые горизонты развития с использованием новых стандартов и диапазонов

Small Cell в лицензируемых и нелицензируемых диапазонах в стандартах 3G/4G/Wi-Fi/5G

Мультистандартное абонентское оборудование

Макро покрытие в лицензируемых диапазонах и всех стандартах



# Вопросы?

С Уважением, начальник научно-исследовательской  
лаборатории широкополосного доступа,  
Зиннер Антон Владимирович  
E-mail: [LTE@oniip.ru](mailto:LTE@oniip.ru)



ОАО «Омский научно-исследовательский институт  
приборостроения»  
644009, г. Омск, ул. Масленникова, 231  
E-mail: [info@oniip.ru](mailto:info@oniip.ru)  
Телефон: (3812) 51-49-00  
Факс: (3812) 51-49-87, 53-66-73