

Беспроводные технологии

SON, RAN sharing,
LTE-A/LTE-Pro, LTE-LAA, LWA, Multefire, LTE3.5

Михаил Бухтеев

Архитектор по мобильным технологиям и Интернету Вещей

2017

Пример партнерства

HOME > CISCO OFFERS SPIDERCLOUD'S SMALL CELLS SOLUTIONS TO BOOST INDOOR 3G/LTE COVERAGE FOR LARGE ENTERPRISES

Cisco Offers SpiderCloud's Small Cells Solutions to Boost Indoor 3G/LTE Coverage for Large Enterprises

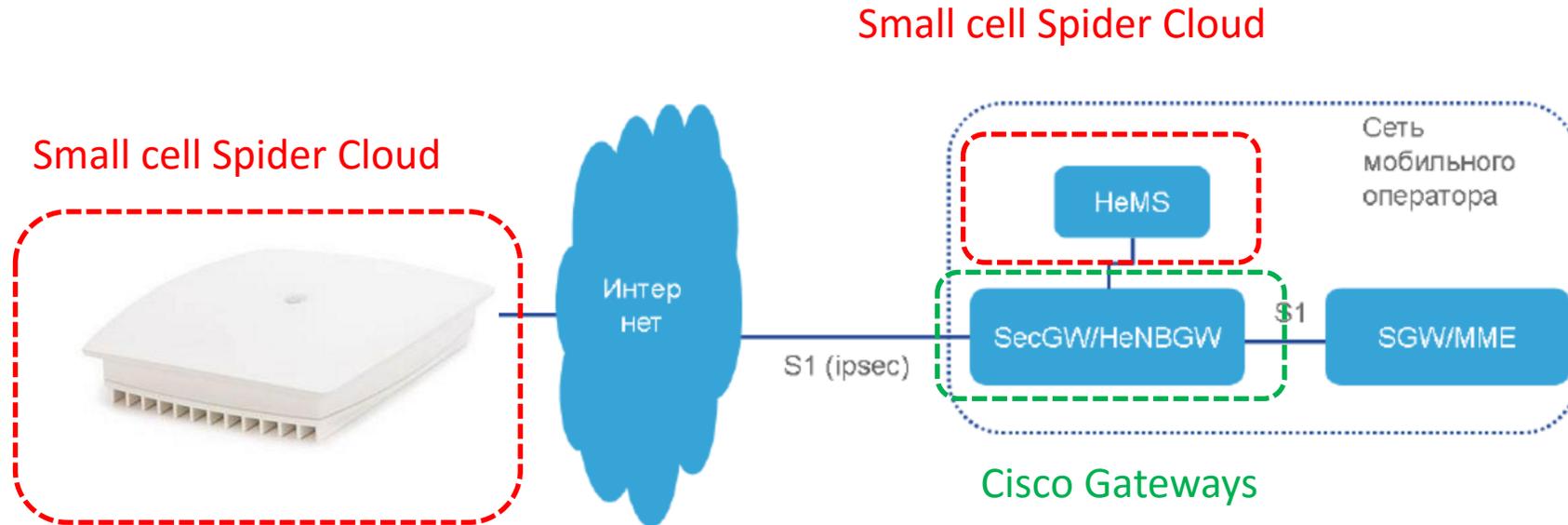
Image:



Cisco Offers SpiderCloud's Small Cells Solutions to Boost Indoor 3G/LTE Coverage for Large Enterprises - **PCC Mobile Broadband**

- <https://newsroom.cisco.com/press-release-content?articleId=1601069>
- <http://www.spidercloud.com/news/news/cisco-offers-spiderclouds-small-cells-solutions-boost-indoor-3glte-coverage-large-enterpri>

Пример партнерства



Roadmap (роадмэп)

Технологическая дорожная карта

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

[\[править\]](#) | [править вики-текст](#)

У этого термина существуют и другие значения, см. [дорожная карта](#).

Технологическая дорожная карта (англ. *Technology Roadmap*) — краткосрочный или долгосрочный план выпуска производителем какого-либо продукта.^[1] Чаще всего это новая версия или развитие уже известного продукта, изменений в котором ждут потребители. Технологическая дорожная карта может содержать средства, подходы или пути, необходимые для достижения поставленных вех. Как правило, понятие «Технологическая дорожная карта» применяется к новому продукту, процессу или разрабатываемой технологии.^[2] Созданная карта имеет три направления использования.^[3] Она помогает достичь консенсуса в отношении набора потребностей и технологий, необходимых для удовлетворения этих потребностей; она обеспечивает механизм для помощи в прогнозировании процесса разработки технологии; она служит основой для помощи в планировании и координации технических разработок.

- <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B6%D0%BD%D0%B0%D1%8F%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%B0>

Technology roadmap

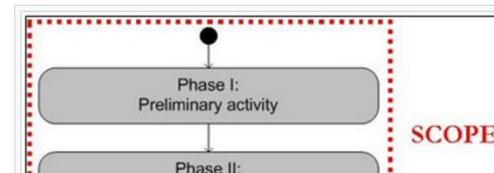
From Wikipedia, the free encyclopedia



This article **needs additional citations for verification**. Please help [improve this article](#) by [adding citations to reliable sources](#). Unsourced material may be challenged and removed. *(August 2014)* ([Learn how and when to remove this template message](#))

A **technology roadmap** is a [plan](#) that matches short-term and long-term goals with specific [technology](#) solutions to help meet those goals.^[1] It is a plan that applies to a new product or process, or to an emerging technology.^[2]

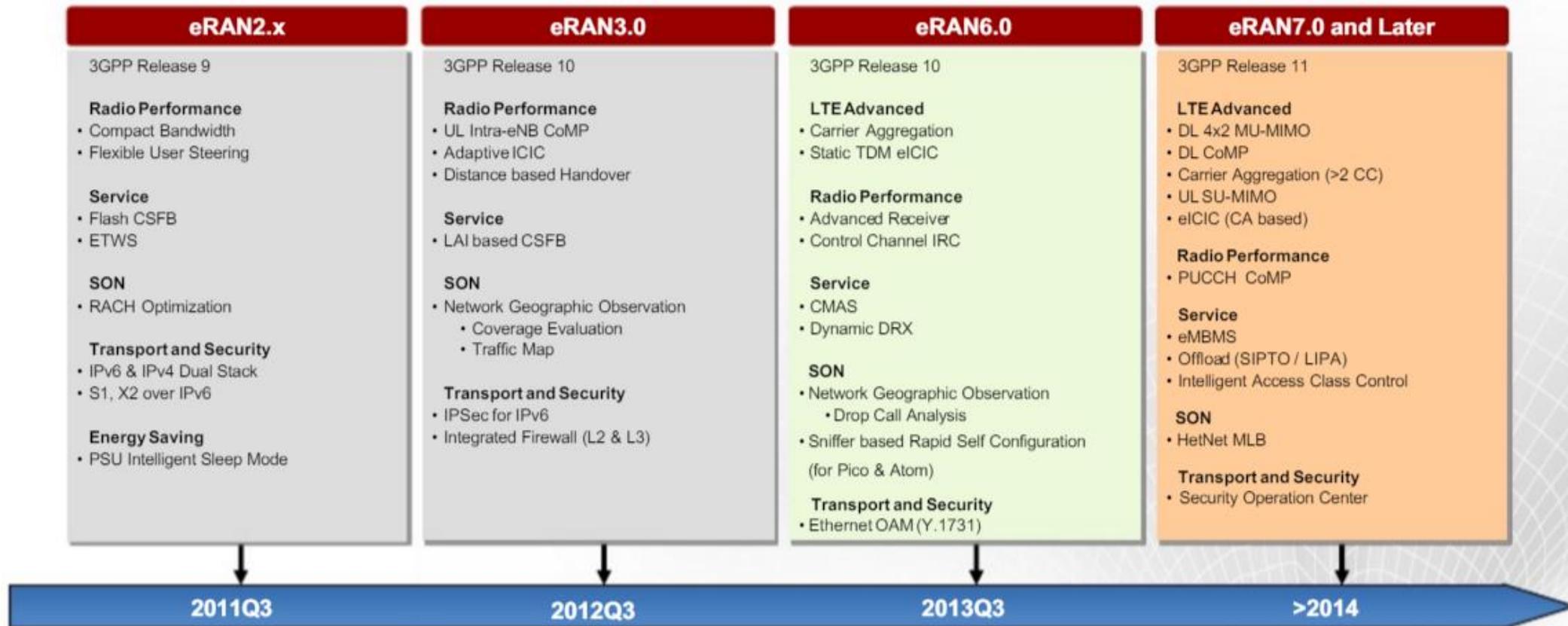
Developing a roadmap has three major uses.^[3] It helps reach a



- https://en.wikipedia.org/wiki/Technology_roadmap

Пример роадмэпа на программное обеспечение для БС

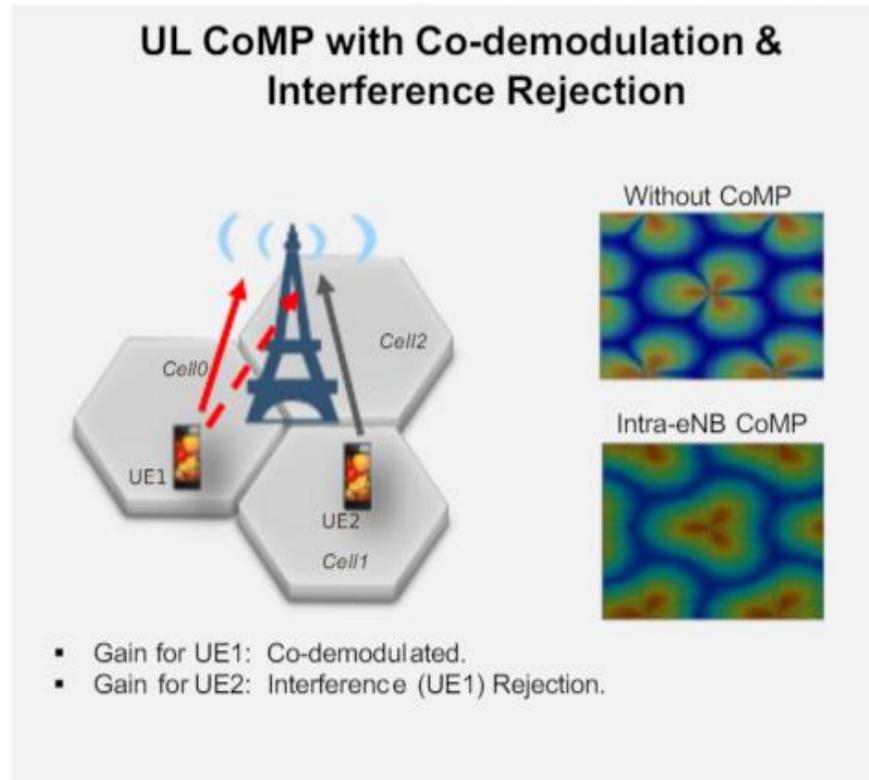
LTE eRAN FDD Feature Roadmap Overview



Пример роадмэпа на программное обеспечение для БС

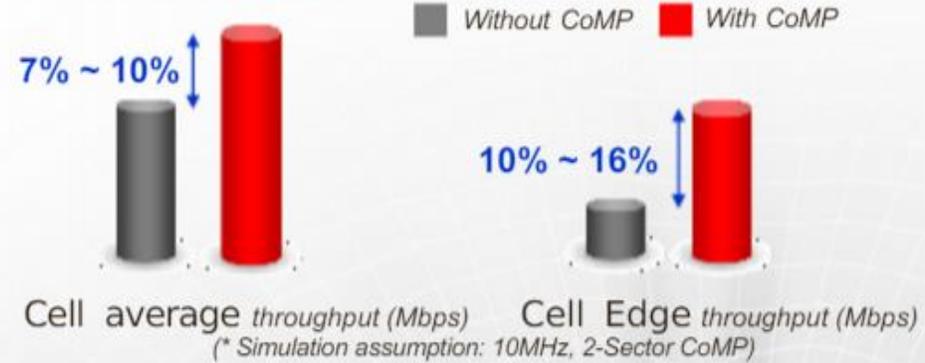
eRAN3.0 2012Q3

UL Intra-eNodeB CoMP: 10% Cell Edge Throughput Gain

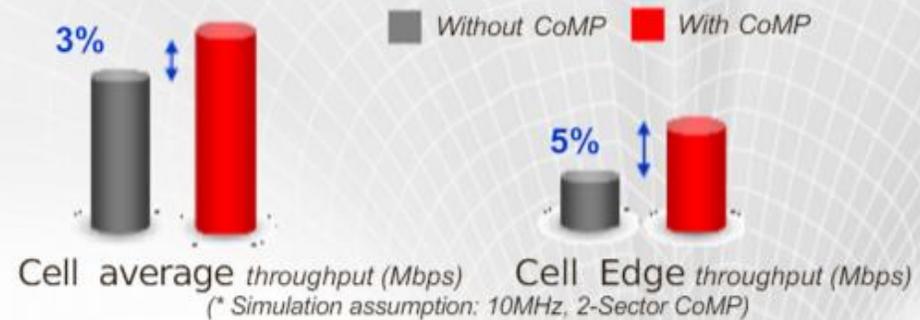


❖ Improve capacity, coverage, and compatible with legacy UE

2*Rx Gain (eRAN3.0, LBBPd1)



4*Rx Gain (eRAN6.0, LBBPd2)



Пример основных этапов End-of-sale

Table 1. Standard Guideline for End-of-Life Milestones							
Milestone	-6 mos	Day 0	1 Year	2 Year	3 Year	4 Year	5 Year
End-of-Sale Notice Period		End-of-sale date					
Operating System Software maintenance support			See 4(a)	See 4(b)	above		
Add or attach new service contracts							
Renew service contracts – for HW & Operating System SW							
Hardware Repair or Replacement							
Customer Service and Support of HW & Operating System SW (TAC access & support)							
Application Software maintenance support			See 4(a)	See 4(c)	above		
Renew service contracts – for Application SW							
Customer Service and Support of Application SW (TAC access & support)							

RAN sharing

Модели RAN sharing: пассивный шаринг

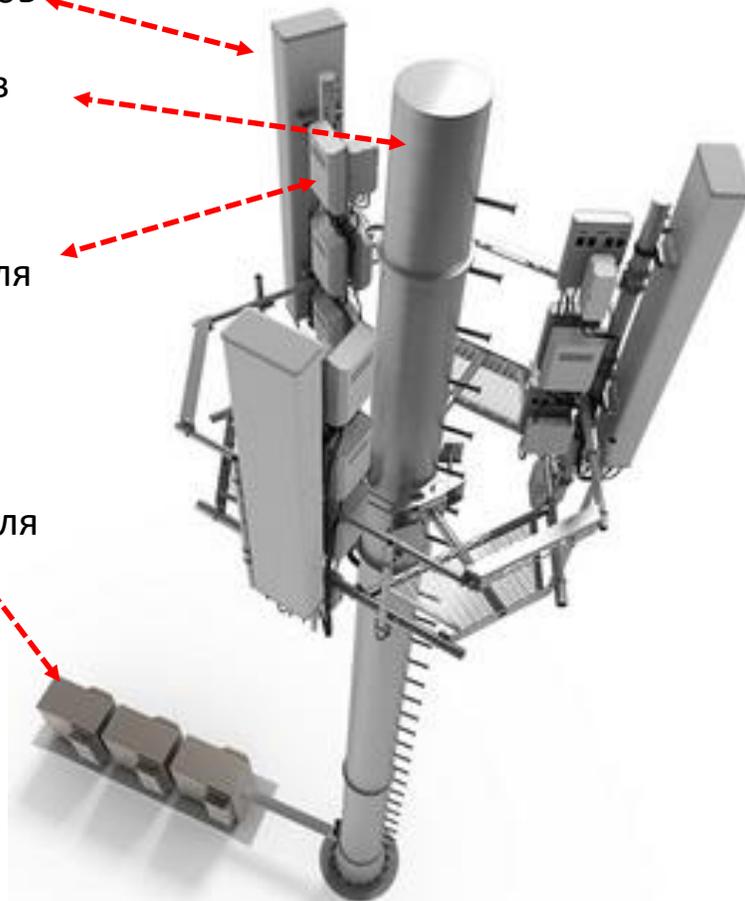
Operator A
Operator B

Общая антенна для всех операторов

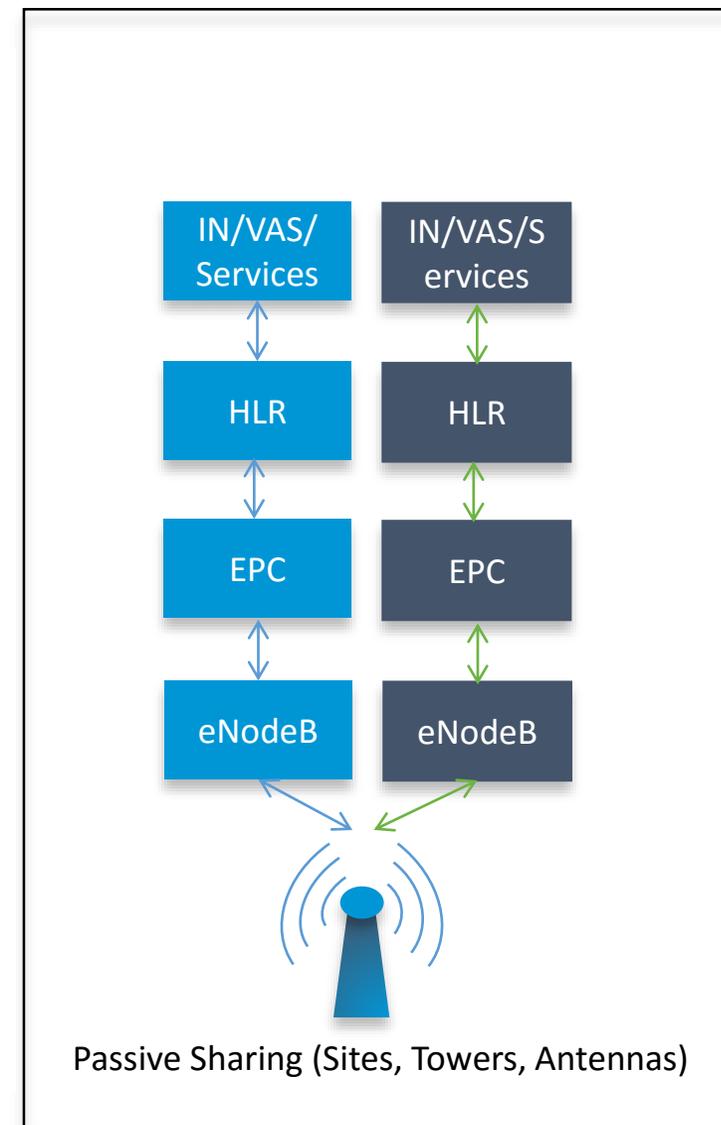
Общая стойка для всех операторов

2 и более радиомодуля

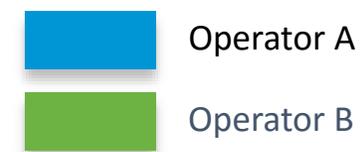
2 и более системных модуля



При пассивном шаринге несколькими операторами переиспользуются только пассивные элементы: антенны, стойки и т.д

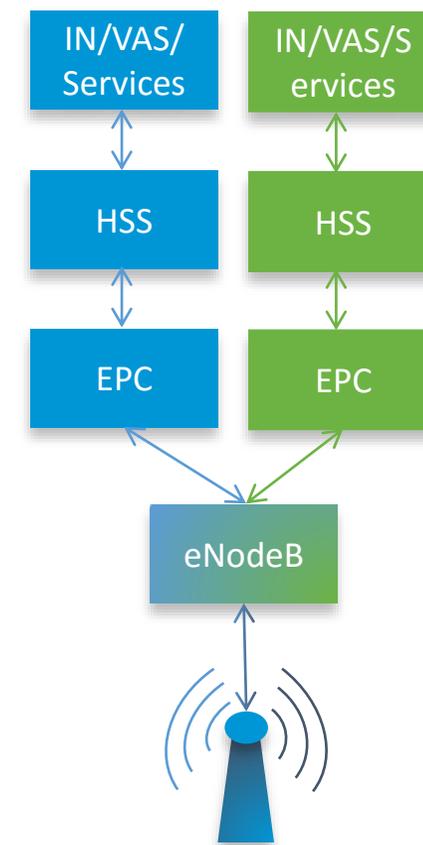
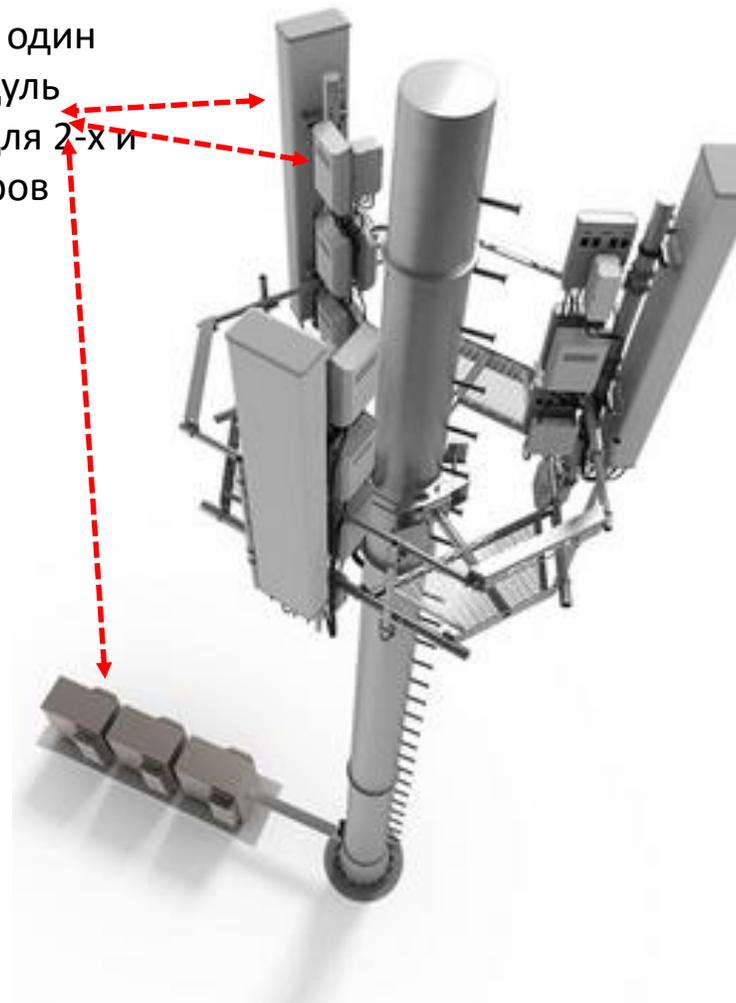


Модели RAN sharing: MORAN



- БС использует отдельные радиоканалы для каждого оператора (например, 10 МГц у Оператора 1, и 10 МГц у оператора 2)
- Каждый оператор излучает свой PLMN ID на своем канале и может настроить свои собственные параметры
- Не требуется поддержка данной функциональности на мобильном устройстве
- Абоненты оператора 1 могут использовать только “свои” 10 МГц
- Абоненты оператора 2 могут использовать только “свои” 10 МГц

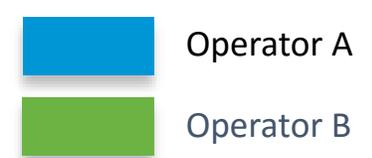
1 антенна, 1 радиомодуль и один системный модуль используются для 2-х и более операторов



MORAN

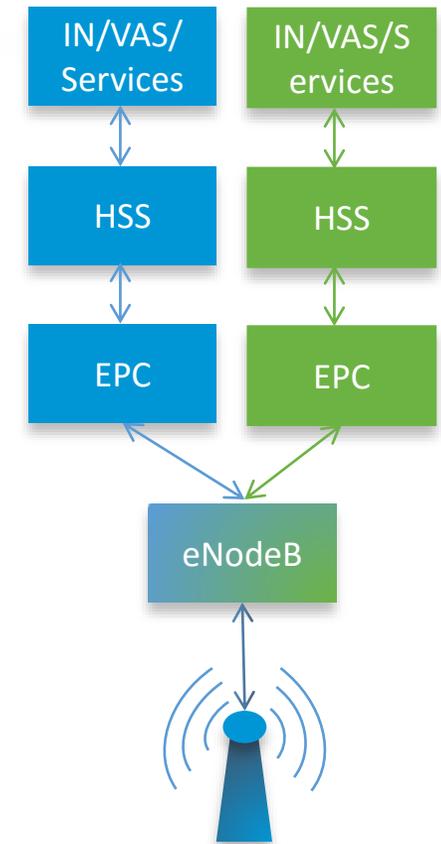
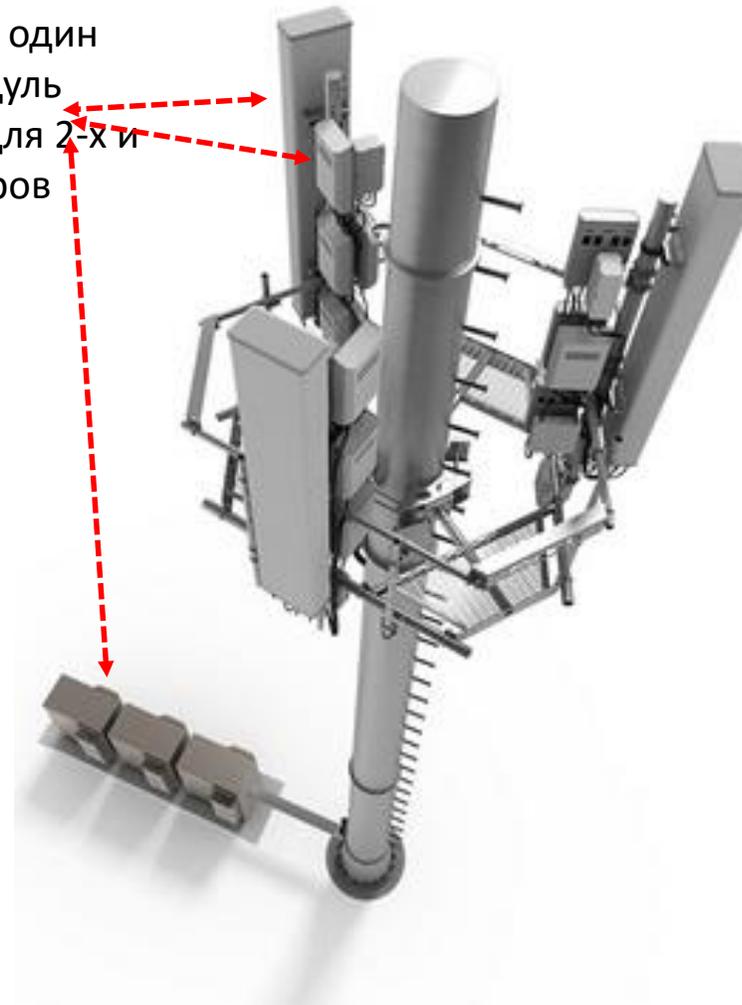
При пассивном шаринге MORAN несколькими операторами переиспользуются не только пассивные элементы, но и БС и RNC

RAN Sharing Models: MOCN



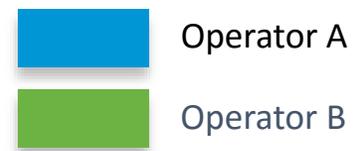
- БС использует один канал для всех операторов(например, у оператора 1 10 МГц полоса и у оператора 2 10 МГц полоса, можно использовать полосу 20 МГц)
- На этом канале излучаются PLMN ID всех операторов (может потребоваться еще и common plmn id для 3G)
- Требуется поддержка данной функциональности на мобильном устройстве
- Абоненты оператора 1 могут использовать все 20 МГц
- Абоненты оператора 2 могут использовать все 20 МГц

1 антенна, 1 радиомодуль и один системный модуль используются для 2-х и более операторов

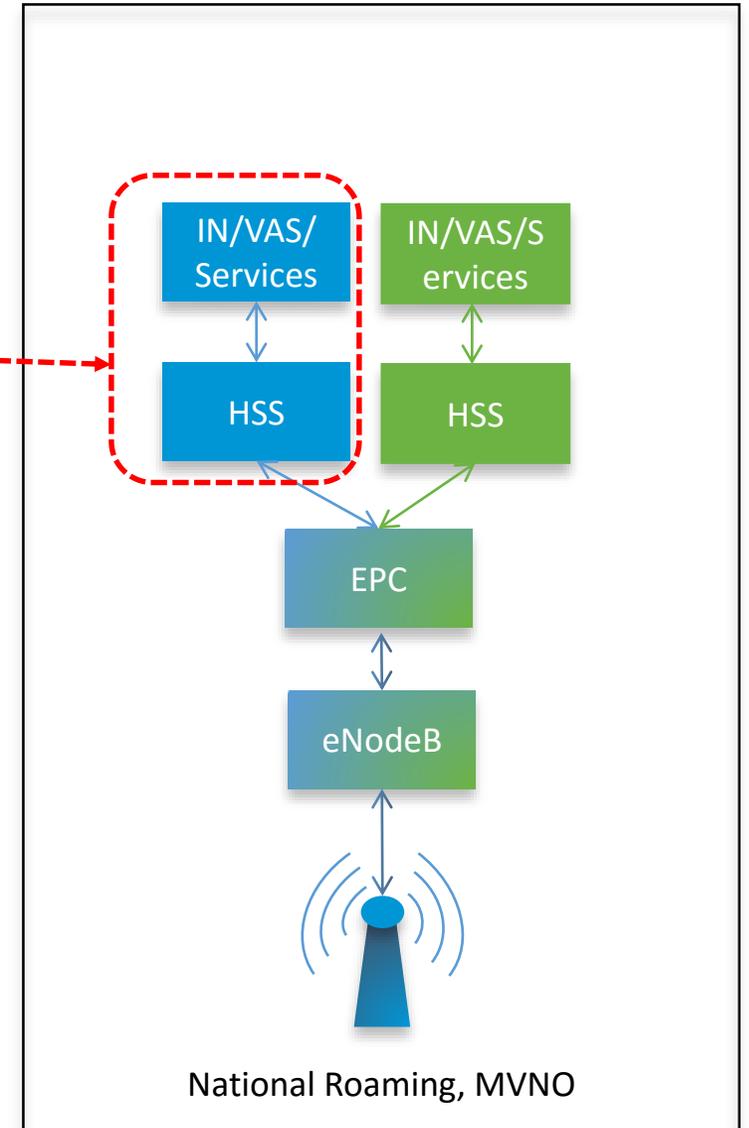


При пассивном шаринге MORAN несколькими операторами переиспользуются не только только пассивные элементы, но и БС и RNC

Модели RAN sharing: виртуальный оператор

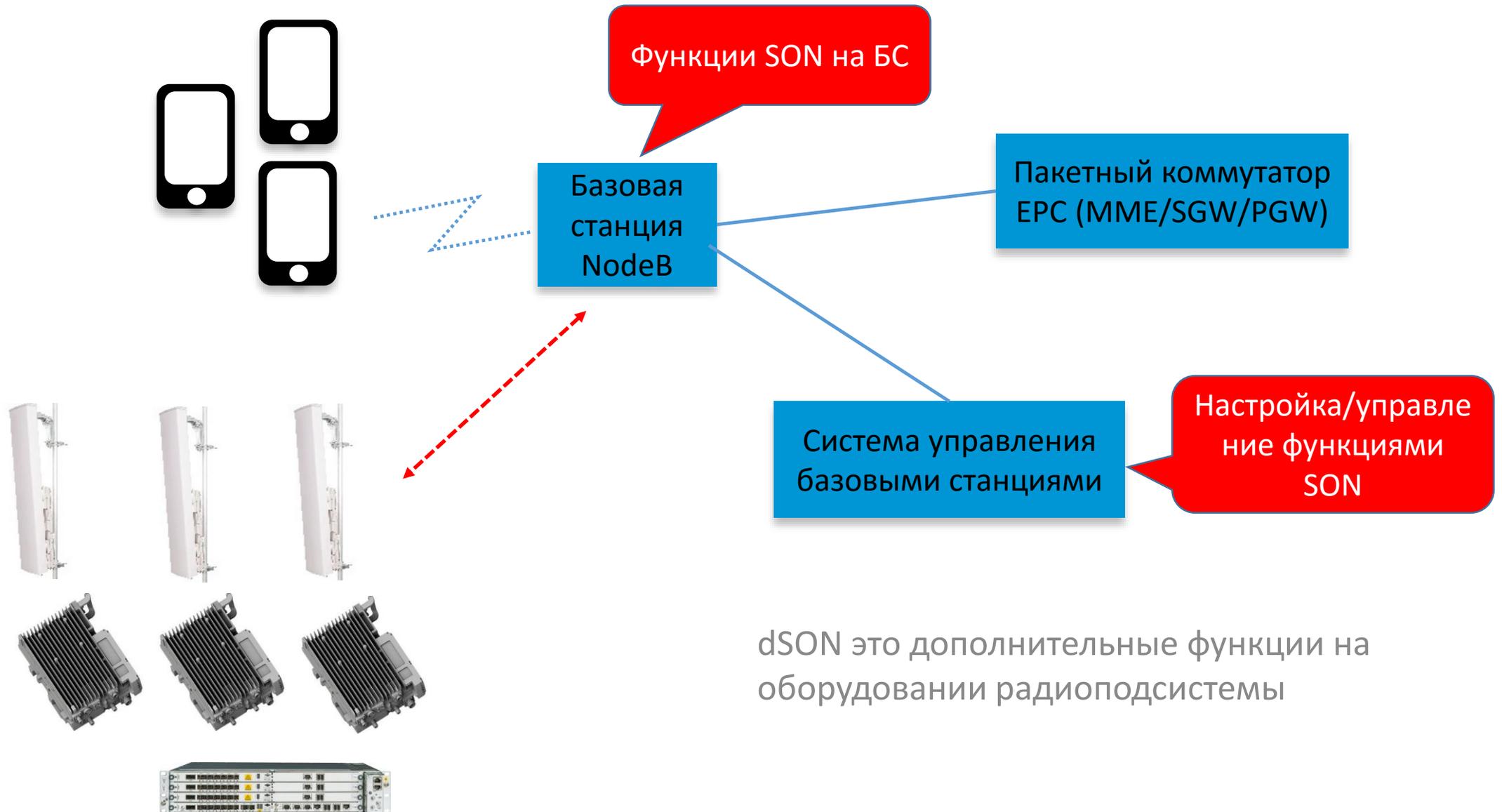


- Виртуальный оператор полностью использует инфраструктуру обычного оператора
- Требуется только своя система HSS



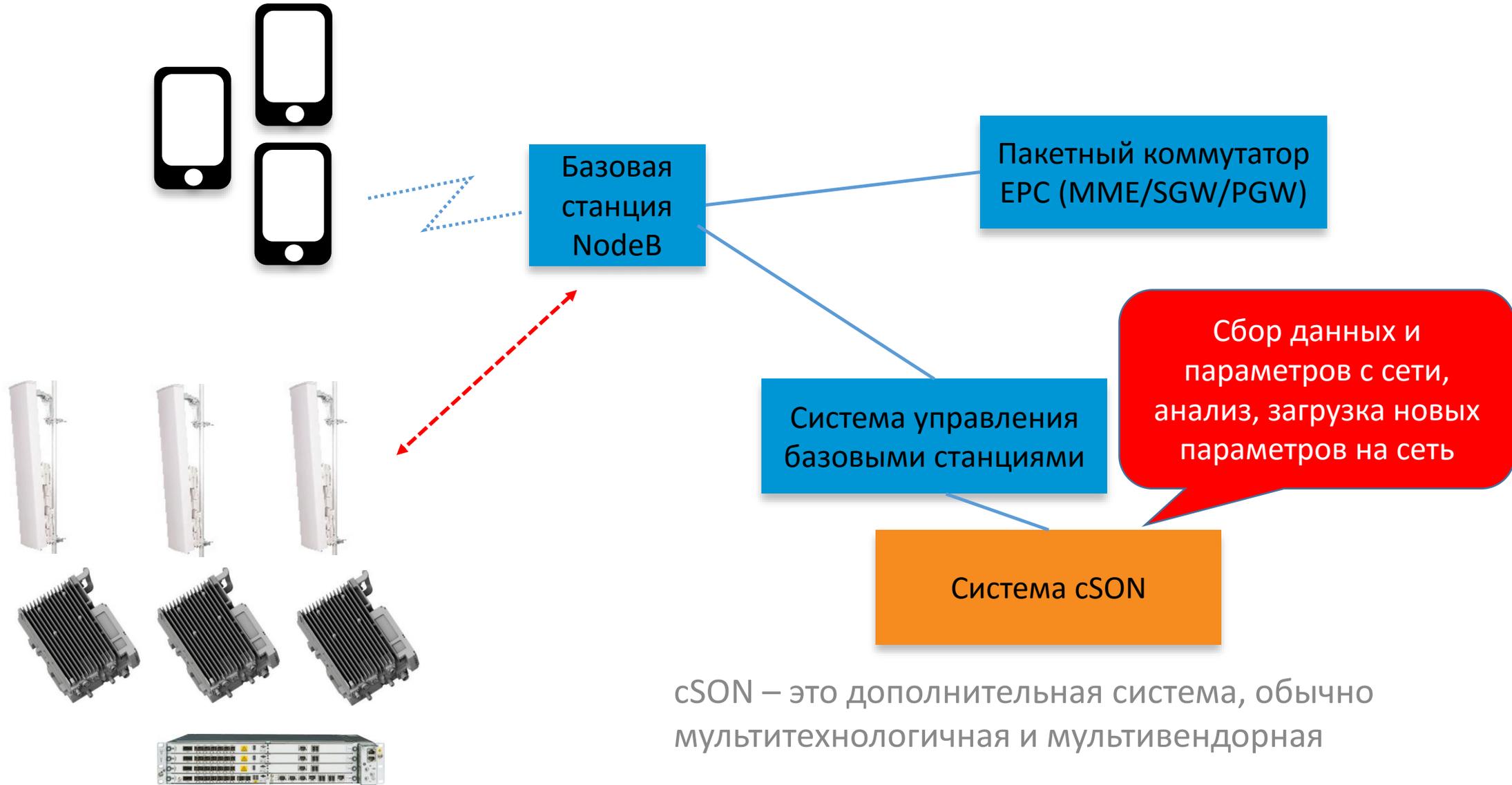
Self organized networks (SON)

Архитектура Distributed SON



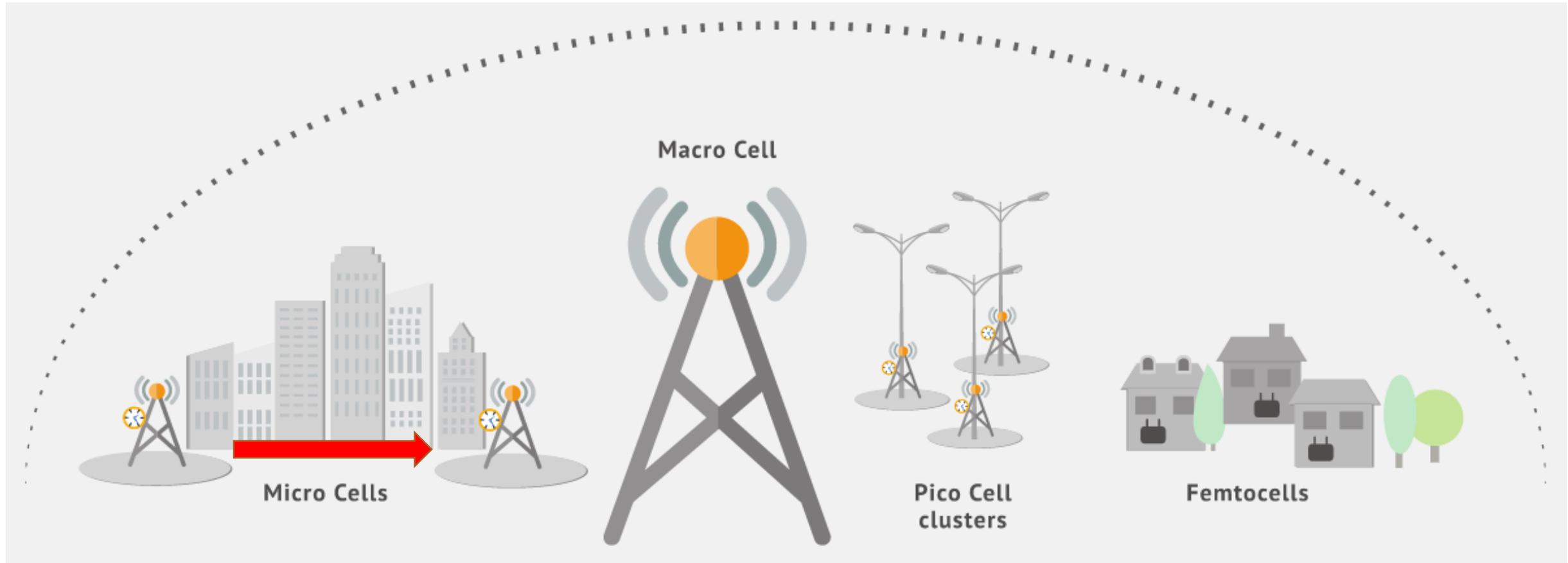
dSON это дополнительные функции на оборудовании радиоподсистемы

Архитектура Centrilized SON



SON – self optimized network

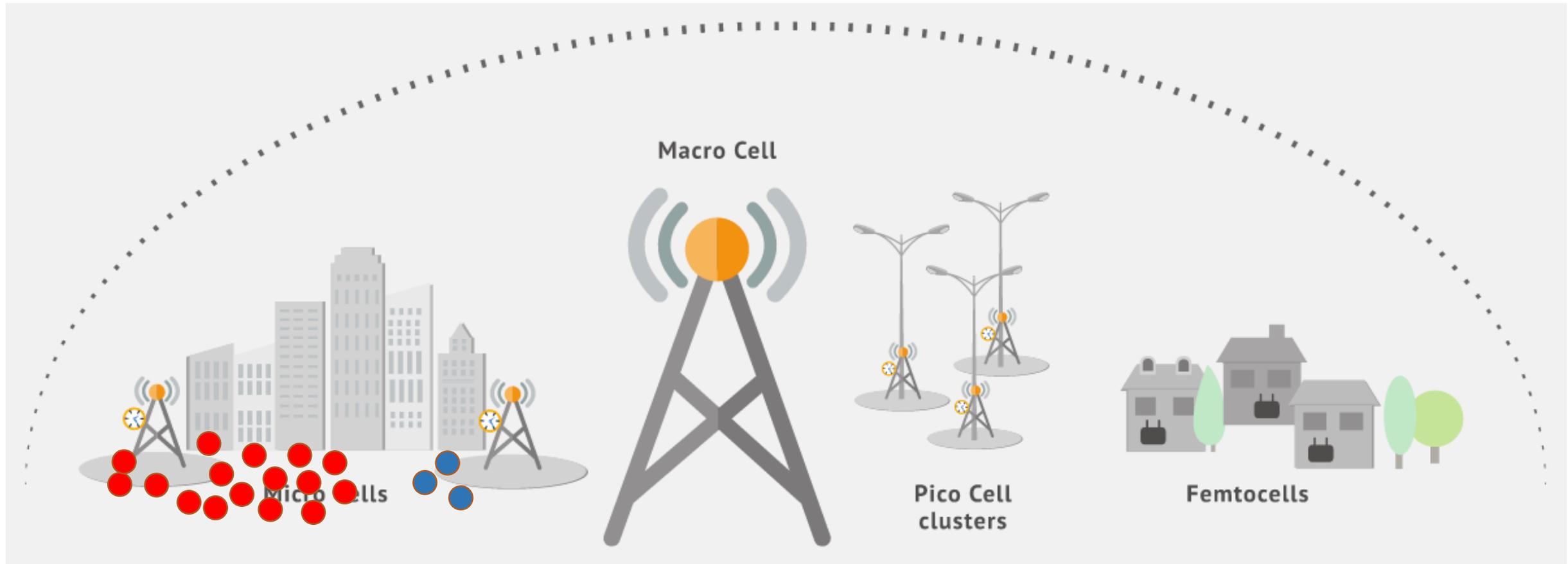
Automatic Neighbor relations (ANR)



Чтобы во время движения от БС1 в сторону БС2 не было обрыва, на БС1 должно быть настроено "соседство" (Neighbor relation). "Соседство" можно настроить вручную или БС1 может настроить его автоматически (функция ANR)

SON – self optimized network

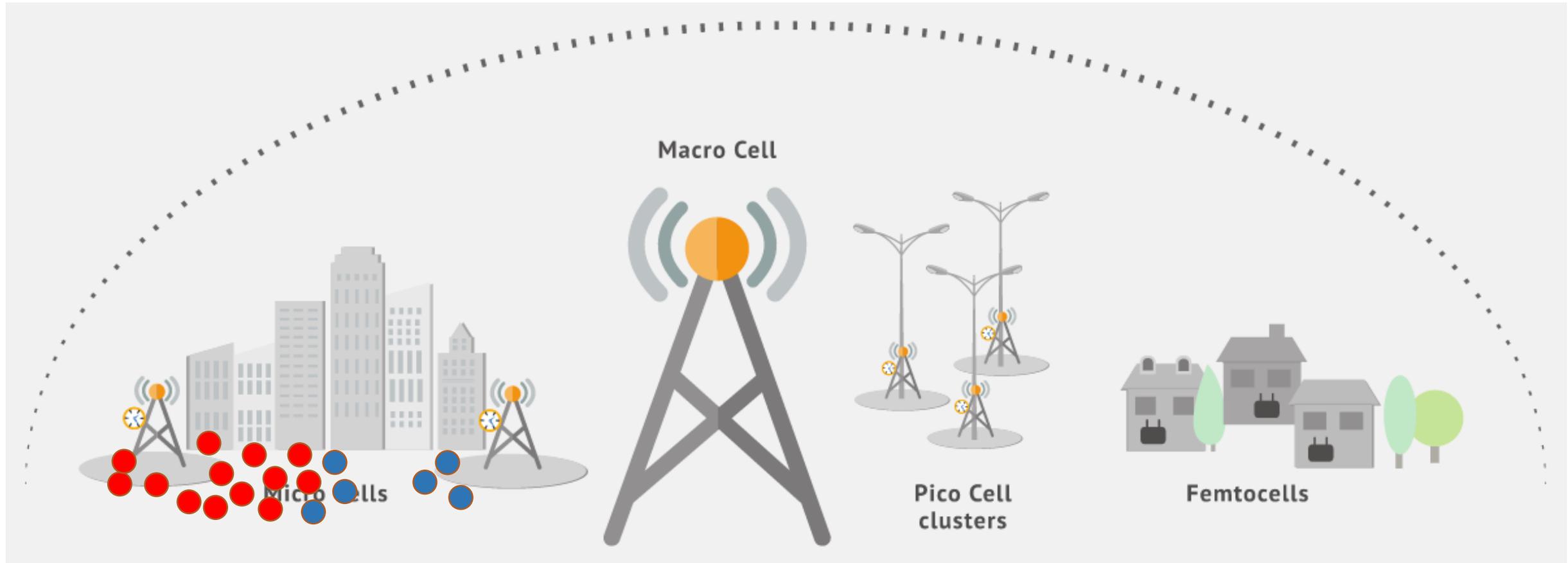
Dynamic load balancing (динамическая балансировка нагрузки)



Большое количество абонентов в зоне покрытия БС1 (перегружена) – у абонентов будет низкая скорость.
Соседняя БС2 с небольшим количеством абонентов (недогружена)

SON – self optimized network

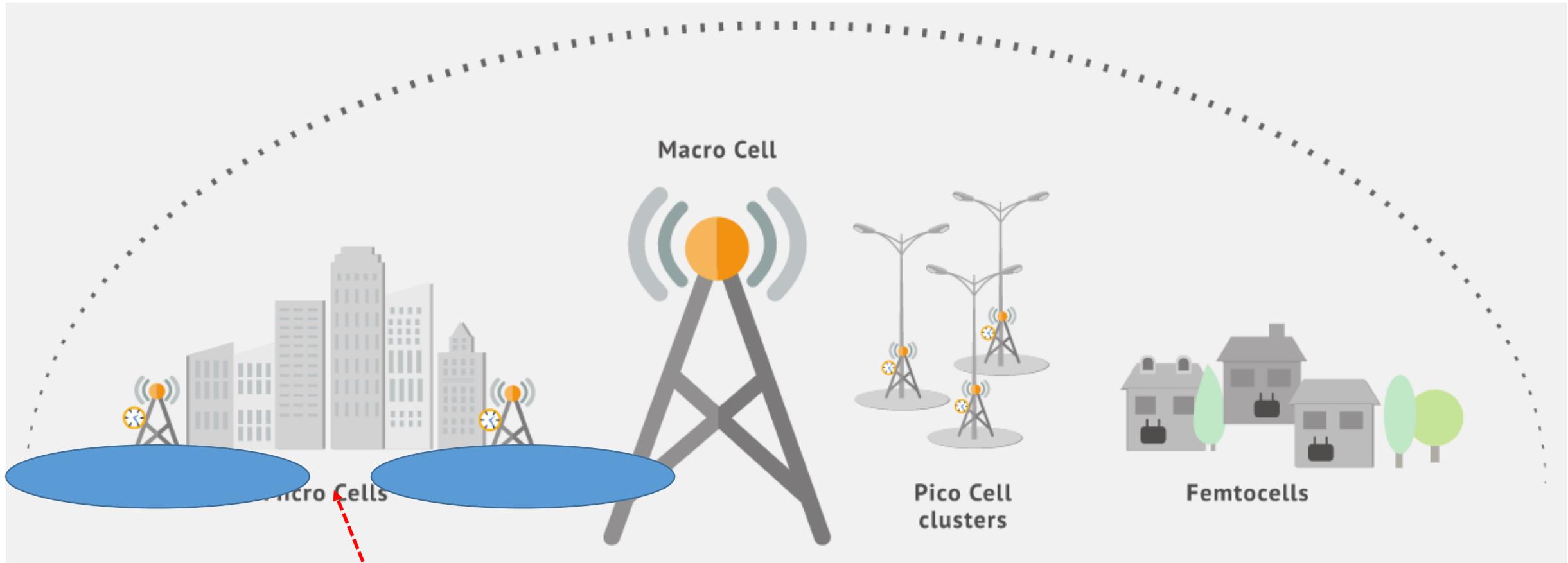
Dynamic load balancing (динамическая балансировка нагрузки)



С помощью изменения излучаемой мощности с помощью изменения параметров cell reselection/Handover, можно сделать так, чтобы часть абонентов, которые находятся на границе БС-й и были подключены к БС1 “перешли” на БС2. Это можно сделать вручную или автоматически (функция Dynamic load balancing). Разгрузили перегруженную БС1

SON – self optimized network

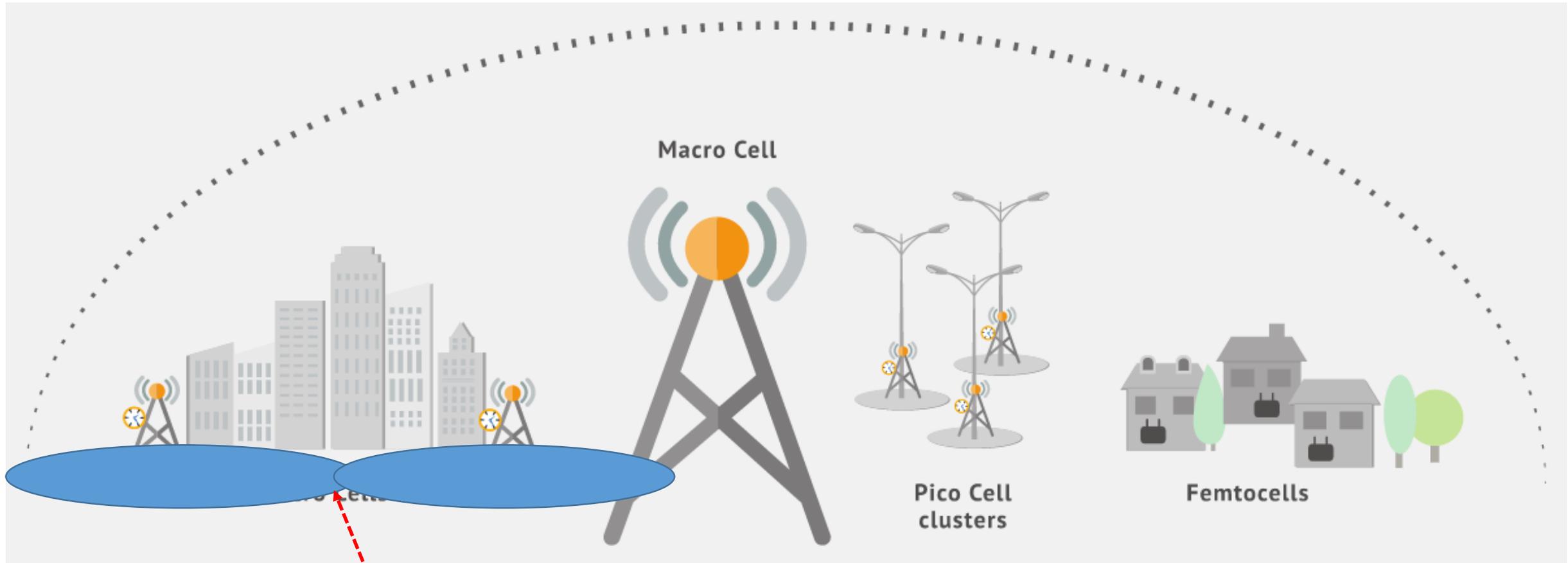
Coverage optimization (оптимизация покрытия)



Недостаточное покрытие – причина обрывов звонков и низкой скорости мобильного интернета

SON – self optimized network

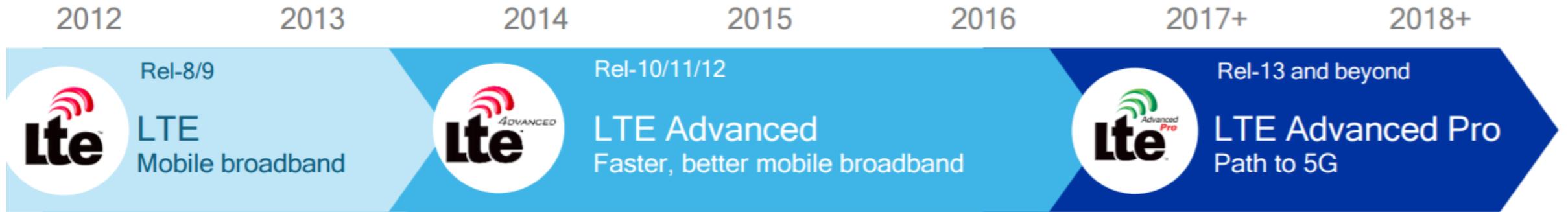
Coverage optimization (оптимизация покрытия)



Можно скорректировать угол наклона антенн, чтобы увеличить покрытие.
Либо вручную, либо автоматически (функция Coverage optimization)

LTE-A/LTE-pro

LTE-Advanced



Achieving Gigabit Class LTE

- Carrier Aggregation (CA)
 - FDD/TDD CA
 - LTE-U / LAA
 - 256-QAM
- Advanced MIMO

Providing enhanced HetNets

- Interference management
- Best use of all spectrum
 - Dual connectivity
- Coordinated multipoint
- SON+

Bringing new ways to connect

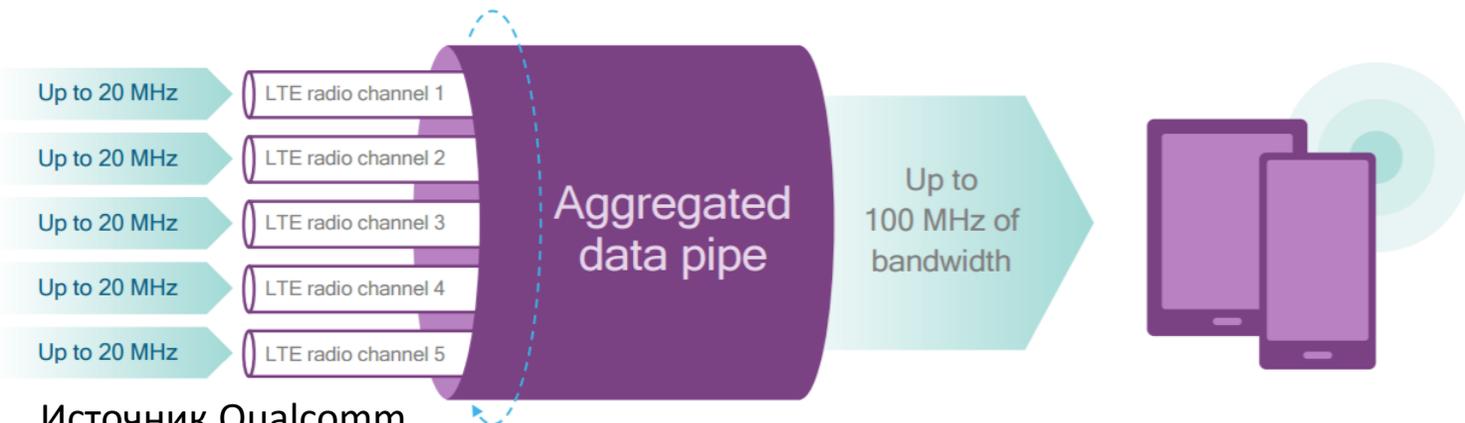
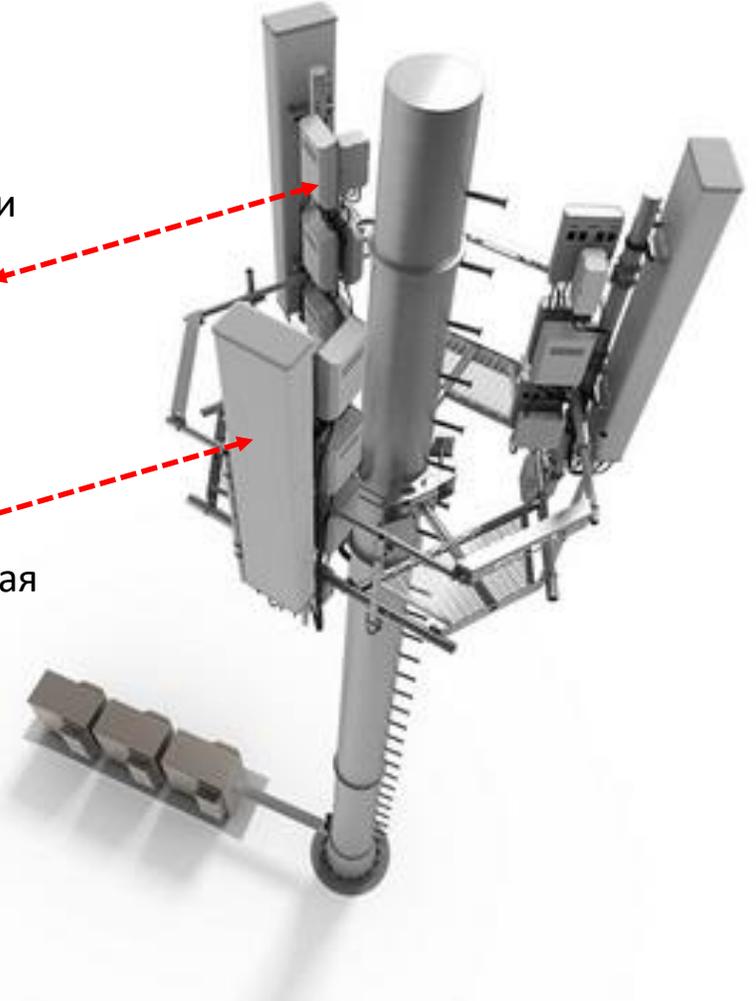
- LTE Broadcast
- LTE Direct (D2D)

Carrier aggregation (агрегация несущих)

- Агрегация нескольких частотных каналов для увеличения пропускной способности
- На сегодняшний момент обычно это два частотных канала
- Частотные каналы могут быть в одном диапазоне (например, оба канала в диапазоне LTE2600) - это называется intra-band CA или в разных каналах (например, в LTE1800 и в LTE2600) – это называется inter-band CA

Два радиомодуля, например LTE1800 и LTE2600 или совмещенный радиомодуль LTE1800+LTE2600

Мультидиапазонная антенна



Carrier aggregation в России (2 CA)

<https://hi-tech.mail.ru/news/mega-lte-a/>

3 сентября 2014, Источник: [МегаФон](#), МТС

«МегаФон» запустил в Санкт-Петербурге сеть LTE Advanced

✉ Подписаться

«МегаФон» объявил о запуске в коммерческую эксплуатацию сети стандарта LTE Advanced в Санкт-Петербурге. Теперь жители и гости города на Неве обеспечены мобильным интернет-доступом на скоростях до 300 Мбит/с — самым быстрым в России.

Агрегированы два частотных канала по 20 МГц. Пиковая скорость на канале 20 МГц – 150 Мб/с (MIMO2x2). Итого в сумме 300Мб/с

Дмитрий Смирнов

Санкт-Петербург стал вторым городом в стране, где запущена в коммерческую эксплуатацию сеть LTE Advanced в диапазоне 2600 МГц. На сегодняшний день сеть LTE Advanced от «МегаФона» запущена в Центральном районе Санкт-Петербурга. До конца года планируется данную технологию

Агрегированы два частотных канала: 10 и 20 МГц. Пиковая скорость на канале 20 МГц – 150 Мб/с (MIMO2x2), на канале 10 МГц-75Мб/с. Итого в сумме 225Мб/с

Одновременно с «МегаФоном» оператор МТС сообщил о проведении успешного тестирования функциональности Carrier Aggregation на частотах 1800 МГц и 2600 МГц в Республике Башкортостан, в результате которого была достигнута скорость передачи данных до 225 Мбит/с.

Carrier aggregation в России (3 CA)

<http://www.macdigger.ru/iphone-ipod/mts-uskorila-lte-set-do-260-mbits.html>

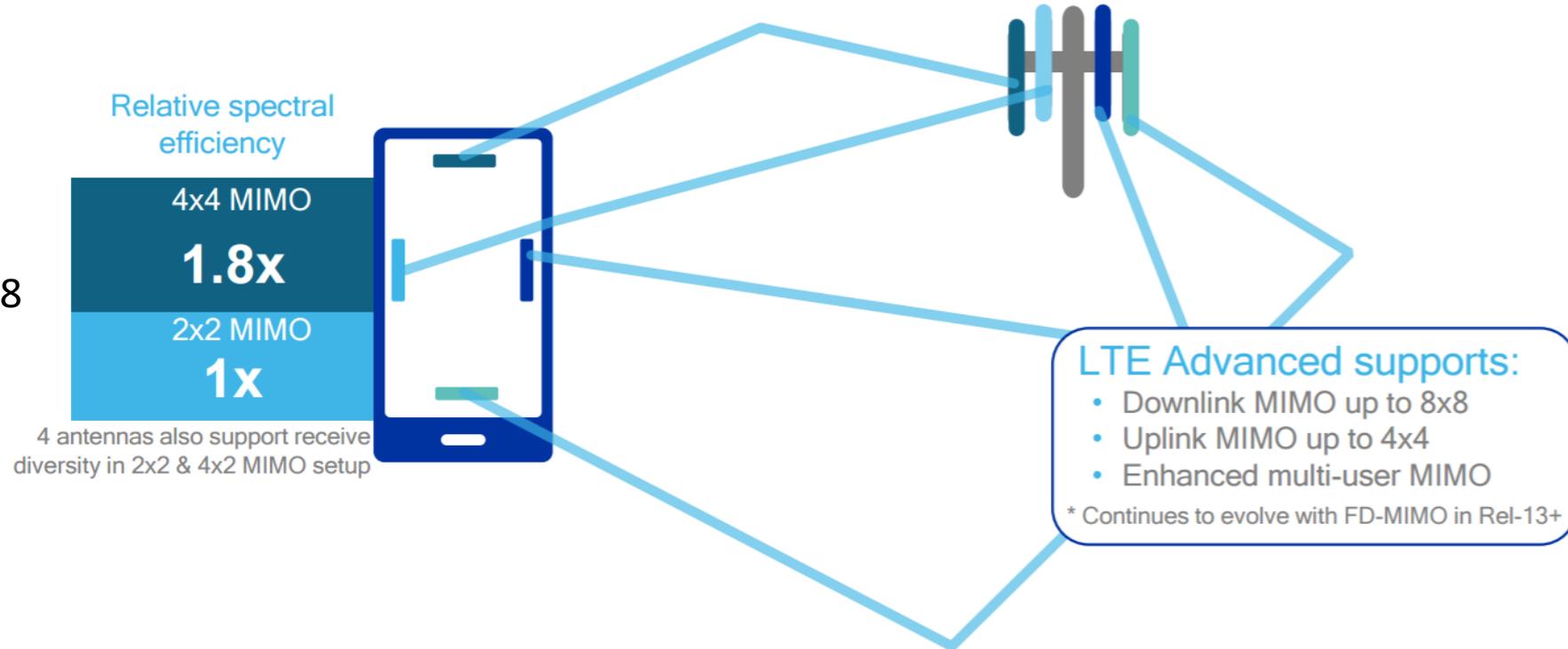
МТС провела успешное тестирование функционала Carrier Aggregation на трех разных частотных диапазонах коммерческой сети. В рамках тестирования были объединены частоты **1800 МГц, 2600 МГц и 800 МГц** с суммарной полосой до **40 МГц**. Технология LTE-Advanced, которая объединяет полосы частот из разных диапазонов, позволяет до четырех раз увеличить скорости мобильного интернета в сравнении с LTE на частотах 2600. Тестирование функционала проходило на коммерческой сети LTE телеком-оператора, построенной на оборудовании Ericsson. Для доступа в сеть мобильной передачи данных использовалось устройство, специально разработанное Qualcomm.



«После успешного тестирования агрегации двух частот в сентябре 2014, мы решили пойти дальше и «скрестить» сразу три частотных диапазона LTE 800 + LTE 1800 + LTE 2600, которые позволяют предоставлять абонентам скорости передачи данных до 260 Мбит/с.»

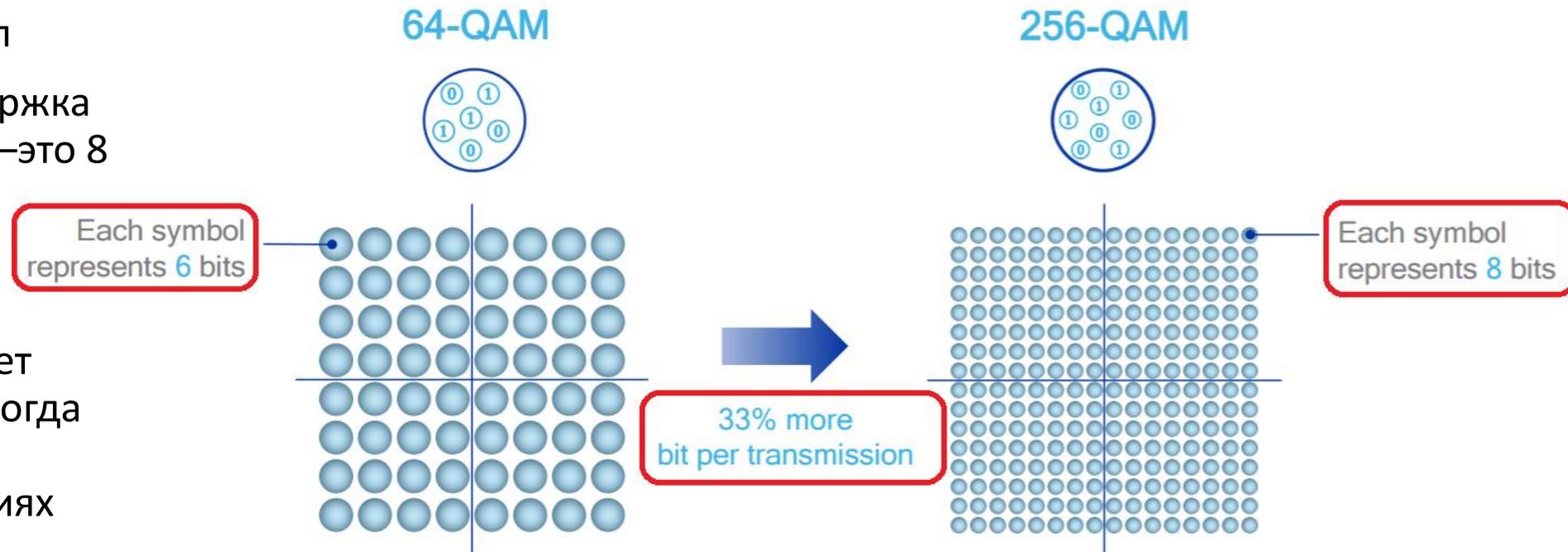
Advanced MIMO

- LTE (не advanced) поддерживает MIMO2x2
- Advanced MIMO: это MIMO с использованием большего количества приемных и передающих антенн (например, 4 шт. – MIMO4x4, 8 шт.- MIMO8x8)
- MIMO 4x4 дает выигрыш в скорости в 2 раза по сравнению с MIMO2x2
- MIMO 8x8 дает выигрыш в скорости в 4 раза по сравнению с MIMO2x2
- Важно: MIMO4x4/8x8 может быть использован, когда абонент находится в хороших радиоусловиях



Модуляции на радио интерфейсе более высокого порядка

- LTE (не advanced) модуляцию 64QAM – это 6 битов на один символ
- В LTE advanced поддержка модуляции 256 QAM –это 8 битов на символ, т.е. Увеличение пиковой скорости на 33 %.
- Важно: 256QAM может быть использовано, когда абонент находится в хороших радиоусловиях



MIMO 4x4 и 256 QAM264

<https://www.zelax.ru/news/telecom/2016/12/19/mts-zapuskayet-seti-45g/>

МТС запускает сети 4,5G

МТС приступила к развертыванию сетей 4,5G по технологии LTE Advanced Pro, которая обеспечивает передачу данных со скоростью до 700 Мбит/с.

Правда, пока на рынке отсутствуют поддерживающие данную технологию абонентские устройства.

МТС запустила LTE Advanced Pro

Компания «Мобильные телесистемы» (МТС) объявила о запуске технологии LTE Advanced Pro - так называемого 4,5G, технологии, промежуточной между пятым и четвертым поколениями сотовой связи. Данная технология обеспечивает передачу скачивания данных (downlink) со скоростью до 700 Мбит/с.

МТС начала внедрение LTE Advanced Pro в крупных городах. На сегодняшний день в Уфе компания обеспечивает передачу данных от базовых станций на скоростях до 700 Мбит/сек, в Якутске до 500 Мбит/сек, в Санкт-Петербурге свыше 400 Мбит/сек, в Москве - более 300 Мбит/сек.

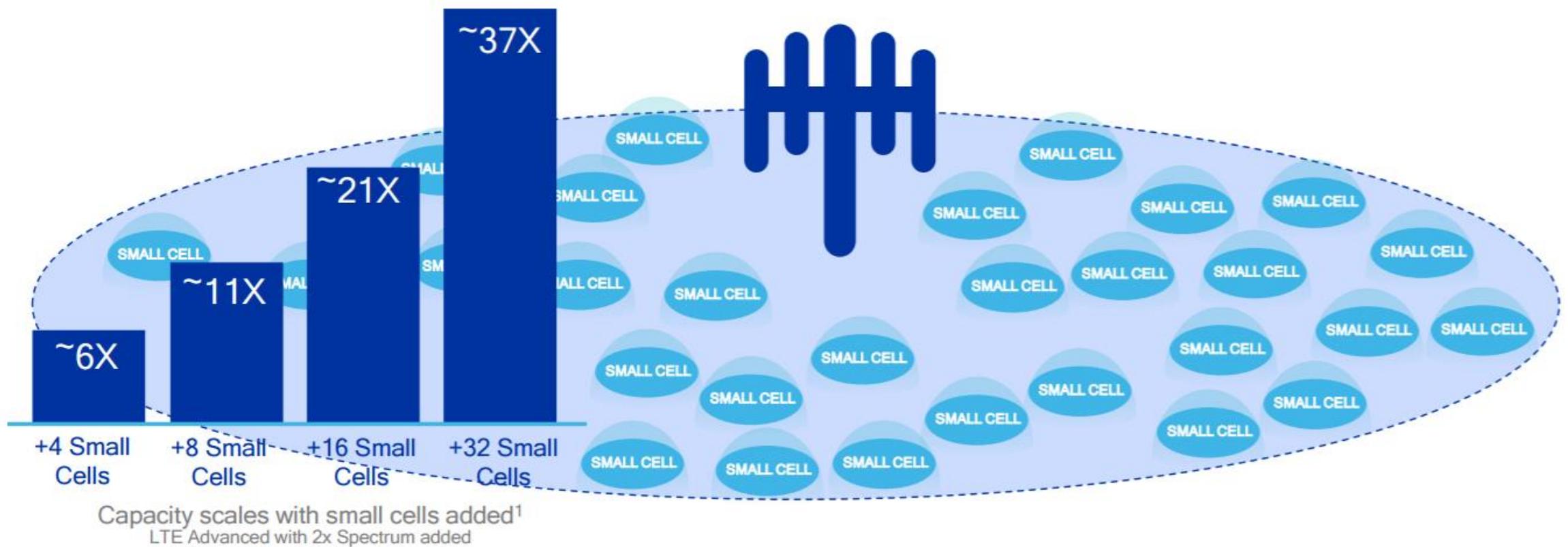
За счет чего получается скорость до 700 Мбит/с

Для работы технологии LTE Advanced Pro МТС применило агрегацию нескольких частот в диапазоне 1800 МГц и с TDD-частотами в диапазоне 2,6 ГГц. Кроме того, МТС применила две другие технологические новации: MIMO 4x4 и модуляции 256 QAM.

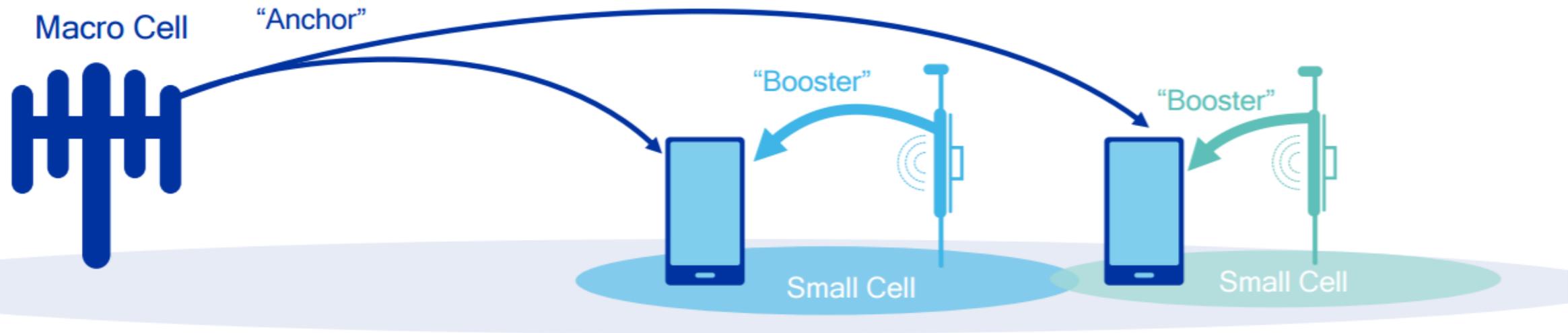
Технология MIMO 4x4 предполагает использование четырех антенн для приема и для передачи данных. Сейчас, в большинстве случаев, в технологии LTE используется решение MIMO 2x2. Что касается модуляции, то сейчас в сетях LTE используется модуляция 64 QAM для входящего канала передачи данных и 16 QAM для исходящего.

Further enhanced Inter-Cell Interference Coordination

Межбазовая координация с целью уменьшения помех в гетерогенный сетях



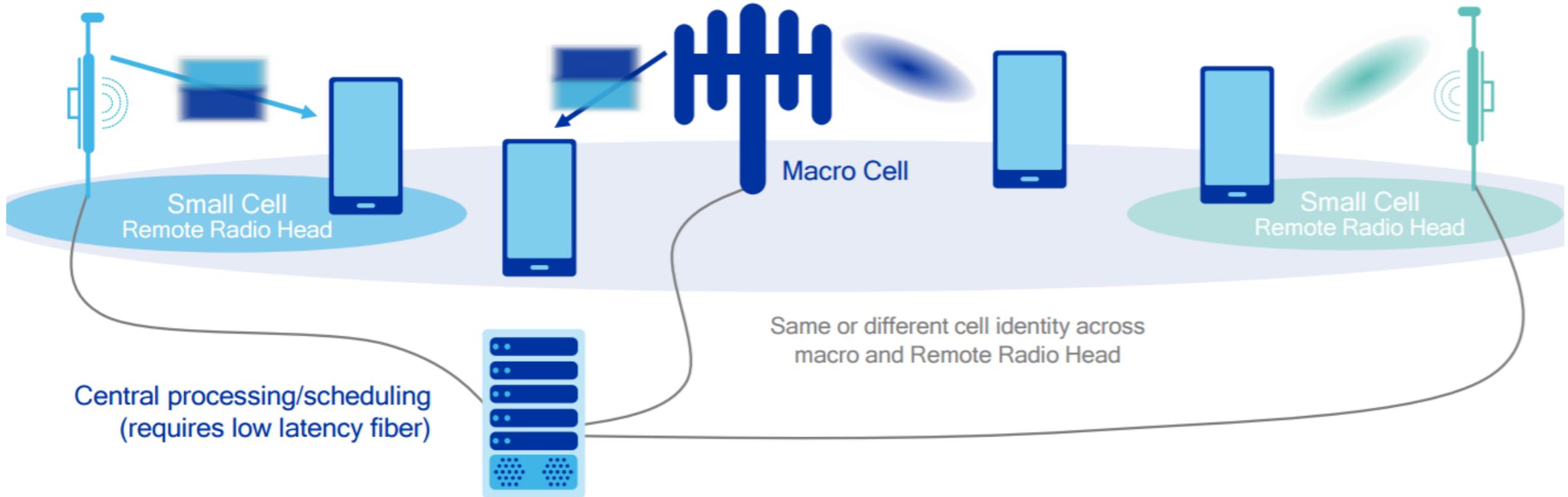
Dual connectivity Двойное соединение



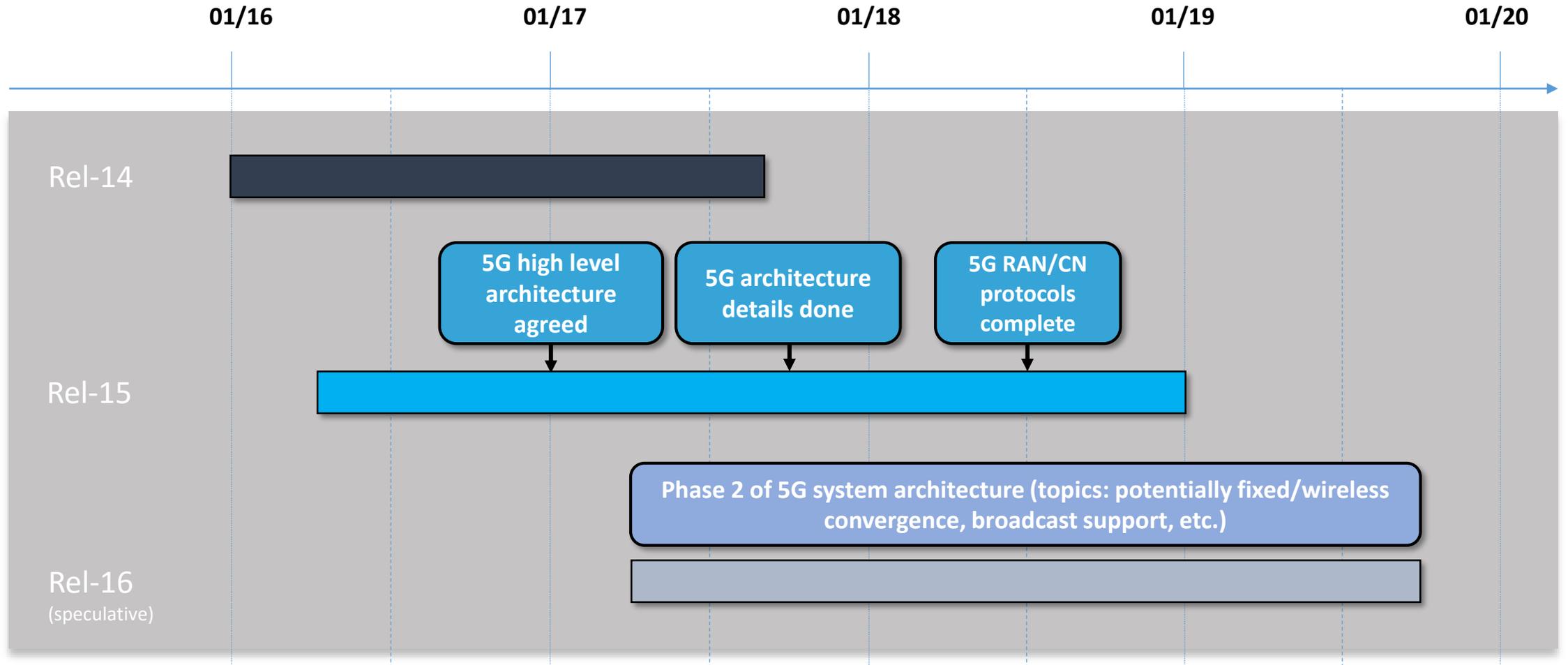
CoMP (coordinated multi-point)

Coordinated scheduling

Coordinated beamforming

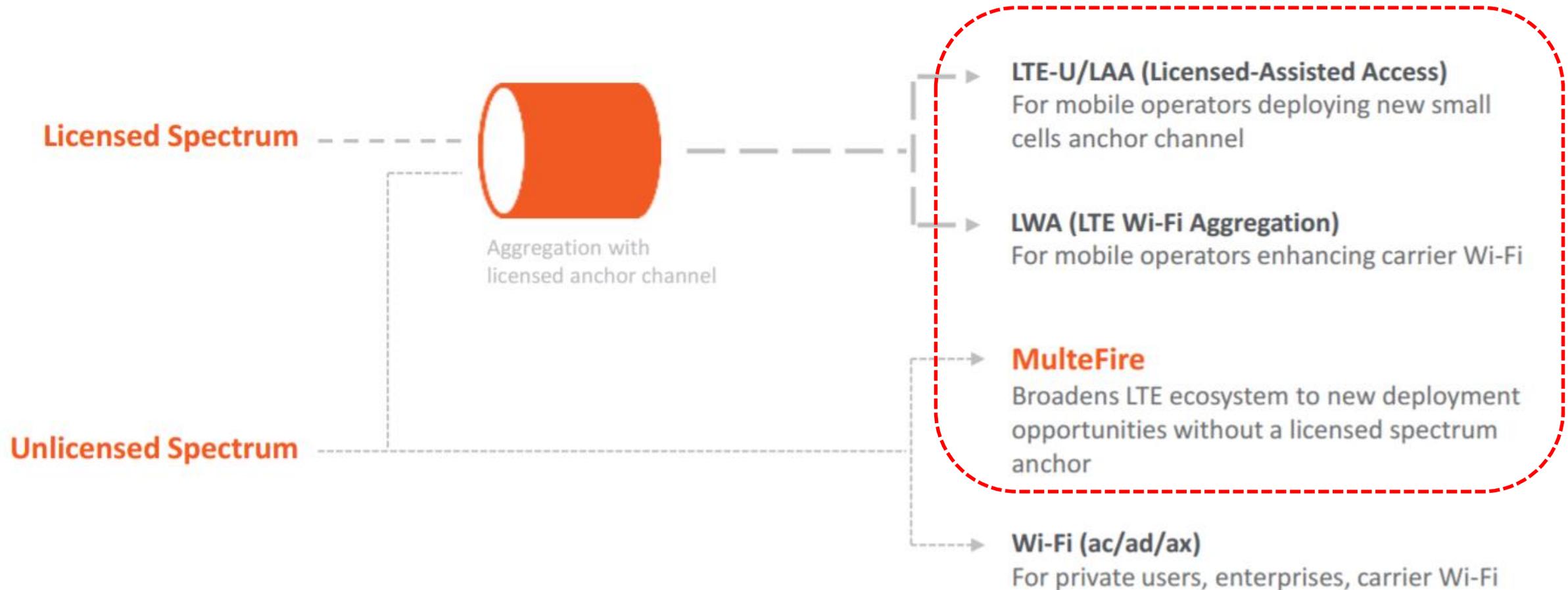


5G



LTE-LAA, LWA, Multefire

Новые технологии/архитектуры



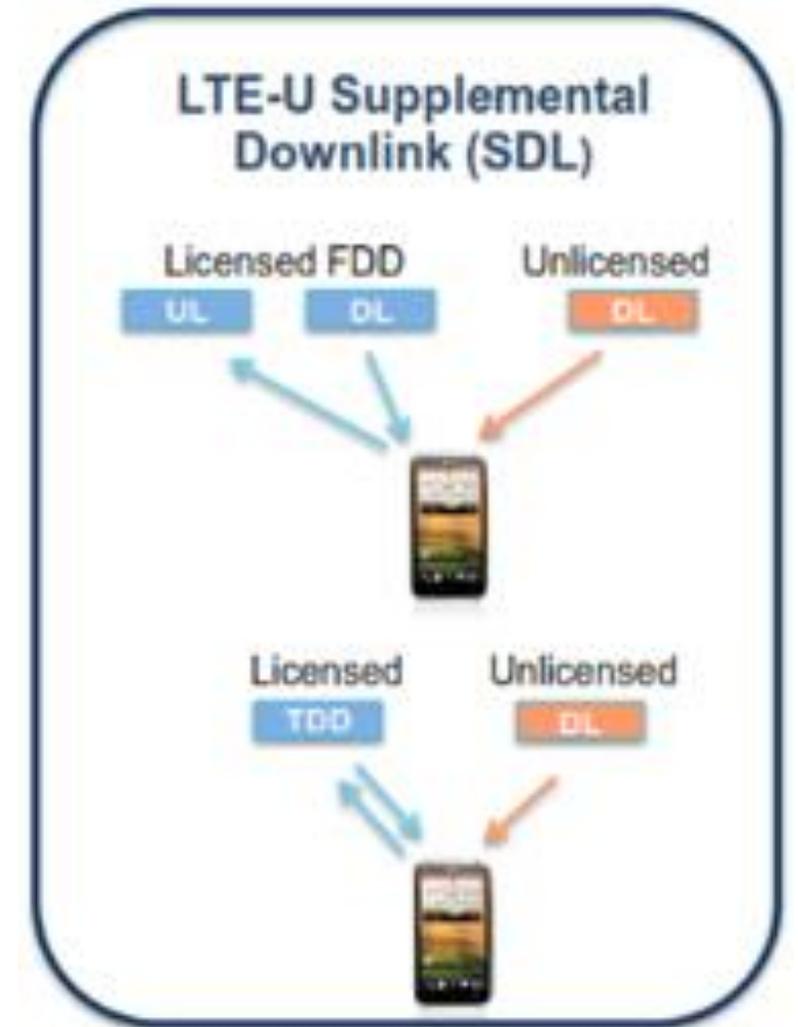
Новые технологии/архитектуры

3.5 GHz LTE - для США!

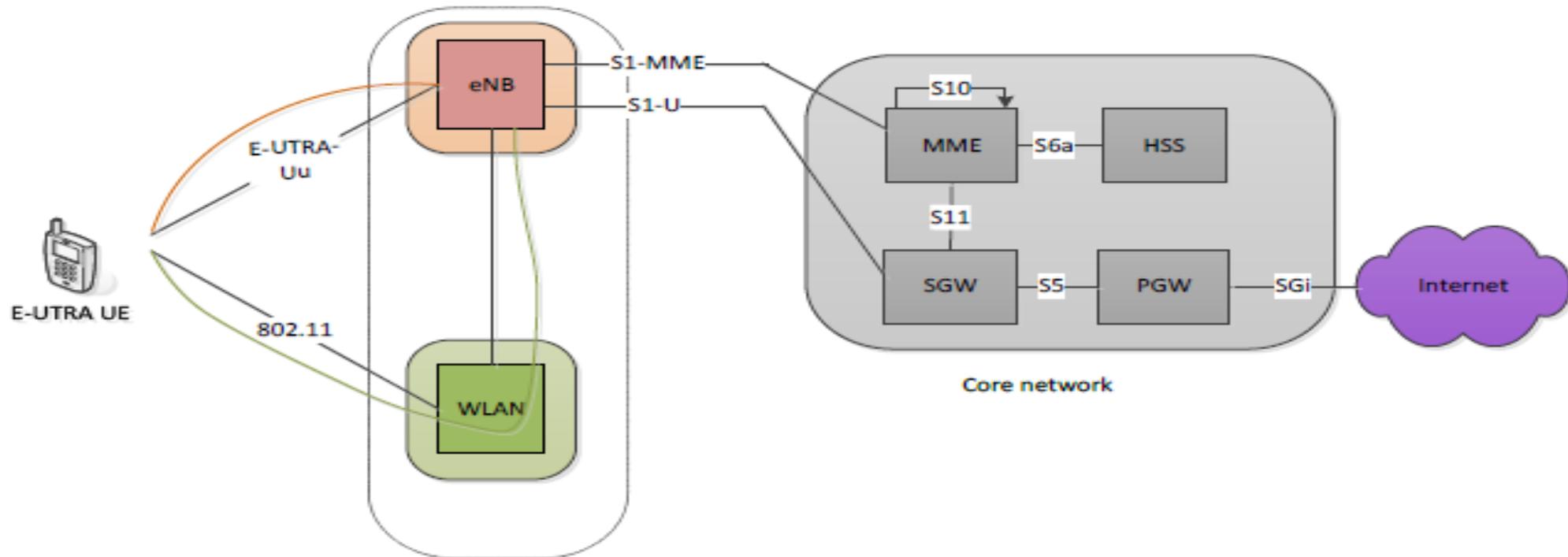
	LTE-U	standard → LAA	LWA	MulteFire	3.5GHz LTE
Frequency	5 GHz (DL)	5 GHz phase 1 : DL phase 2 : DL+UL	2.4/5 GHz WiFi band: DL+UL	5 GHz (DL)	3.5 GHz
Anchored by Licensed Spectrum	Yes	Yes	Yes	No	No
Enable Neutral Host (DAS replacement)	No	No	No	Yes	Yes 
Interference to/from Wi-Fi	Yes	Yes	NA (*includes Wi-Fi)	Yes	No
Special considerations	New chipset & SP support	New chipset ,3GPP release 13, SP support	SW changes only	New chipsets, new standards, new certification (red)	Reuse chipsets from devices in global LTE market
Client device availability*	4Q'CY16	2H'CY17	likelihood of not getting deployed.	2H'CY17	2H'CY17

LTE-U/LTE-LAA

- LTE-U -> LTE- unlicensed.
- LTE-LAA -> LTE-license assisted access
- Основная идея – помимо работы LTE в лицензионном диапазоне (например, 2.6 ГГц) передача сигнала LTE в диапазоне 5 ГГц (нелицензионный). Цель – увеличение пропускной способности.
- Основная проблема – как сделать так, чтобы LTE-U/LTE-LAA не мешал WiFi , который работает в диапазоне 5 ГГц
- LTE-U это реализация технологии на основе релиза R12 с использованием Carrier Sense Adaptive Transmission (CSAT)
- LTE-LAA – реализация на основе релиза R13 с использованием Best-Effort Listen-Before-Talk



LWA – LTE WiFi aggregation



MulteFire



LTE-based technology for small cells operating solely in unlicensed spectrum

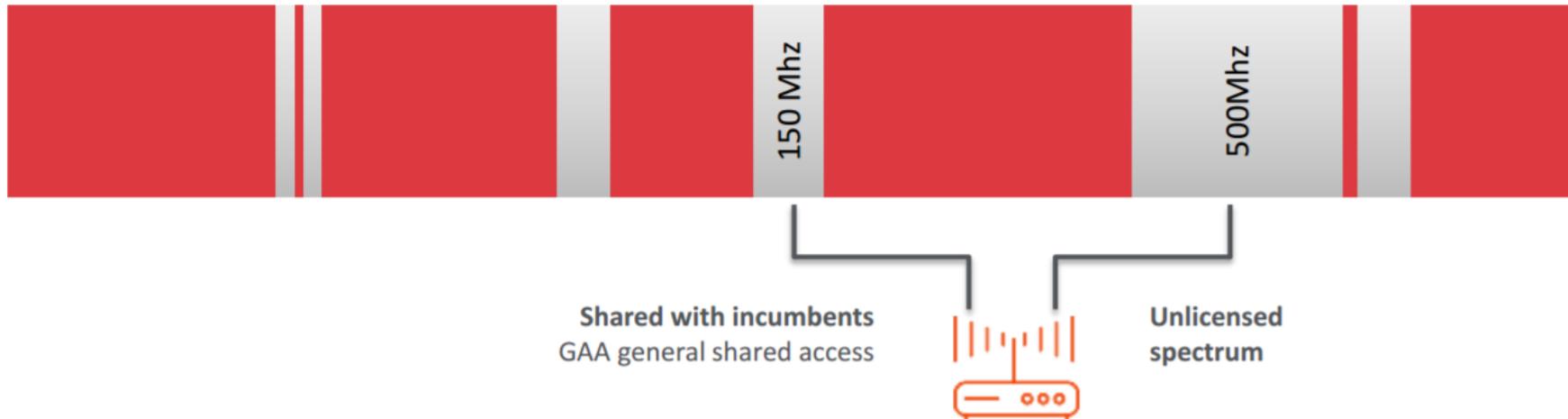
Brings enhanced data and voice services to local area deployments

Suitable for any band that needs over-the-air contention for fair sharing

Broadens the LTE ecosystem to new and existing wireless providers

3.5 GHz (USA)

5 GHz (Global)



MulteFire

Источники:

<http://www.multefire.org/wp-content/uploads/2016/10/Power-of-MulteFire.pdf>

http://www.multefire.org/wp-content/uploads/2016/10/MulteFire_E2E-Architecture.pdf

- Release 1.0 based on 3GPP standards:

Release 13 for downlink (LAA)

Release 14 for uplink (eLAA)

LTE-based radio link

End-to-end architecture, including interworking for ‘neutral hosts’

- **In PLMN access mode, the MulteFire RAN is connected to the 3GPP EPC**

MulteFire is an additional LTE “sub-type”

Solution can be used by 3GPP PLMNs to extend their capacity or coverage

- **In NHN access mode, the MulteFire RAN is connected to a Neutral Host Network**

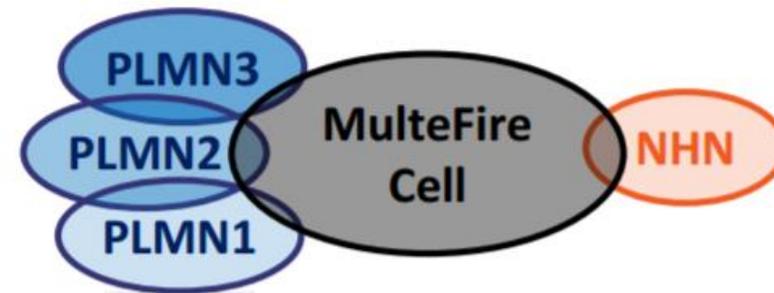
Neutral Host Network is a self-contained “standalone” deployment providing IP services

IP services can be provided to UEs associated with different Participating Service Providers

A 3GPP PLMN can also be a Participating Service Provider

Services of 3GPP PLMNs can be accessed using 3GPP defined Non-3GPP IW models

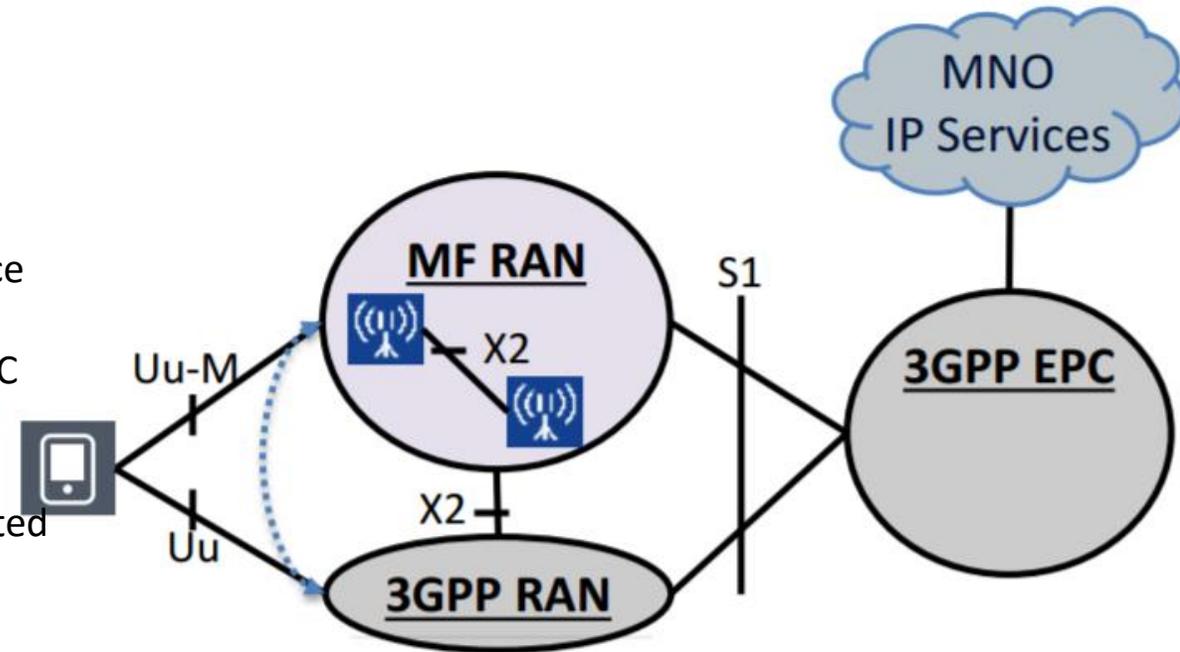
- **These architecture solutions can address different types of deployments**



Multifire

Архитектура PLMN Access Mode

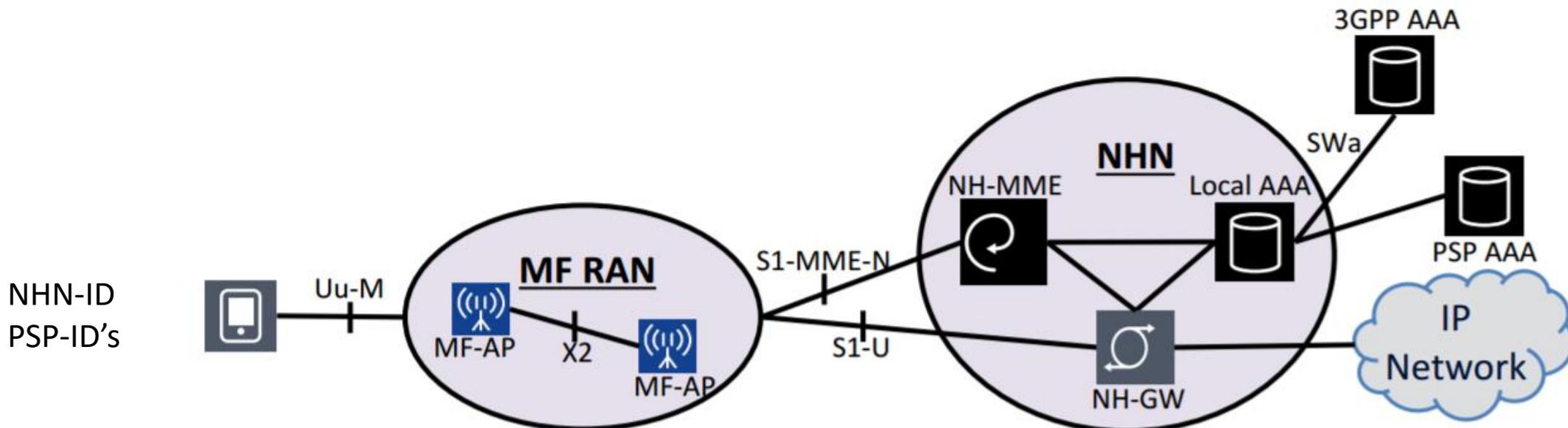
- MulteFire-APs are connected to a 3GPP EPC via S1 (S1-U and S1-MME)
- MulteFire-AP provides similar functionality as an LTE eNodeB
- MulteFire-AP is an eNodeB from the EPC point of view
- Tracking Area Codes can be used to differentiate MulteFire RAN from LTE
- Seamless mobility is supported between MulteFire RAN and 3GPP RAN
- There are some limitations
- Mobility between MulteFire cells is fully supported. Both in Radio Resource Control (RRC) connected mode and in idle mode
- Mobility from a MulteFire cell to a 3GPP cell fully is supported. Both in RRC connected mode and in idle mode
- Limitations of mobility from a 3GPP cell to a MulteFire cell. This type of mobility requires MulteFire support in 3GPP RAN. Mobility can be supported as a UE functionality without RAN support



Multifire

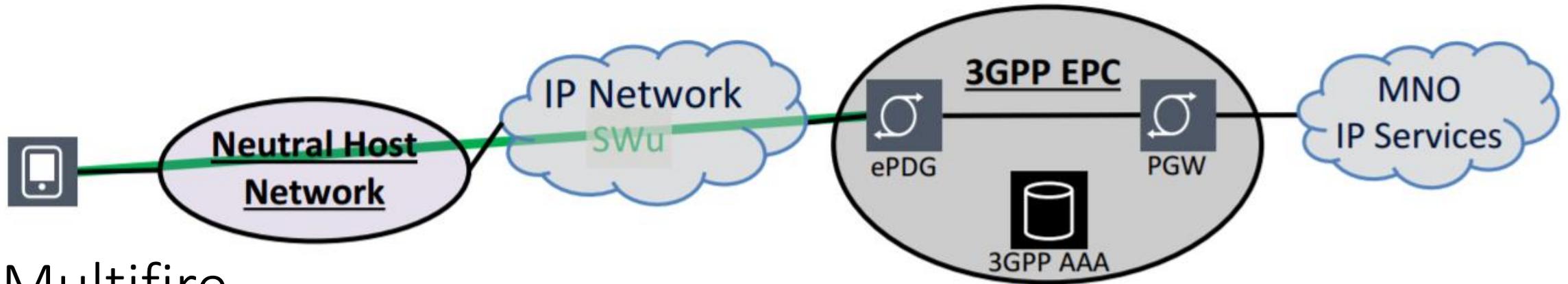
Архитектура Neutral Host Network

- MulteFire cell is connected to an NHN
- NHN is a self-contained network providing IP access
- Participating Service Providers provide subscriptions (e.g. credentials and billing) for users. A 3GPP PLMN can also be a PSP using USIM-based access authentication (via 3GPP SWa)
- New network elements - Local AAA proxy: A single contact point for external AAA servers, NH-MME: Similar functionality as MME in LTE, NH-GW: Similar functionality as a combined SGW/PGW in LTE • MulteFire AP: Similar functionality as an eNodeB in LTE



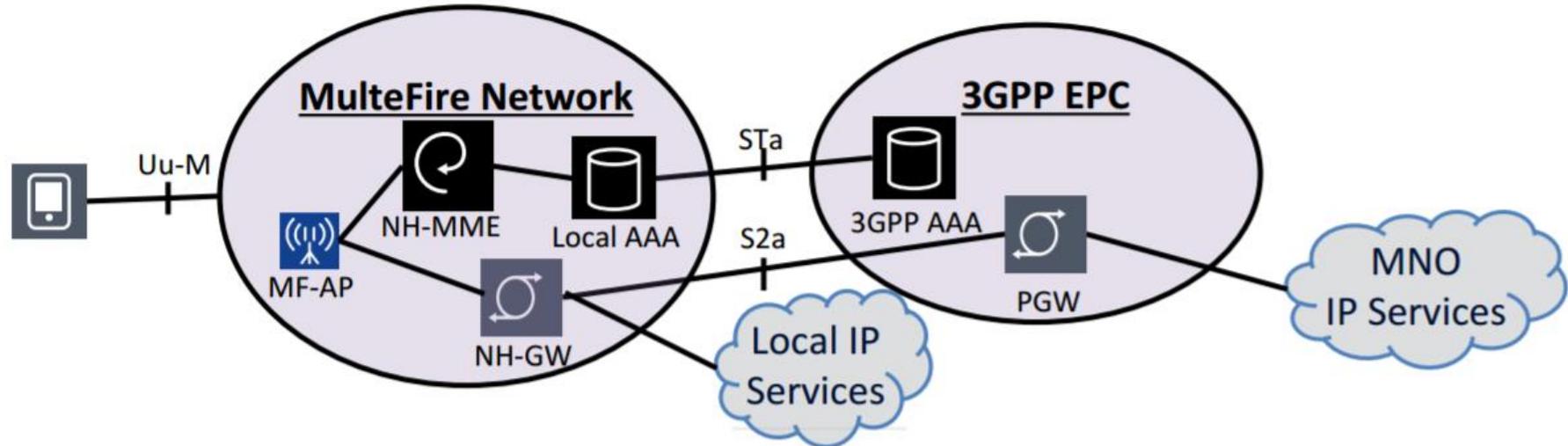
Multifire

Neutral Host Network as Untrusted Non-3GPP Access Network



Multifire

Neutral Host Network as Trusted Non-3GPP Access Network



3.5 ГГц LTE (для США)

- A new shared spectrum scheme is being introduced in the US at 3.5GHz called CBRS...
- CBRS (Citizens **Broadband** Radio System) uses TD-LTE to provide a wireless voice and data service at 3.5GHz (3550MHz to 3700MHz). The radio interface is exactly the same as for LTE at other frequencies, supporting voice, text and data services with seamless mobility. This frequency allocation spans existing LTE Band 42 (3400MHz to 3600MHz) and LTE Band 43 (3600 to 3800 MHz).
- What's different is the way that the spectrum is assigned to each user. This isn't sold to operators in large blocks covering wide geographic areas nor a completely unlicensed free-for-all (such as Wi-Fi). Instead, use within each building is individually requested and assigned on a case-by-case basis. Where it is no longer required, it is returned for use by others.

Спасибо!