



# Сеть сотовой связи с переносом ёмкости



Российская Корпорация  
Средств Связи

**Ю. Громаков**

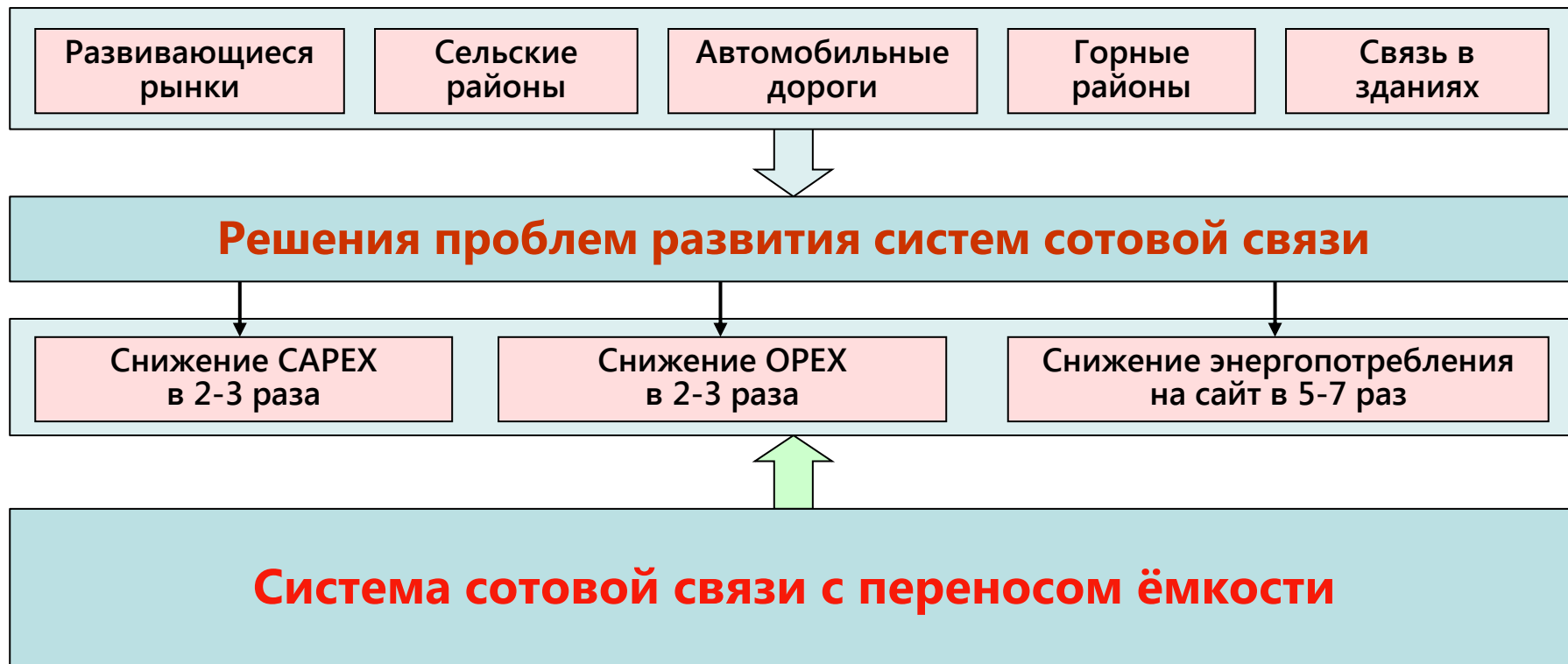
Доктор технических наук, Профессор  
Старший вице-президент

**Ю. Борисов**

Аспирант Московского Авиационного Института  
Научный сотрудник

Региональный семинар МСЭ для стран СНГ и Европы  
«Развитие современных систем радиосвязи»  
6-8 июня 2018 года

# Проблемные области развития систем сотовой связи: высокие CAPEX/OPEX, значительное энергопотребление сайтов

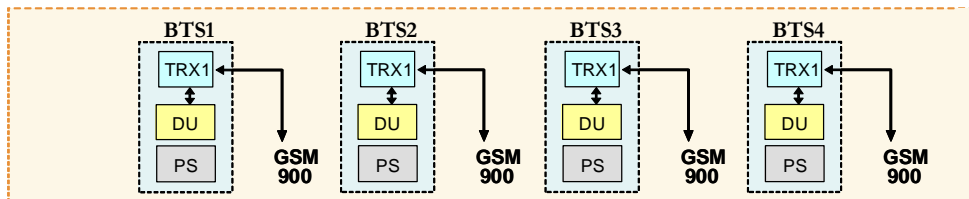


Система сотовой связи с переносом ёмкости основана на изменении топологии сети без изменения общепринятых стандартов сотовой связи (GSM, UMTS, LTE, 5G, т.д.), с использованием стандартных абонентских станций и терминалов.

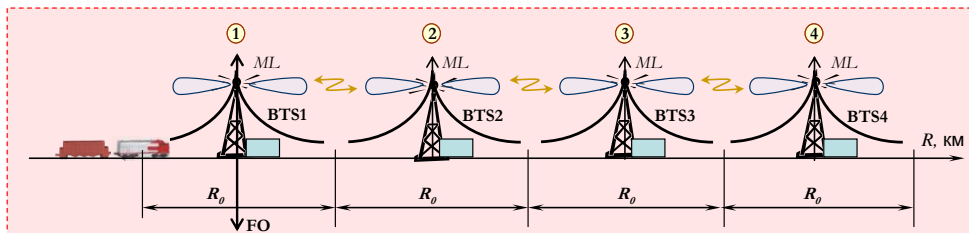
# Принципы построения системы сотовой связи с переносом ёмкости

Стандартная система сотовой связи

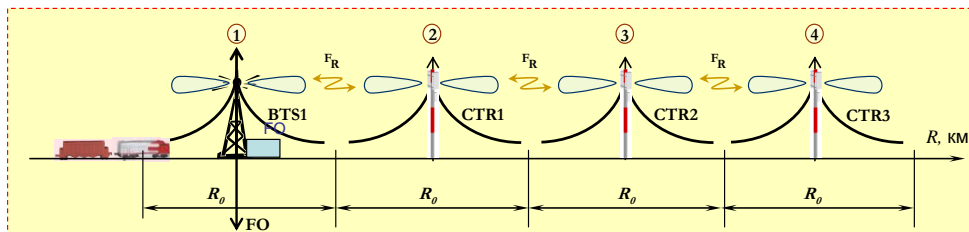
Линейная схема сети сотовой связи



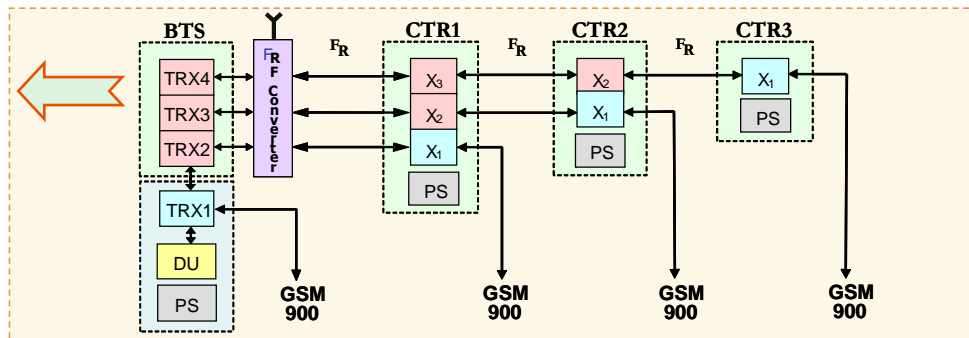
4 базовые станции (BTS)



Система сотовой связи с переносом ёмкости



1 базовая станция и 3 CTR



- CTR - Capacity Transfer Radio
- FO - Fiber-Optic (BOAC)
- RC - RF convertor

Схемы сетей сотовой связи для населённых пунктов

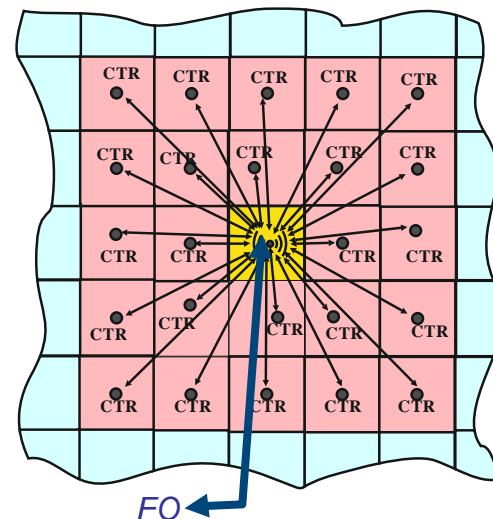
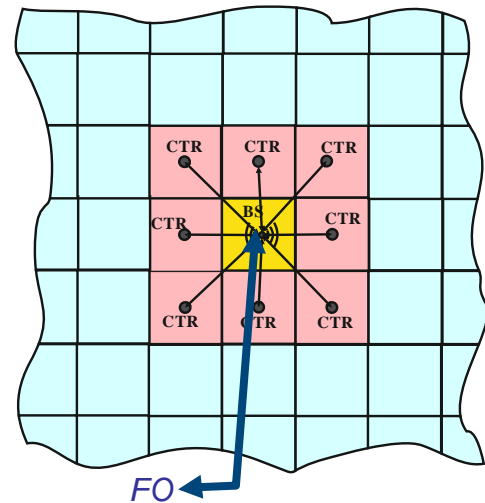
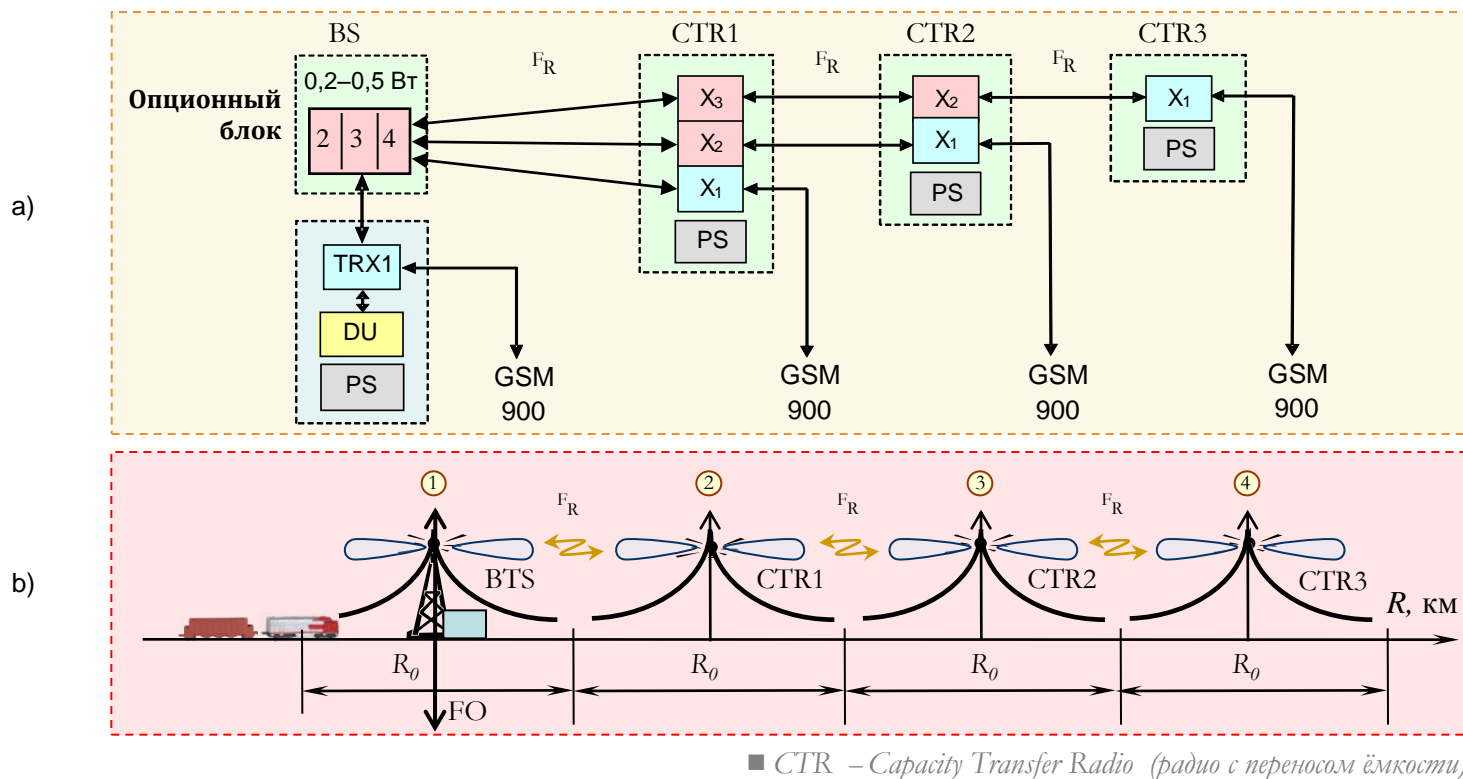


Схема переноса ёмкости применима для любых стандартов сотовой связи (GSM, UMTS, LTE, 5G, и т.д.). Оборудование систем сотовой связи с переносом ёмкости (CTR) совместимо с базовыми станциями любых производителей (Ericsson, Nokia, Huawei, ZTE, и т.д.).

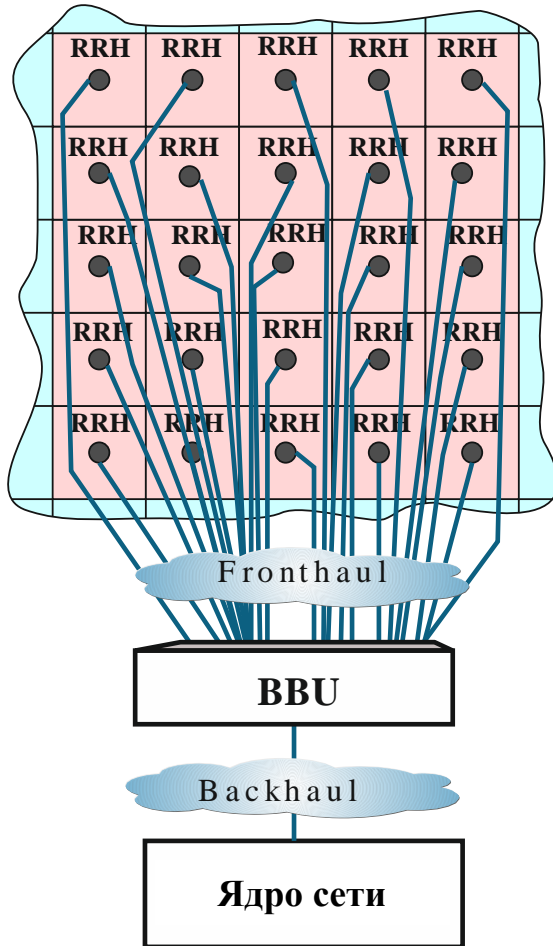
# Система сотовой связи с переносом канальной ёмкости и опционным блоком на базовой станции



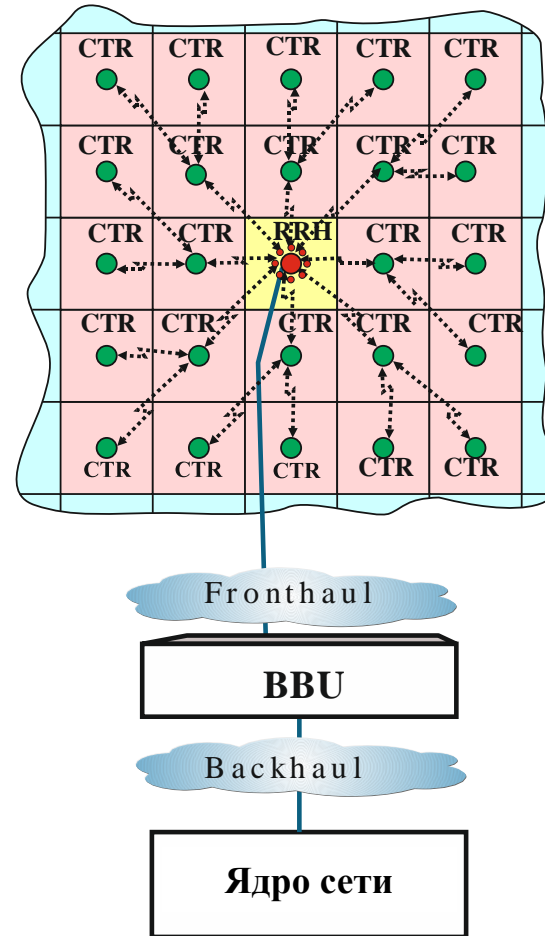
Оptionный блок в опорной базовой станции заменяет приёмопередатчики стандартной базовой станции (TRX), мощностью 20–40 Вт, на маломощные (0,2–0,5 Вт). Применение optionного блока исключает необходимость использования радиочастотного конвертора RC и радиорелейной линии (РРЛ) – он формирует сигнал сотовой связи на частотах ретрансляции (например, 6-20 ГГц). В результате, стоимость опорной базовой станции с optionным блоком и её энергопотребление значительно ниже, чем в предыдущей версии схемы переноса ёмкости, использующей стандартную базовую станцию со стандартными приёмопередатчиками мощностью 20-40 Вт.

# C-RAN система сотовой связи с переносом ёмкости

Стандартная система сотовой связи



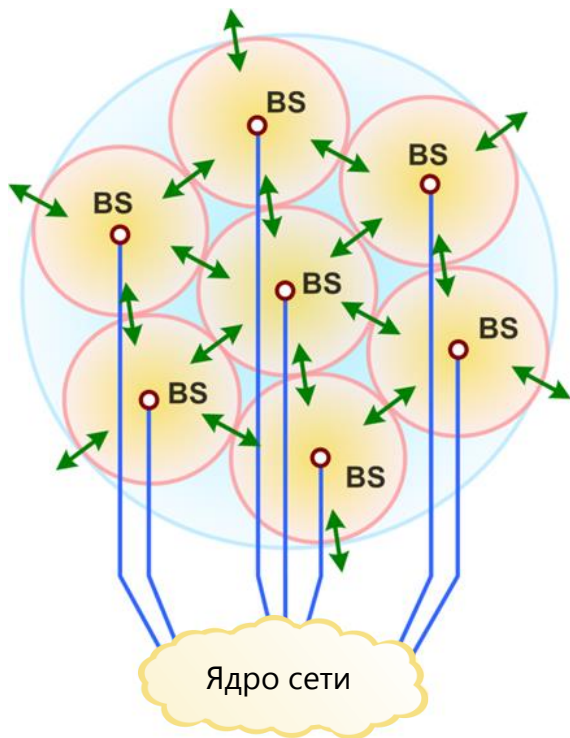
Система сотовой связи с переносом ёмкости (CTR)



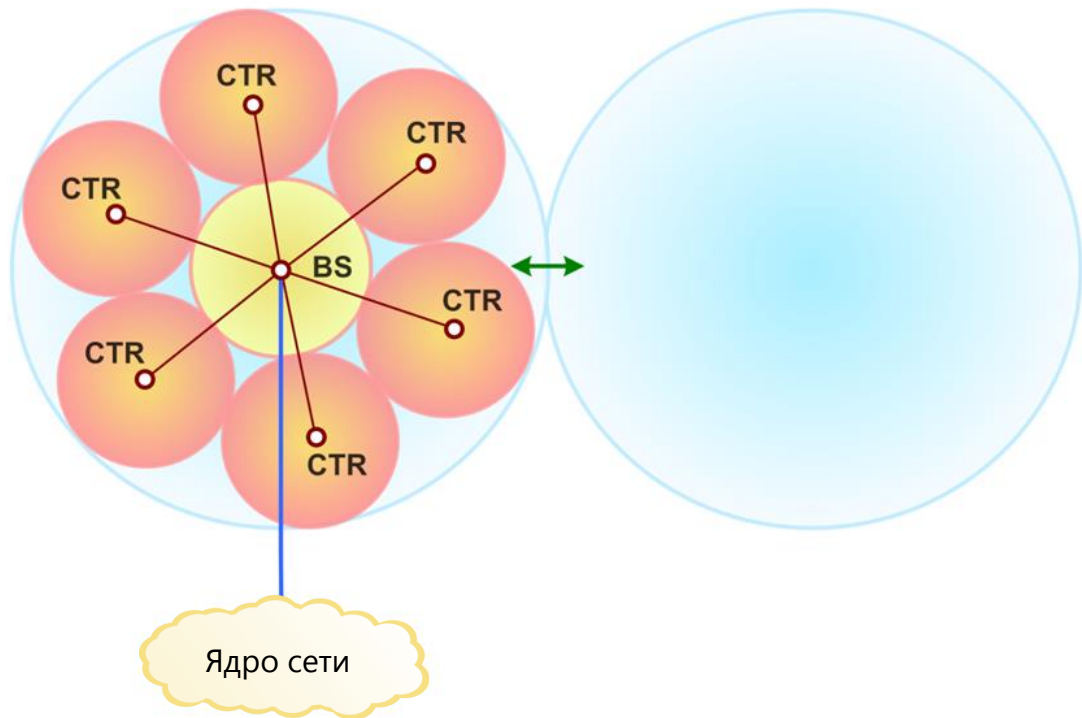
Количество fronthaul-оптоволоконных линий связи сокращается в  $N$  раз, где  $N$  – количество сайтов в схеме связи (в представленном случае – в 25 раз).

# Сокращение количества межсотовых хэндоверов и транспортных каналов (ВОЛС, РРЛ) в городских условиях

Стандартная система сотовой связи



Система сотовой связи с переносом ёмкости (CTR)



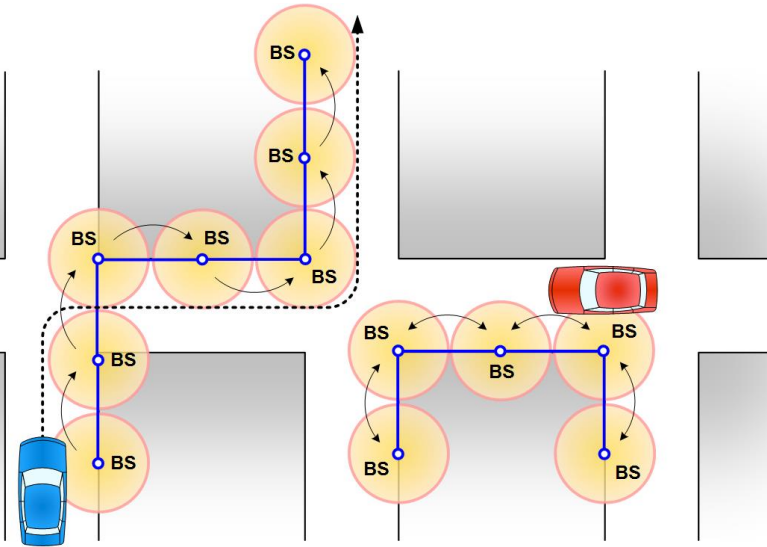
↔ – направления хэндоверов

В городских условиях, где радиус сот составляет 100-400 м, качество связи в значительной степени определяется количеством хэндоверов. Использование технологии переноса ёмкости в представленной схеме с CTR сокращает количество межсотовых хэндоверов в 18 раз, а площадь зоны хэндовера уменьшается в 36 раз.

# Топология системы сотовой связи с переносом ёмкости (1/2)

Стандартная система сотовой связи

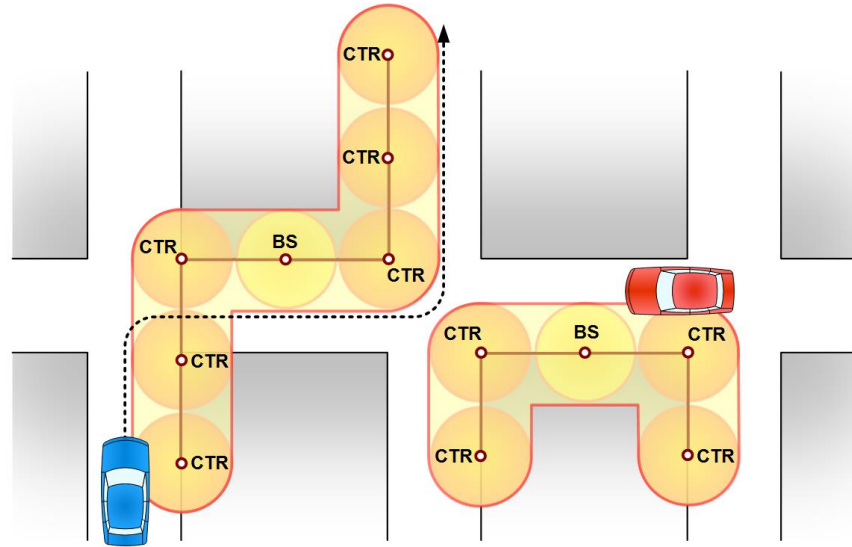
7 базовых станций (BS)



5 базовых станций (BS)

Система сотовой связи с переносом ёмкости (CTR)

1 базовая станция (BS) + 6 CTR



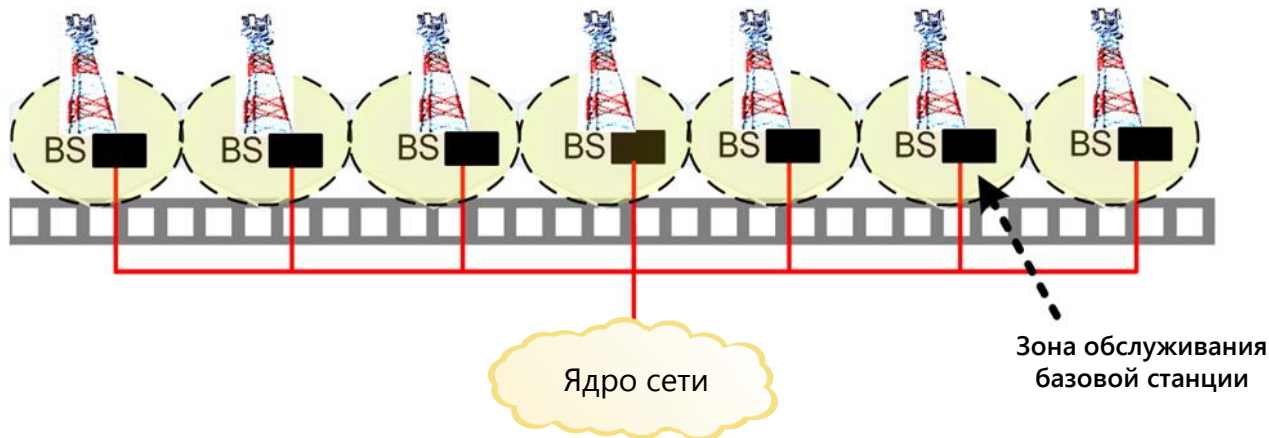
1 базовая станция (BS) + 4 CTR

Система сотовой связи с переносом ёмкости открывает возможность использования гибкой топологии сети на основе последовательного соединения CTR друг с другом и с базовой станцией, обеспечивая сокращение числа прерываний связи, улучшение качества обслуживания, а также обеспечивая связь в зданиях, туннелях и подземных сооружениях без хэндовера с наземной сетью.

# Топология системы сотовой связи с переносом ёмкости (2/2)

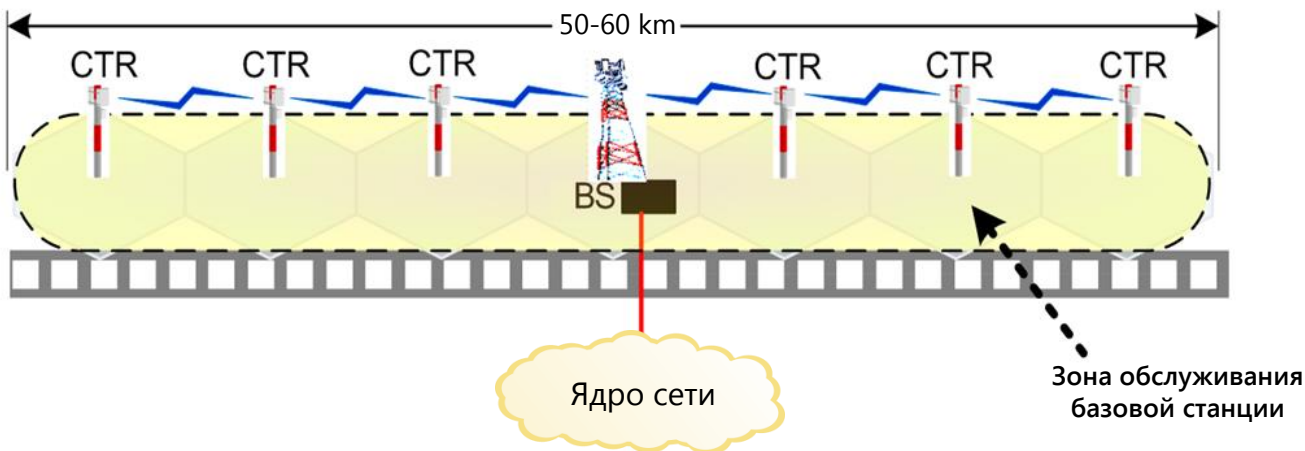
7 базовых станций (BS) + 6 участков ВОЛС/РРЛ

Стандартная  
система сотовой  
связи



1 базовая станция (BS) + 6 CTR

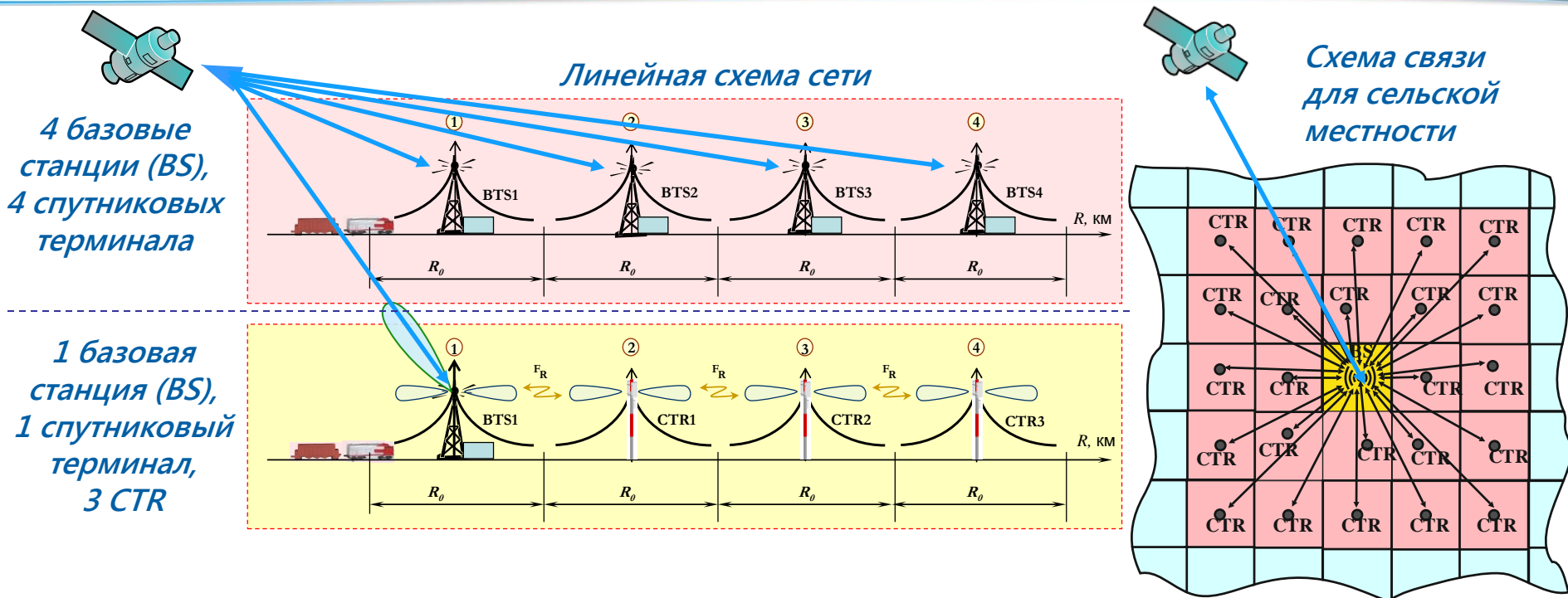
Система сотовой  
связи с переносом  
ёмкости (CTR)



Замена стандартного подключения каждой базовой станции к ядру сети по оптоволоконной линии связи на схему связи с CTR, с подключением опорной базовой станции к CTR по каналу ретрансляции, значительно сокращает количество межсотовых хэндоверов, повышая надёжность и качество связи.



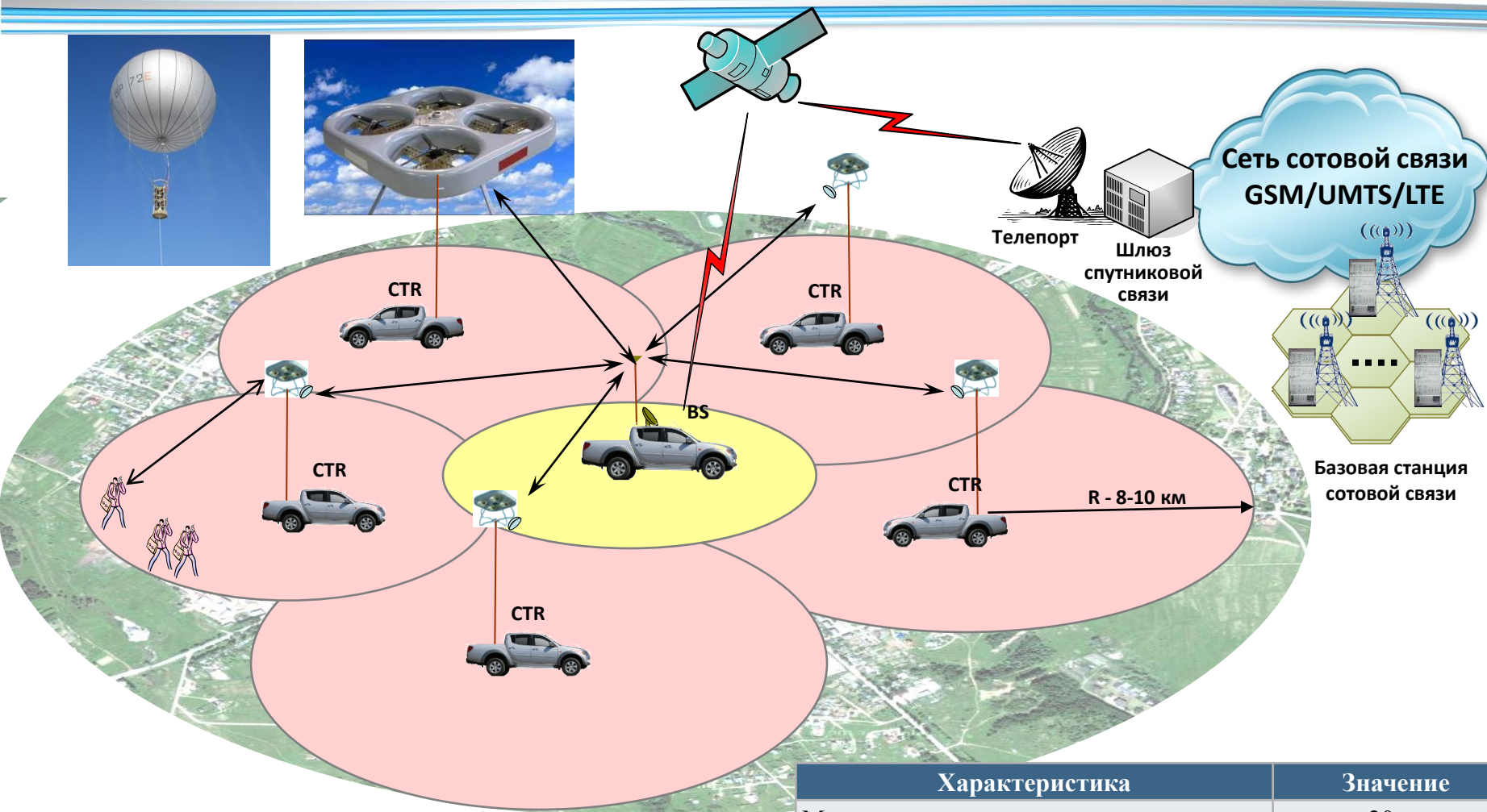
# Интегрированная система спутниковой и сотовой связи с переносом ёмкости



Интегрированная система позволяет значительно снизить требования к бортовому оборудованию системы спутниковой связи благодаря использованию наземных следящих антенных систем с узкой диаграммой направленности (с большим коэффициентом усиления), объединённых с опорной базовой станцией системы сотовой связи с переносом ёмкости.

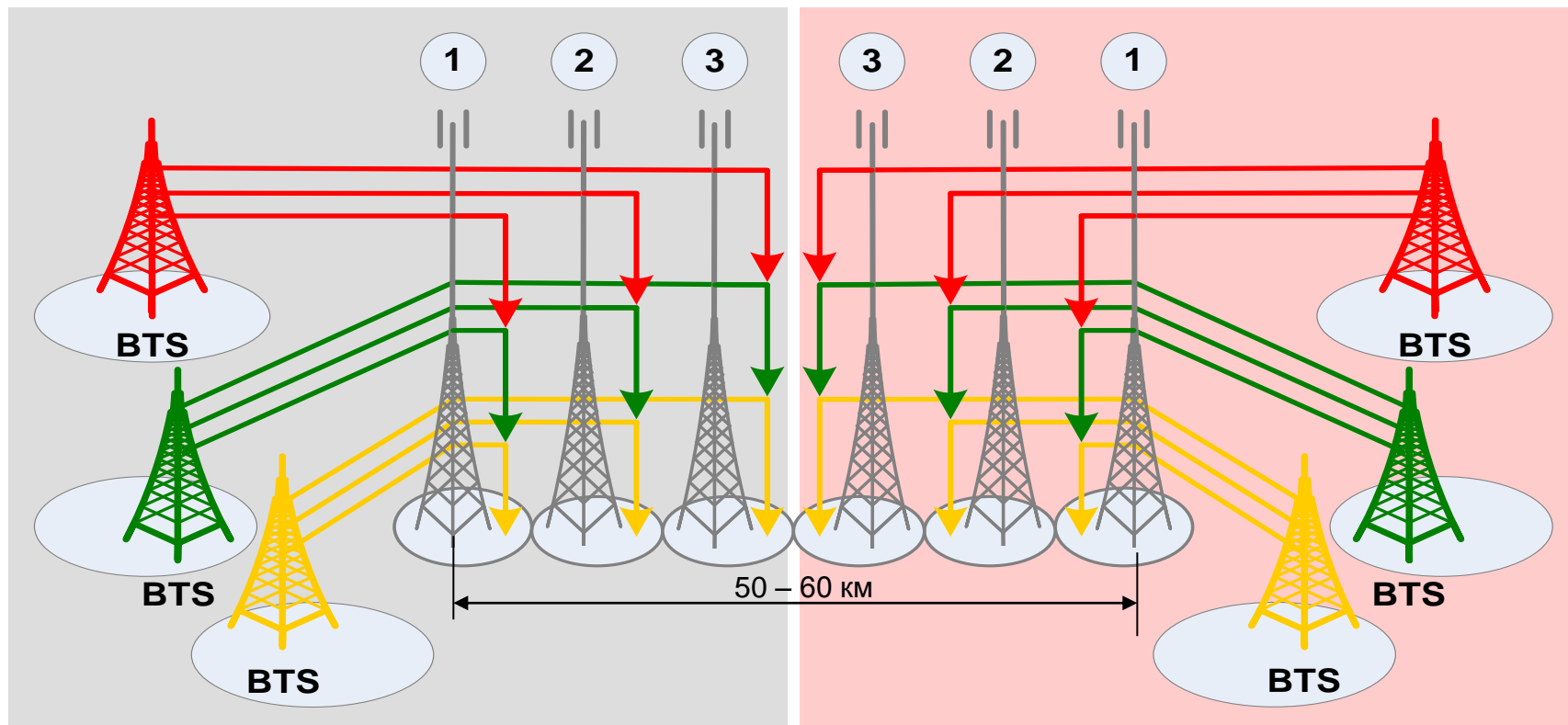
- Обеспечивает связь с сотовыми абонентами в зданиях,
- Локальный трафик абонентов сотовой связи остаётся в кластере опорной базовой станции сотовой связи,
- Возможно использование недорогих терминалов сотовой связи.

# Системы сотовой связи с переносом ёмкости для создания локальных зон связи в чрезвычайных ситуациях



Характеристика	Значение
Макс. полезная нагрузка	20 кг
Макс. высота подъёма	100 м
Время подъёма на высоту 100 м	30 с
Габариты (д*ш*в)	1,6*1,6*0,2 м
Время полёта	Неограниченное

# Применение системы сотовой связи с переносом ёмкости одновременно несколькими операторами (RAN Sharing)



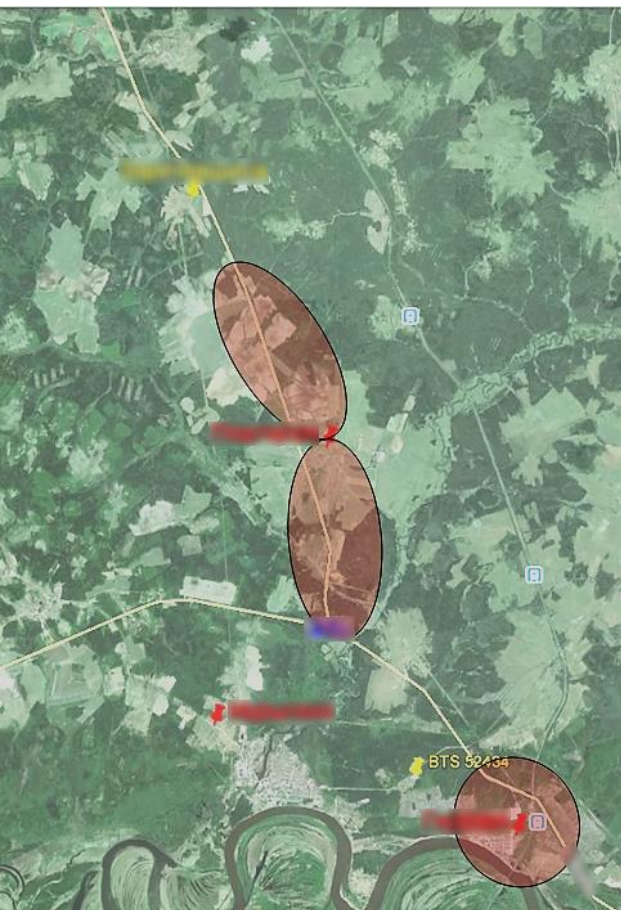
Совместимость оборудования системы сотовой связи с переносом канальной ёмкости с базовыми станциями любого производителя позволяет одновременно обслуживать абонентов нескольких операторов. Для каждого из 3-х операторов обеспечивает:

- замену 6 базовых станций и 6 радиорелейных линий (РРЛ) на 6 общих СТР;
- сокращение количества башен и сайтов в 3 раза;
- снижение энергопотребления на сайт в 5-7 раз;
- возможность использования облегчённых мачт;
- значительное ускорение строительства сетей.

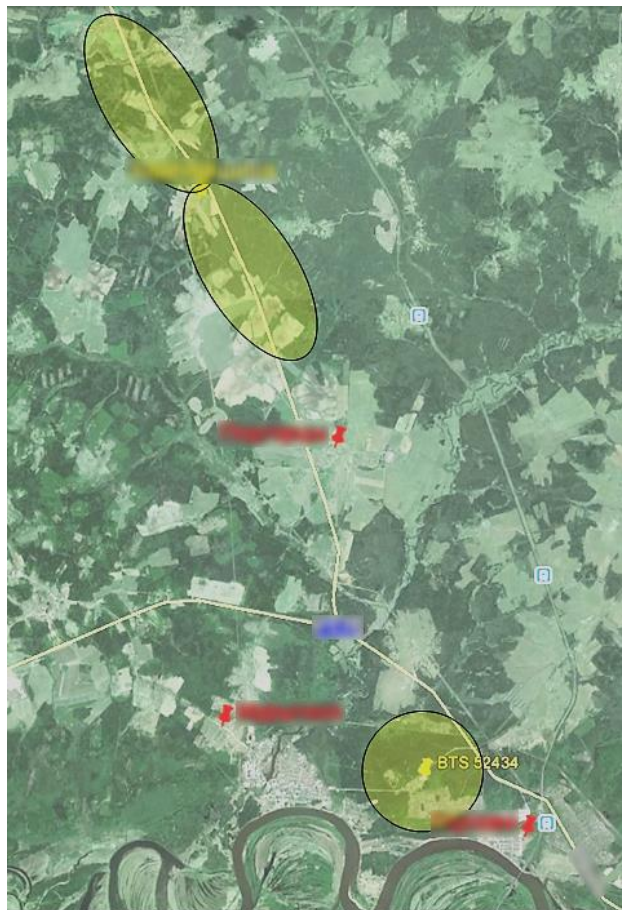
# Схема совместной опытной зоны RAN Sharing (Операторы «А» и «В»)

Применение CTR для обеспечения непрерывного покрытия автомобильной трассы двумя операторами

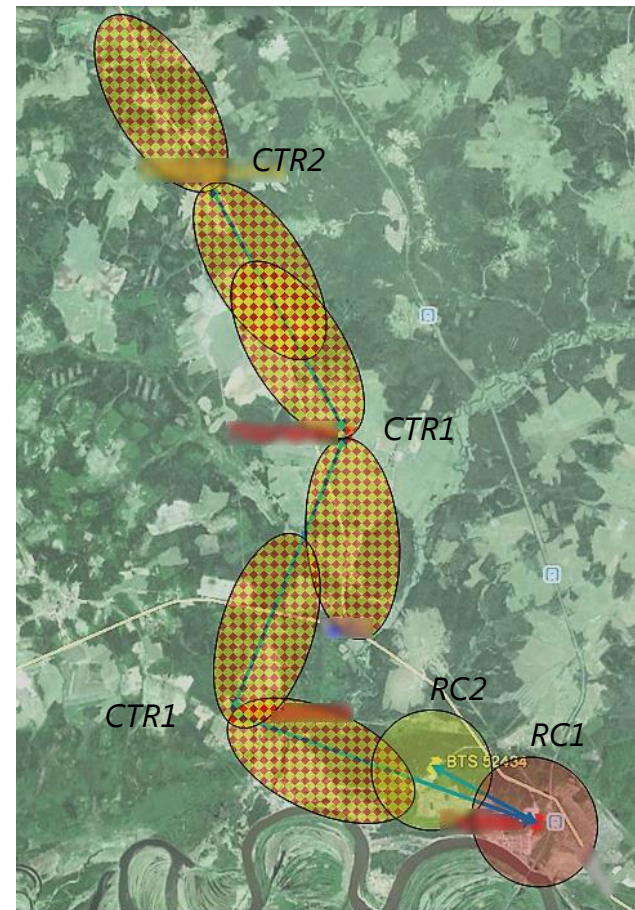
Оператор «А»



Оператор «В»





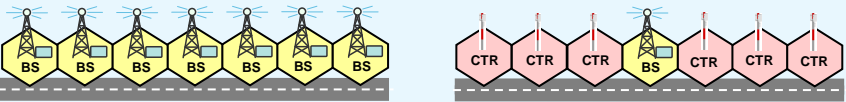


RAN Sharing



Установка CTR, общих для 2-х операторов, с использованием одних башен для всех операторов позволяет сократить применение стандартных базовых станций и обеспечить многократное расширение зон покрытия и ёмкости сети.

■ RC – Radiofrequency Converter (радиочастотный конвертор)

# Эффективность применения системы сотовой связи с переносом ёмкости для различных схем связи

Схема связи		Сокращение затрат (BS / CTR) для участка сети		RAN Sharing Число операторов	Сокращение затрат (BS/ CTR) для участка сети, для каждого оператора	
На основе BS	На основе CTR	Оборудование	Электроэнергия		Оборудование	Электроэнергия
<b>Линейная 3 сайта</b> 		2,0	2,3	2	3,4	2,6
				3	3,8	2,6
<b>Линейная 5 сайтов</b> 		2,4	3,1	2	4,1	3,6
				3	4,5	3,6
<b>Линейная 7 сайтов</b> 		2,6	3,6	2	4,4	4,2
				3	4,8	4,2
<b>Прямоугольная 9 сайтов</b> 		2,2	4,0	2	5,0	5,1
				3	5,5	5,1
<b>Прямоугольная 25 сайтов</b> 		2,4	5,2	2	5,6	7,0
				3	6,1	7,0

# Результаты испытаний системы сотовой связи с переносом ёмкости GSM 900 на коммерческой сети оператора «А»



Испытания показали, что характеристики участка сети GSM, построенного на основе CTR, не уступают характеристикам участка сети, построенного на основе стандартных базовых станций, как в части обеспечиваемого покрытия, так и в части качества обслуживания.

Энергопотребление радиочастотного конвертора РС не превышает **100 Вт**, а энергопотребление CTR в максимальной конфигурации (6 частотных каналов) не превышает **320 Вт**.

# Испытания системы сотовой связи с переносом ёмкости GSM 900

Шестиканальный CTR на мачте оператора «А» в г. Киров



Энергопотребление 320 W

Энергопотребление 180 Вт



Шестиканальный CTR GSM 900



Трёхсекторный CTR  
UMTS или LTE



Общий вид сайта BTS  
энергопотребление около 5 кВт



Общий вид сайта CTR  
энергопотребление до 320 Вт

# ITU-T

TELECOMMUNICATION  
STANDARDIZATION SECTOR  
OF ITU

# L.1700

(06/2016)

SERIES L: ENVIRONMENT AND ICTS, CLIMATE CHANGE, E-WASTE, ENERGY EFFICIENCY; CONSTRUCTION, INSTALLATION AND PROTECTION OF CABLES AND OTHER ELEMENTS OF OUTSIDE PLANT

**Requirements and framework for low-cost sustainable telecommunications infrastructure for rural communications in developing countries**

# ITU-T

TELECOMMUNICATION  
STANDARDIZATION SECTOR  
OF ITU

# Series L

Supplement 30  
(10/2016)

SERIES L: ENVIRONMENT AND ICTS, CLIMATE CHANGE, E-WASTE, ENERGY EFFICIENCY; CONSTRUCTION, INSTALLATION AND PROTECTION OF CABLES AND OTHER ELEMENTS OF OUTSIDE PLANT

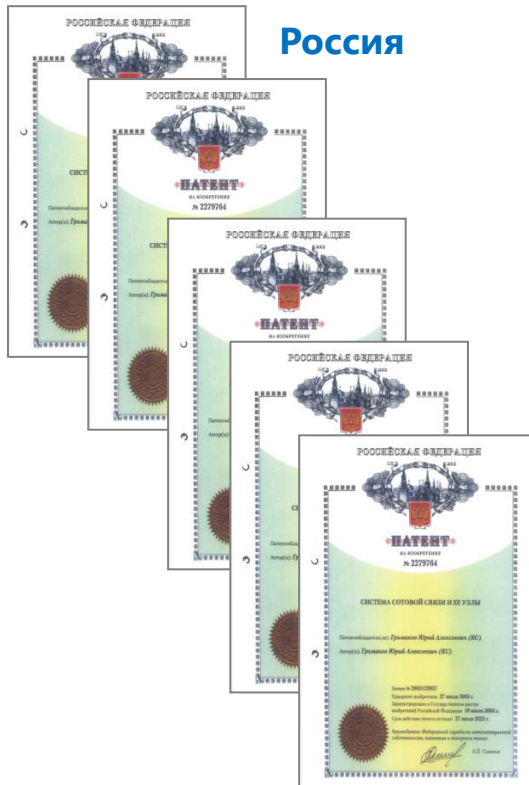
**ITU-T L.1700 – Setting up a low-cost sustainable telecommunication network for rural communications in developing countries using cellular network with capacity transfer**

ITU-T L-series Recommendations – Supplement 30



# Рекомендация ITU-T L.1700 Приложение 30 и патенты на изобретения

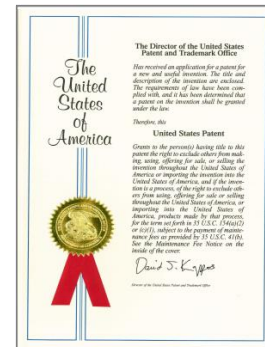
## Россия



## Европа



## США



## Индия



## Китай



## Украина

