



Технология 5G и ее влияние на операторов проводного ШПД

Презентация на КПКИ

Аналитический хаб

10 Июля 2019

INVESTMENT RESEARCH

Используемые термины



LTE (Long Term Evolution) – одна из технологий 4G, получившая наибольшее распространение в мире

eMBB (enhanced Mobile Broadband) – “улучшенный мобильный широкополосный доступ”, сценарий применения сети 5G для пользователей смартфонов и других абонентов, основная потребность которых – быстрая скорость соединения

URLLC (Ultra-reliable low-latency communication) – сценарий применения сети 5G, ультра надежная связь для беспилотных автомобилей

eMTC (enhanced Machine-Type Communication) – сценарий применения сети 5G для подключения большого числа устройств IoT (Internet of Things)

NSA (Non Stand Alone) – режим работа сети 5G, в которой управление идет через сеть 4G

SA (Stand Alone) – режим работы сети 5G, в котором она независима от сети 4G

Downlink – поток данных к абоненту от базовой станции

Uplink – поток данных от абонента к базовой станции

3GPP (3rd Generation Partnership Project) — консорциум, разрабатывающий спецификации для мобильной телефонии. Создан в 1998 г.

ITU (International Telecommunication Union) - международный союз электросвязи, международная организация, определяющая рекомендации в области телекоммуникаций и радио, а также регулирующая вопросы международного использования радиочастот. Основан как Международный телеграфный союз в 1865 году, с 1947 года является специализированным учреждением ООН

ARPU (Average Revenue Per User) – средняя выручка на пользователя в месяц

ШПД – широкополосный доступ в интернет

Резюме для руководства



Целью исследования является оценка возможного влияния со стороны технологии 5G на операторов проводного ШПД в России

Возможности технологии 5G

- 5G – принципиально новая технология мобильной связи
- Новые сценарии применения: eMBB (расширенный мобильный ШПД), URLLC (ультра надежная связь для беспилотных автомобилей), mMTC (массовая связь для устройств IoT)
- 5G – основное направление развитие телекоммуникаций, в течение 5-10 лет она позволит внедрить новые бизнес-кейсы, которые были недоступны ранее
- Внедрение 5G требует больших инвестиций при ограниченных бюджетах операторов. Внедрение всех возможностей и сценариев использования займет 5-10 лет
- В первые годы сети 5G будут использовать существующие сети 4G
- По оценкам GSMA Intelligence, в 2025 году в Европе 29% мобильных интернет-подключений будет по технологии 5G, в СНГ - 12%
- **В России, в случае выделения необходимого спектра, операторы в следующие 3 года выберут стратегию точечной установки базовых станций 5G в крупных городах в локациях с наибольшим трафиком.** Такие локации обычно находятся вне спальных районов, где расположен основной рынок проводного ШПД
- В первые годы внедрения операторы фокусируются на сценарии eMBB

Беспроводной фиксированный ШПД

- Технология подключения домов к интернету через мобильную сеть 5G (FWA - Fixed Wireless Access) разработана
- 5G FWA является дорогой и планируется к применению в тех случаях, когда отсутствует проводное подключение достаточной скорости
- Ее рынок – это районы одноэтажной застройки и страны с низким уровнем оптоволоконного подключения

Возможный риск для операторов проводного ШПД в России

- В России на 2018 г. относительно высокий уровень проникновения оптоволоконных подключений (35%)
- В настоящий момент 5G FWA обладает существенными конкурентными недостатками по сравнению с проводным ШПД
- Операторам на настоящий момент не интересно массовое предложение 5G FWA
- По мере удешевления 5G FWA может составить конкуренцию проводному ШПД. Мы ожидаем такую возможность через 5 лет после начала внедрения 5G в России
- Для оценки возможной конкуренции мы построили модель для оценки внедрения 5G и ее влияния на операторов ШПД
- Оценка потерь выручки составляет до 5-10% к 2030 году, что не является существенной угрозой на таком горизонте

Предлагаем пересмотреть стратегию работы с телекоммуникационными компаниями через год после выделения в России частот для 5G и начала внедрения 5G

Для исследования были проведены интервью с операторами и поставщиками оборудования 5G



Мобильные операторы РФ

- МТС
- ВымпелКом

Операторы проводного связи РФ

- Эр-Телеком
- Ростелеком
- ГК Фрештел (группа Ростелеком)

Huawei и его клиенты

Москва

- Презентация по технологии 5G в Москве

Шеньжень

- Посещение Выставки технологий Huawei в Шеньжень
- Презентация по технологии 5G в Шеньжень

Ханчжоу

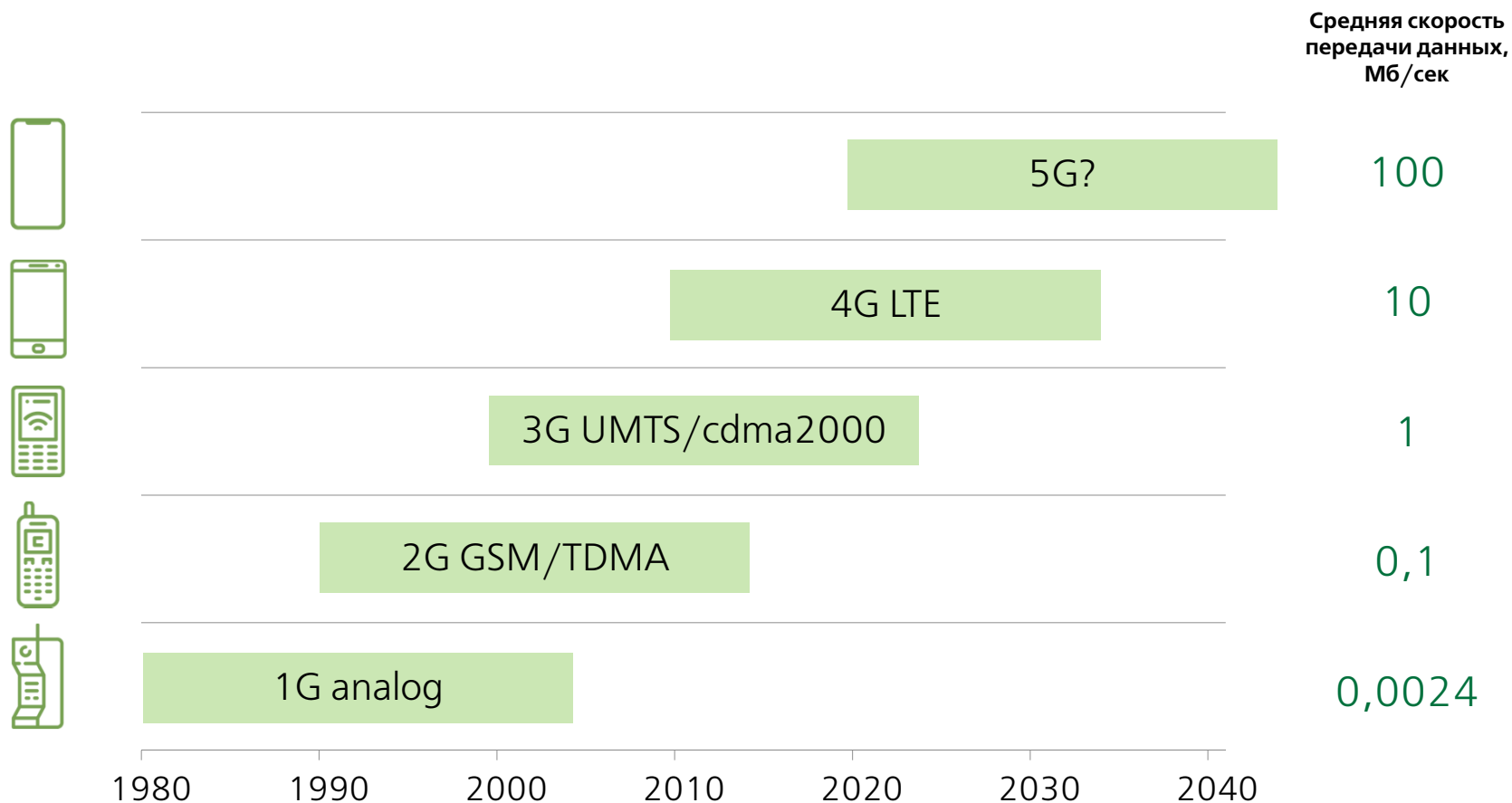
- Посещение офиса China Mobile в Ханчжоу с примерами применения 5G
- Посещение технических помещений China Mobile в Ханчжоу с оборудованием 2G-5G
- Посещение ритейл точки China Mobile в Ханчжоу с демонстрацией телефона 5G, подключенного к тестовой сети

Ericsson

- Презентация по технологии 5G в Москве
- Посещение Центра инноваций Ericsson в Москве (открыт в мае 2019) с оборудованием 2G-5G и IoT

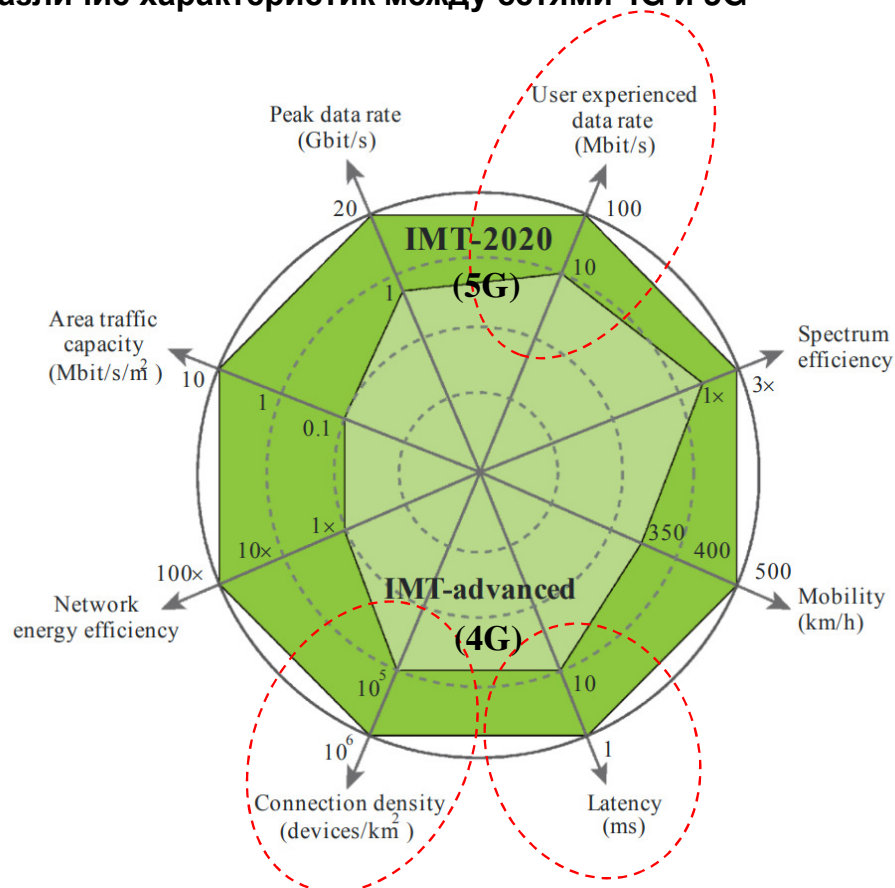
Возможности технологии 5G

Стандарты (поколения) мобильной связи меняются раз в 10 лет, на каждом шаге скорость растет в ~10 раз

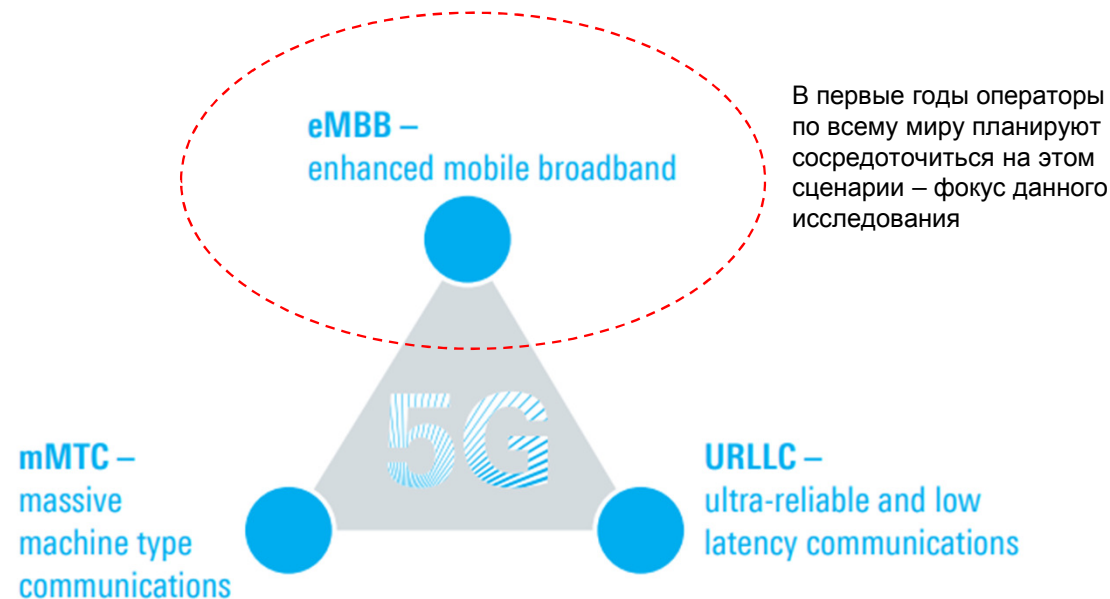


Стандарты 5G предполагают увеличение скоростей в ~10 раз и добавление сценариев для IoT и беспилотных автомобилей

Различие характеристик между сетями 4G и 5G



Основные сценарии применения технологии 5G



В первые годы операторы по всему миру планируют сосредоточиться на этом сценарии – фокус данного исследования

Источник: Recommendation ITU-R M.2083-0
 Примечание: IMT-2020 – стандарт 5G, IMT-advanced – стандарт LTE Advanced

Стандарт 5G предусматривает скорость 50 Гбит/с в обычной городской застройке и 300 Гбит/с в плотной



Требования спецификации 5G для сценариев с высокими скоростями данных

	Scenario	Experienced data rate (DL)	Experienced data rate (UL)	Area traffic capacity (DL)	Area traffic capacity (UL)	Overall user density	Activity factor	UE speed	Coverage
1	Urban macro	50 Mbps	25 Mbps	100 Gbps/km ² (note 4)	50 Gbps/km ² (note 4)	10 000/km ²	20%	Pedestrians and users in vehicles (up to 120 km/h)	Full network (note 1)
2	Rural macro	50 Mbps	25 Mbps	1 Gbps/km ² (note 4)	500 Mbps/km ² (note 4)	100/km ²	20%	Pedestrians and users in vehicles (up to 120 km/h)	Full network (note 1)
3	Indoor hotspot	1 Gbps	500 Mbps	15 Tbps/km ²	2 Tbps/km ²	250 000/km ²	note 2	Pedestrians	Office and residential (note 2) (note 3)
4	Broadband access in a crowd	25 Mbps	50 Mbps	[3,75] Tbps/km ²	[7,5] Tbps/km ²	[500 000]/km ²	30%	Pedestrians	Confined area
5	Dense urban	300 Mbps	50 Mbps	750 Gbps/km ² (note 4)	125 Gbps/km ² (note 4)	25 000/km ²	10%	Pedestrians and users in vehicles (up to 60 km/h)	Downtown (note 1)
6	Broadcast-like services	Maximum 200 Mbps (per TV channel)	N/A or modest (e.g., 500 kbps per user)	N/A	N/A	[15] TV channels of [20 Mbps] on one carrier	N/A	Stationary users, pedestrians and users in vehicles (up to 500 km/h)	Full network (note 1)
7	High-speed train	50 Mbps	25 Mbps	15 Gbps/train	7,5 Gbps/train	1 000/train	30%	Users in trains (up to 500 km/h)	Along railways (note 1)
8	High-speed vehicle	50 Mbps	25 Mbps	[100] Gbps/km ²	[50] Gbps/km ²	4 000/km ²	50%	Users in vehicles (up to 250 km/h)	Along roads (note 1)
9	Airplanes connectivity	15 Mbps	7,5 Mbps	1,2 Gbps/plane	600 Mbps/plane	400/plane	20%	Users in airplanes (up to 1 000 km/h)	(note 1)

NOTE 1: For users in vehicles, the UE can be connected to the network directly, or via an on-board moving base station.

NOTE 2: A certain traffic mix is assumed; only some users use services that require the highest data rates [2].

NOTE 3: For interactive audio and video services, for example, virtual meetings, the required two-way end-to-end latency (UL and DL) is 2-4 ms while the corresponding experienced data rate needs to be up to 8K 3D video [300 Mbps] in uplink and downlink.

NOTE 4: These values are derived based on overall user density. Detailed information can be found in [10].

NOTE 5: All the values in this table are targeted values and not strict requirements.

Рост пропускной способности 5G в сравнении с 4G достигается в основном расширением полосы используемого спектра



Сравнение ключевых характеристик основных частотных диапазонов для развертывания 5G

Используемый спектр	< 1ГГц	1-6 ГГц (~C-Band)	25-39 ГГц (~mmWave)
Часто используемые диапазоны частот	600-900МГц	3,4-3,8ГГц; 2,0-2,6ГГц	25, 28, 39 ГГц
Ширина доступных полос	~20 МГц	50-100 МГц	>400 МГц
Преимущества	Большая площадь покрытия	Эффективная площадь покрытия в городской застройке. Более широкая полоса спектра - более высокая скорость	Наибольшая скорость и покрытие большого количества сконцентрированных пользователей за счет широкой полосы спектра
Недостатки	Узкая полоса спектра - невысокая скорость	Ограничения по количеству одновременных пользователей в густонаселенных местах	Маленькая площадь покрытия, высокая плотность установки базовых станций
Применение	Покрытие в сельской местности с невысокой скоростью (Rural)	Основное покрытие городов для смартфонов (Urban macro)	(1) Покрытие большого количества пользователей на ограниченной территории (крупные офисы, деловые районы, ТЦ) (Dense urban), а также (2) FWA с абонентами в прямой видимости

Источник: СМИ и данные операторов связи

- Расширение полосы используемого спектра на более высокой частоте позволяет реализовать обещанные скорости в сети 5G
- При этом использование более высокой частоты спектра ведет к более плотной установке базовых станций и росту затрат на строительство сети

Спектр частот в диапазоне 3,4-3,8 ГГц – наиболее используемый в мире для коммерческих запусков сетей 5G

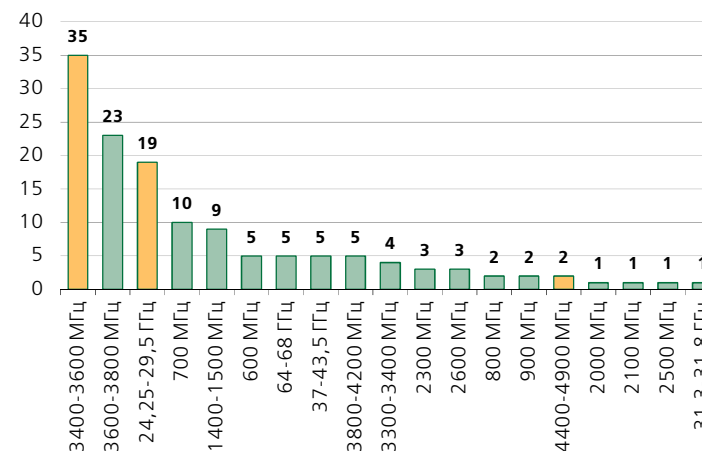


Коммерческие запуски сетей 5G по состоянию на 24 мая 2019г.

Страна	Оператор	Дата запуска	Использованный спектр	Ширина полосы
Австралия	Telstra	2018 г.	3,6 ГГц	125 МГц
Австралия	Optus	январь 2019 г.	3,6 ГГц	100 МГц
Бахрейн	Viva	февраль 2019 г.	3,5 ГГц	90 МГц
Эстония	Elisa	январь 2019 г.	3,4-3,8 ГГц	100 МГц
Финляндия	Elisa	январь 2019 г.	3,4-3,8 ГГц	130 МГц
Кувейт	Ooredoo	июнь 2018г.	3,5 ГГц	100 МГц
Лесото (Африка)	Vodacom	август 2018г.	3,5 ГГц	101 МГц
Польша	T Mobile	декабрь 2018г.	3,5 ГГц	102 МГц
Катар	Ooredoo	май 2018г.	3,5 ГГц	100 МГц
Катар	Vodafone	август 2018г.	3,5 ГГц	100 МГц
Румыния	Vodafone	май 2019г.	нет данных	40 МГц
ЮАР	RAIN	февраль 2019 г.	3,6 ГГц	100 МГц
Южная Корея	KT	апрель 2019г.	3,5 ГГц	100 МГц
Южная Корея	LG U+	апрель 2019г.	3,5 ГГц	80 МГц
Южная Корея	SK Telecom	апрель 2019г.	3,5 ГГц	100 МГц
Швейцария	Sunrise	апрель 2019г.	700МГц, 3,5 ГГц	100 МГц
Швейцария	Swisscom	апрель 2019г.	3,5 ГГц	120 МГц
ОАЭ	Etisalat	сентябрь 2018г.	3,5 ГГц	100 МГц
Великобритания	BT-EE	май 2019г.	3,5 ГГц	40 МГц
США	AT&T	декабрь 2018г.	28 ГГц	100 МГц
США	Sprint	май 2019г.	2,5 ГГц	100 МГц
США	Verizon	октябрь 2018г.	28 ГГц	400 МГц

Источник: данные Hadden Telecoms Ltd, CMI

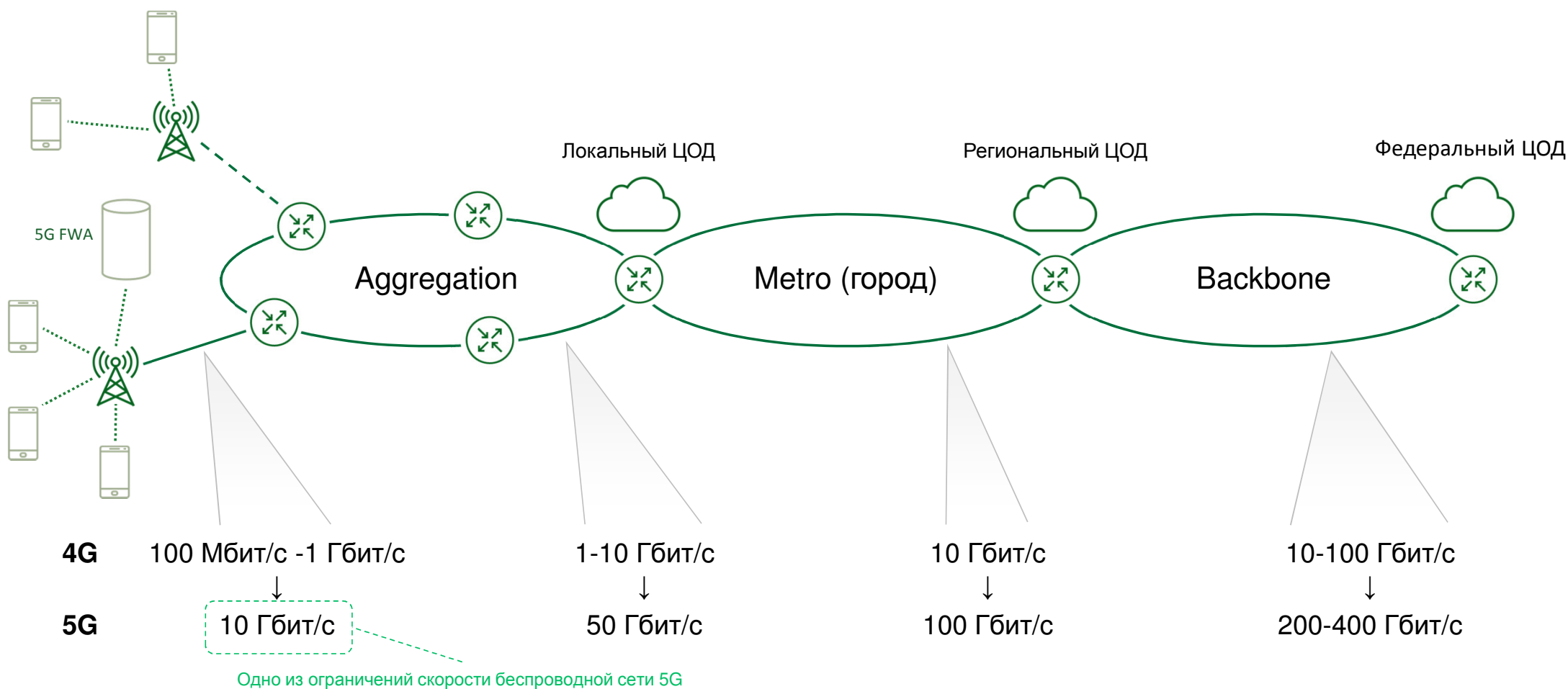
Количество стран по спектрам частот для запуска сетей 5G



Источник: GSA 5G Spectrum Report, Goldman Sachs

- В мире 35 стран планируют использовать диапазон 3,4-2,6 ГГц и еще 10 стран – диапазон 700 МГц для развертывания сетей 5-ого поколения
- По данным на май 2019г. большинство коммерческих запусков сетей 5G состоялось именно в частотном диапазоне 3,4-3,8 ГГц
- Мировой опыт показывает, что в диапазоне 3,5 ГГц в разных странах на оператора выделяют полосу спектра около 100 МГц
- В России предлагаемый Минкомсвязи спектр частот для сетей 5G находится в диапазонах 4,8-4,9 ГГц и 25,25-29,5 ГГц. Наиболее перспективный для 5G диапазон 3,4-3,8 ГГц в России требует расчистки и пока не рассматривается для выделения операторам.
- **Использование в России основного частотного диапазона вне 3,4-3,8 ГГц приведет к удорожанию оборудования, конечных устройств и ограничений по работе в роуминге**

Полный переход на 5G потребует инвестиций в рост скоростей в 5-10 раз на всех участках сети, а не только в беспроводной сети

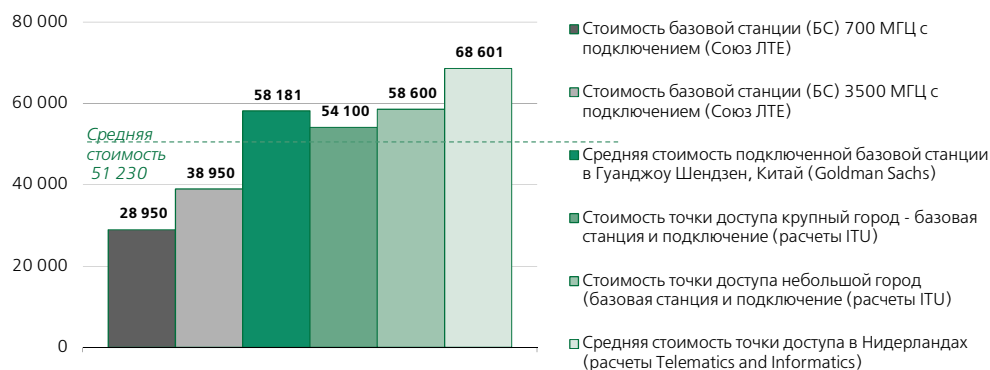


Источник: Huawei, Ericsson

Стоимость добавления в сеть базовой станции – от \$30 тыс.

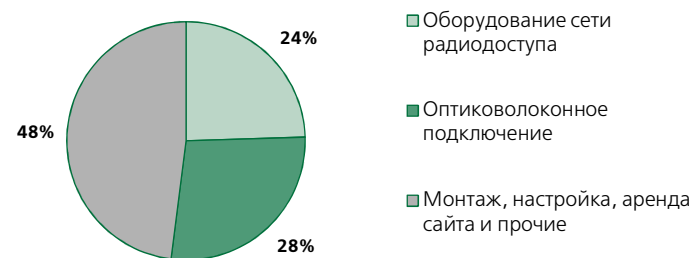


Средняя стоимость точки доступа (базовой станции с установкой и подключением) 5G в долл. США



Источник: проект Концепции 5G Союза операторов ЛТЕ, Goldman Sachs, ITU, журнал Telematics and Informatics

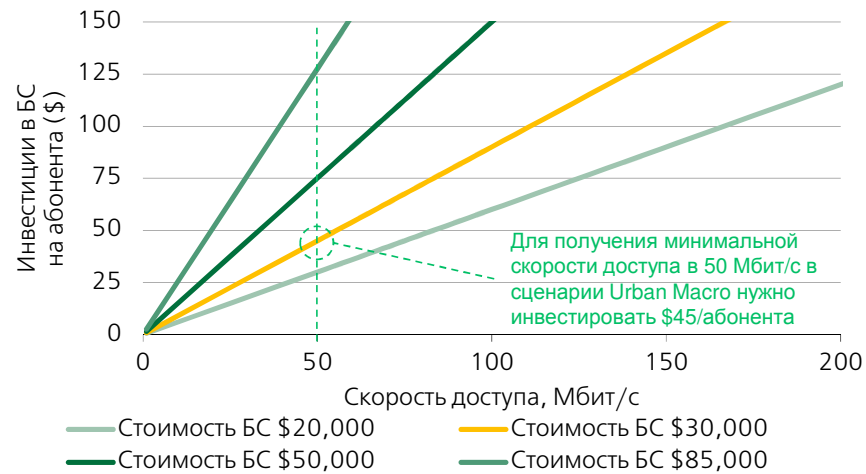
Структура стоимости точки доступа (базовой станции) 5G в развитых странах



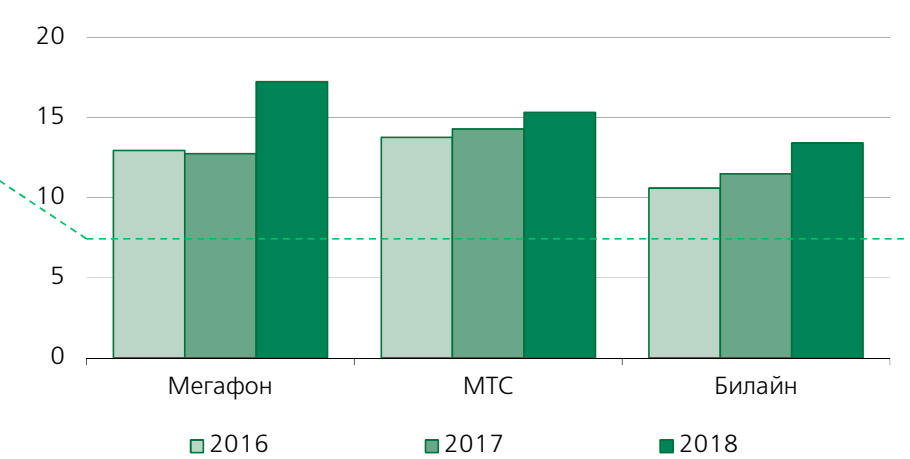
Источник: данные ITU

Сколько стоит 5G? Расчёт bottom up

Инвестиции в БС на пользователя (\$) в зависимости от минимальной скорости доступа, Мбит/с



Капитальные инвестиции на абонента операторами в РФ, долл. в год



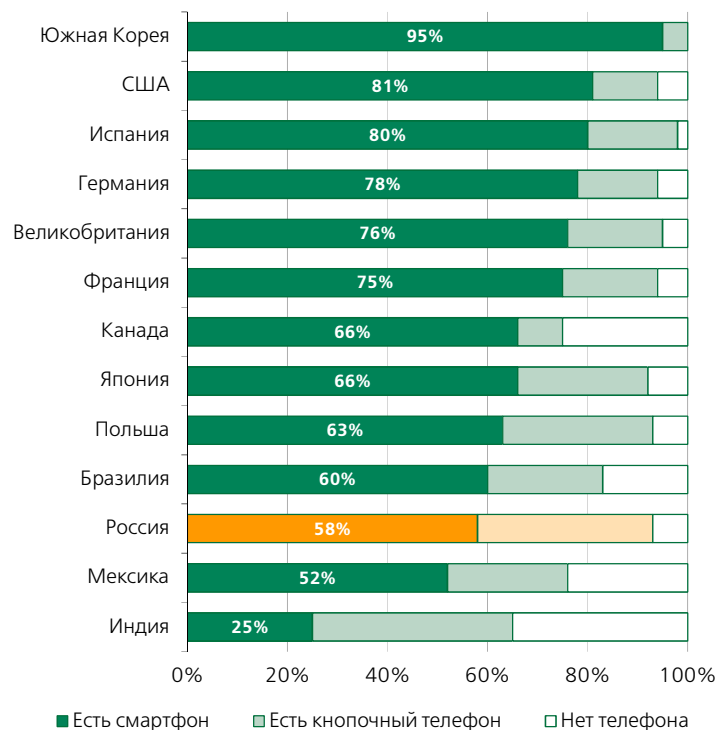
Источник: интервью с участниками рынка, Sberbank CIB Investment Research
 Примечание: скорость базовой станции предполагается в 10 Гбит/с, % активности пользователей 20%, среднее число мест пользования услугами одним абонентом 1.5

Источник: Данные компаний, Sberbank CIB Investment Research

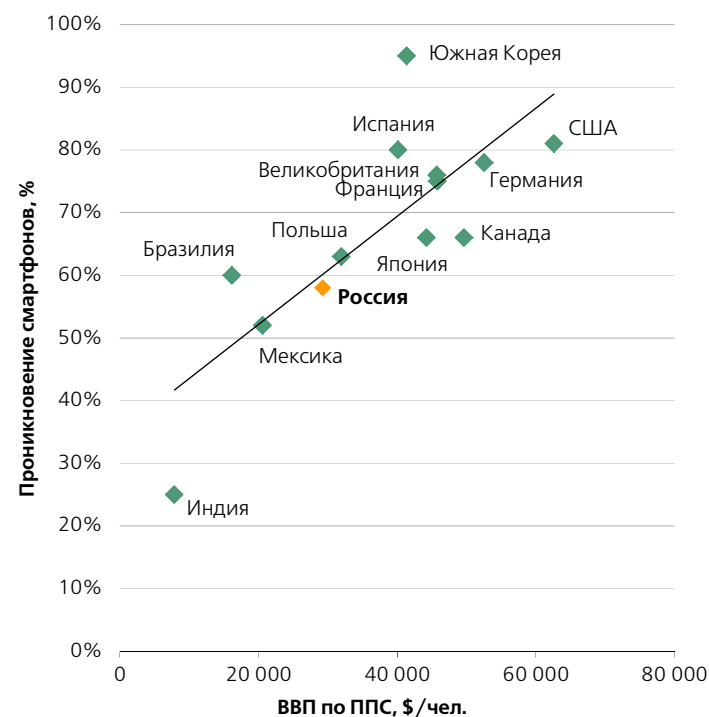
- В отдельном регионе России скорости в 50 Мбит/с на всех абонентов можно будет достичь через 6 лет. В этом расчете предполагается, что:
 - Инвестиции в 5G будут занимать 50% капитальных затрат, стоимость базовой станции \$30,000 в 2021 году
 - Остальные инвестиции пойдут в поддержку сетей 2G-3G и продолжение расширения сети LTE, которая нужна для 5G в режиме NSA
 - Транспортные сети готовы к приему нового объема трафика
- В случае необходимости инвестировать в расширение транспортных сетей необходимые капитальные затраты могут удвоиться
- 50 Мбит/с недостаточно высокая скорость через для обоснования таких продолжительных инвестиций
- Таким образом, инвестиции в 5G являются высокими для уровня ARPU в России, ожидать полного покрытия даже Москвы за 1-2 года не представляется реалистичным
- Операторы выберут стратегию точечной установки базовых станций 5G в местах наибольшего потребления трафика для достижение скоростей в 100 и более Мбит/с и совместное использование сетей 4G и 5G

Низкий уровень проникновения смартфонов в России будет сдерживать планы операторов по развертыванию 5G

Проникновение смартфонов в некоторых странах мира, 2018 г.



Связь между ВВП на человека и проникновением смартфонов, 2018 г.



Примечание: данные получены на основе опроса, показан % от взрослого населения

Источник: Pew Research Center

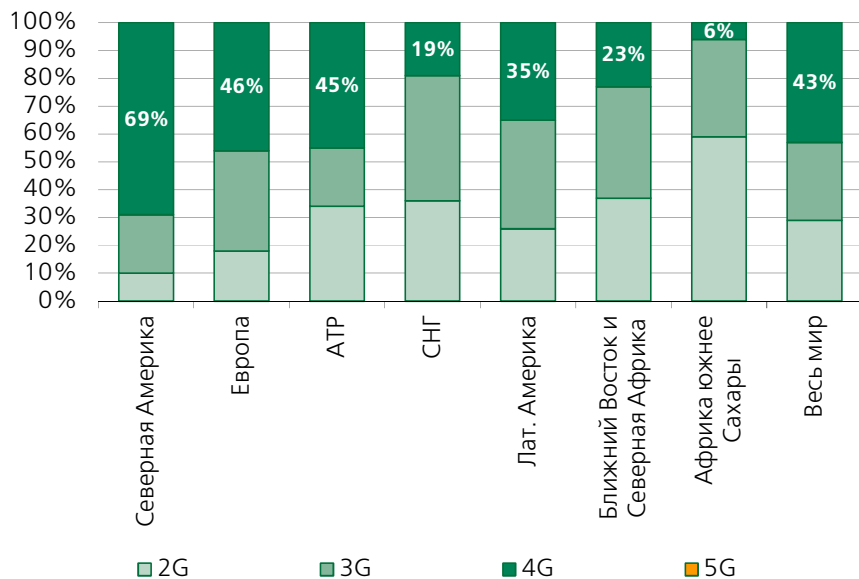
Источник: Pew Research Center, IMF

- Проникновение смартфонов в России соответствует уровню экономического развития страны
- Первые смартфоны 5G были представлены уже в 2019 г., но появление относительно дешевых версий (<\$300) потребует нескольких лет
- На основе анализа истории проникновения смартфонов, мы предполагаем, проникновение 5G смартфонов достигнет 30% только в 2023 г.
- В результате, у операторов в ближайшие годы не будет потребности в полном покрытии городов, точечного покрытия будет достаточно

Высокие капитальные затраты приведут к тому, что внедрение 5G растянется на 5 и более лет. Проникновение к 2025 году – менее 50%

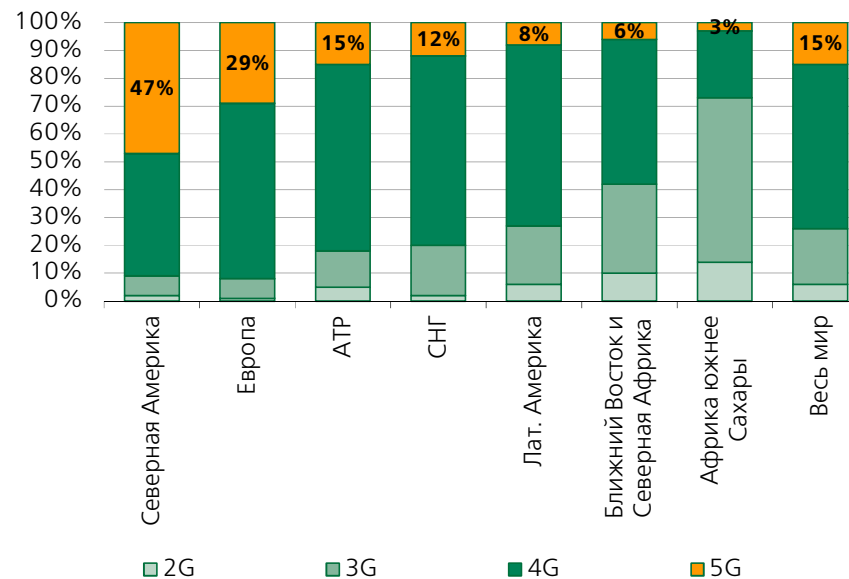


Структура мобильных интернет-подключений, 2018 г.



Примечание. Без учета подключений устройств IoT
Источник: GSMA Intelligence

Прогноз структуры мобильных интернет-подключений, 2025 г.



Примечание. Без учета подключений устройств IoT
Источник: GSMA Intelligence

- Высокие капитальные затраты и возможность использовать 5G совместно с 4G приведут к тому, что операторы сосредоточатся на точечном внедрении технологии 5G
- К 2025 году число соединений 4G все еще будет превышать число соединений 5G во всех регионах, кроме Северной Америки, где эти показатели только сравняются
- Доля подключений проводного ШПД, подверженная конкуренции со стороны 5G, будет еще меньше, чем ожидаемое проникновение 5G

Сравнение FWA и проводного доступа в интернет

Беспроводной фиксированный ШПД (FWA - Fixed Wireless Access) – ШПД в помещении по мобильной сети с помощью роутера

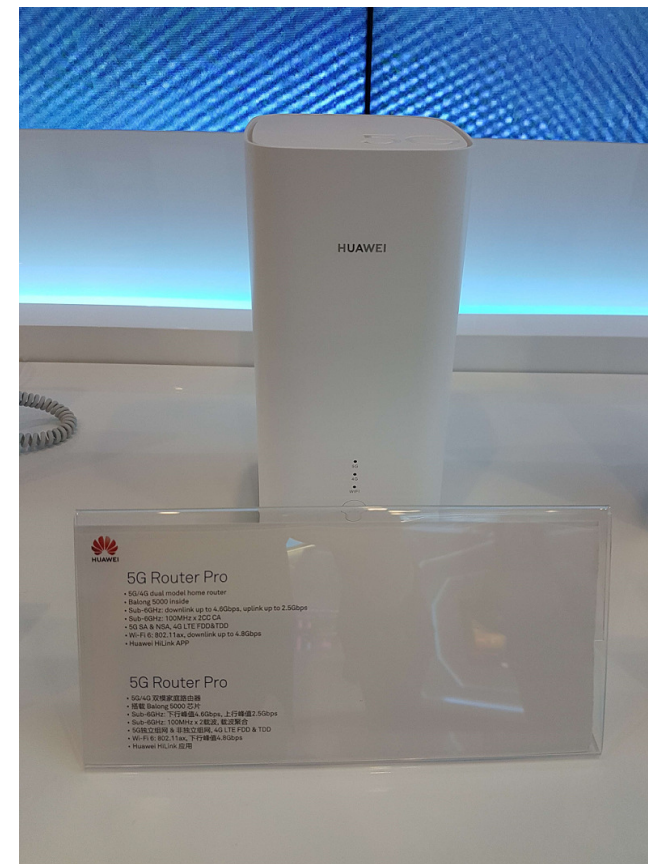
5G + WiFi роутер для mmWave (~25-28 ГГц)



- Роутер для mmWave состоит из двух частей:
 - ODU (outdoor unit) – радиомодуль, ставится снаружи дома в прямой видимости от антенны базовой станции
 - IDU (indoor unit) – 5G и WiFi роутер, ставится внутри квартиры, через стену от ODU
- Для установки требуется профессиональный установщик из-за необходимости выбора оптимальной ориентации на антенну

Источник: maxwireless.de, Huawei

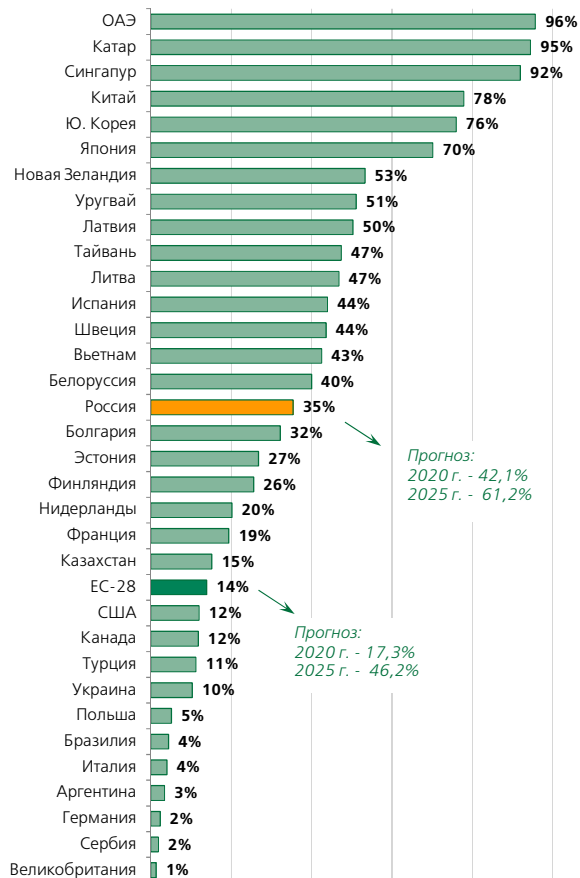
5G + WiFi роутер для C-Band (<6 ГГц)



Беспроводной фиксированный ШПД (FWA) – нишевая технология, актуальна для стран с низкой скоростью проводного ШПД



Проникновение оптоволоконных соединений (FTTH/B), сентябрь 2018 г.



Области применения 5G FWA

- Районы одноэтажной застройки с индивидуальными домами, разбросанными по большой территории (США)
- Страны с низким уровнем оптоволоконного подключения
- Временное подключение в многоквартирных и индивидуальных домах, до прокладки кабельного соединения

Условия привлекательности бизнес-кейса 5G FWA

- Высокий ARPU
- Широкий уровень проникновения оптоволоконной связи
- Трудность и дороговизна прокладки фиксированных сетей (обычно в странах с высоким уровнем жизни)

FWA уже использовался на основе 3G и 4G сетей и подтвердил ограниченную конкурентоспособность с проводным ШПД

- Например, Yota предлагала FWA на базе технологии 4G WiMax и достигла проникновение до 3,5% населения в городах присутствия за 5 лет, или 0,7% в год

Для многих пользователей в этих странах 5G FWA – единственная (и не дешевая) возможность получить ШПД интернет с высокой скоростью

Проникновение рассчитывается как соотношение числа абонентов и общего числа домохозяйств
Источник: IDATE for FTTH Council Europe

В настоящий момент в России оптоволокну обладает существенным преимуществом перед беспроводным подключением по большинству параметров



Сравнение проводного ШПД и FWA по 5G для России

Параметр	Проводной ШПД в 2019 г.	FWA по 5G в 2021+ г. C-Band (<6 ГГц)
Скорость, Мбит/с	100 (есть тарифы до 500)	50
Задержка E2E	2-3 мс	4 мс
Стоимость оборудования клиента (CPE)	\$15-40 (WiFi router)	~\$500-900 (5G + WiFi router)
Инвестиции провайдера в расчете на квартиру	\$30	\$150
Простота установки		✓
Надежность	✓	
Итого стоимость	\$45-70	\$650-1050

Почему оптоволокну существенно быстрее и дешевле беспроводного подключения?

- Большая частота передачи (193.10 ТГц на длине волны 1,552.52 нм)
- Большая ширина полосы (25-100 ГГц на канал)
- Сфокусированная электромагнитная волна (меньше потери, меньше потребности в энергии)
- Нет лицензирования

10 000 Мбит/с – пропускная способность базовой станции / 50 Мбит/с на абонента = 200 абонентов

\$30 000 – стоимость базовой станции /200 абонентов = \$150/абонента

Более высокая скорость потребует более высоких инвестиций

Примечания: Задержка в сети радиодоступа согласно стандарту IMT-2020 для сценария eMBB 4 мс, задержка в 1 мс предусмотрена для сценария URLLC. Инвестиции провайдера на подключение квартиры включают в себя коммутатор, разводку кабеля по дому и подключение дома по оптоволоконной линии

Источник: интервью, 4gltmall.com

- 5G FWA обладает существенными конкурентными недостатками по сравнению с проводным ШПД доступом. Инвестиции в проводной доступ уже понесены, 5G FWA требует новых инвестиций. В результате, операторы на настоящий момент не видят интереса в массовом предложении FWA
- Конкуренция возможна в случаях локального (город, достижимая доля рынка до 5%) фокуса операторов на продвижении 5G FWA для загрузки сети 5G в случае избыточных инвестиций в сеть 5G и недостаточного спроса на нее со стороны пользователей 5G смартфонов

Мнение операторов и вендоров по перспективам FWA



МТС

Verizon – не понятно, зачем сделали FWA. По расчетам, бизнес-кейс не может сходиться

Строили много внутренних бизнес-кейсов, сравнивая FWA и проводные технологии. Получили, что GPON дешевле в разы

Huawei

Есть ли риск в том, что часть B2C или B2B пользователей проводной связи мигрируют в 5G? – Нет

В Южной Корее проникновение оптоволокна достигло 78.5%. Телеком компании в Южной Корее не продвигают 5G FWA для ШПД

Вымпелком

Зачем нужен FWA, если (в России) уже проведен кабель в каждую квартиру?

Экономики никакой

Подход Verizon позволит подключить к одной базовой станции только 10-15 домов в прямой видимости, плюс вышки в районах с индивидуальной застройкой ставить некуда

CPE (5G модем для пользователя) слишком дорогое

FWA – может быть решением для временного покрытия

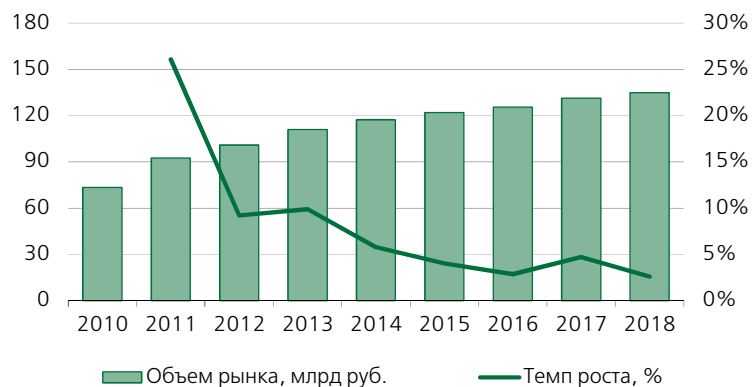
Использовать 5G сеть, построенную для смартфонов, для FWA будет не целесообразно – нужно другое планирование покрытия

Сценарии влияния 5G на операторов фиксированной связи России

Проводной ШПД В2С в России: Москва и города миллионники занимают 42% рынка

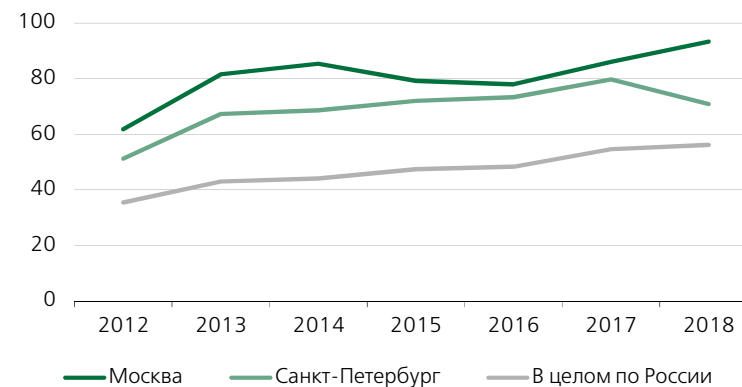


Рост абонентской базы проводного ШПД В2С в 2010-2018 гг.



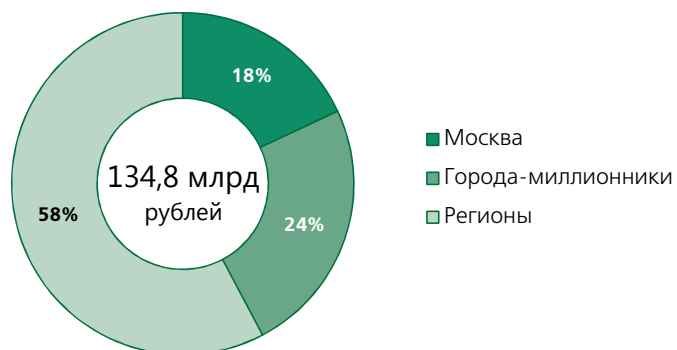
Источник: IKS Consulting, TMT Консалтинг, Sberbank CIB Investment Research

Число абонентов проводного ШПД В2С на 100 домохозяйств



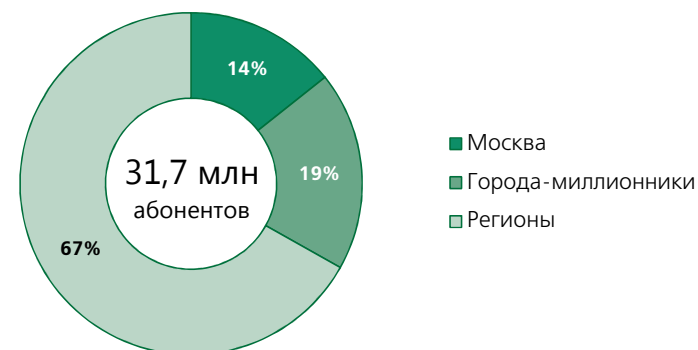
Источник: Росстат, Sberbank CIB Investment Research

Структура российского рынка проводного ШПД В2С, 2018 г.



Источник: Росстат, TMT консалтинг, Эр-Телеком, Sberbank CIB Investment Research. В расчетах использован ARPU для Москвы 467 руб./мес., Санкт-Петербурга и другие миллионники 431 руб./мес., остальные города 314 руб./мес.

Структура абонентской базы проводного ШПД В2С, 2018 г.



Источник: Росстат, Sberbank CIB Investment Research

Для оценки затрат на полное покрытие 5G основных городов России были проанализированы три сценария



Этапы развертывания сети 5G в России – рассмотренные сценарии

Сценарий	Тип и топология сети	Частоты	Выделение частот	Покрывтие Москвы в пределах МКАД	Покрывтие СПб и миллионники в	Покрывтие остальных городов до 50% населения	Отток из ШПД в среднем в год
Сценарий 1	NSA	3,4-3,8 ГГц	2020	2020-22	2022-24	2024-28	5%
Сценарий 2	NSA	3,4-3,8 ГГц	2020	2020-22	2022-25	2025-30	2%
Сценарий 3	NSA	3,4-3,8 ГГц	2022	2022-24	2024-27	отсутствует	2%

Оценка влияния FWA в США: Verizon 1,9% в год
T-Mobile 1,5% в год

Yota в 2008-2013 подключала в среднем 0,7% в год

Источник: Аналитический Хаб Сбербанка

Рассмотренные сценарии предполагают строительство сети в диапазоне 3,4-3,8 ГГц. Строительство сети в других диапазонах будет дороже, в особенности это касается миллиметрового диапазона (возможные частоты 25-28 ГГц) в связи с меньшим радиусом покрытия и необходимости прямой видимости между базовой станцией и клиентом

Основные этапы развертывания сетей 5G в России, согласно национальной программе “Цифровая экономика”

1 К19	Утверждение концепции сетей 5G в России
3 К19	Определение частотного диапазона для 5G
3 К19	Дорожная карта для переоборудования частот под сети 5G
4 К20	Пилотные проекты 5G в пяти секторах экономики и в одном городе с населением свыше 1 млн человек
4 К21	Создание условий для развертывания сетей 5G в 10 городах с населением свыше 1 млн человек
2024	Развертывание сетей 5G во всех 15 городах с населением свыше 1 млн человек

Источник: АНО “Цифровая экономика”

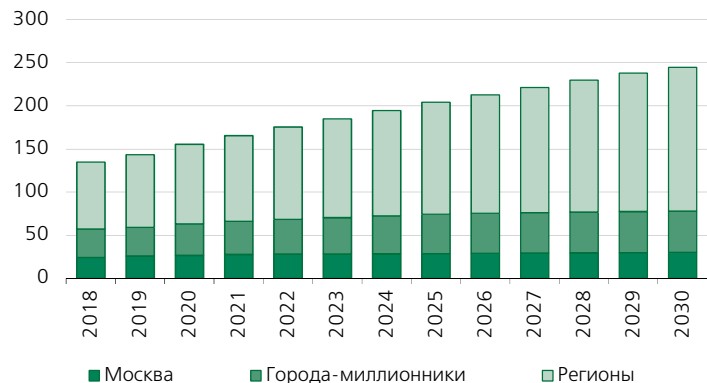
Отсутствие частот для 5G откладывает возможное начало внедрения

- Дефицит частот остается главным препятствием для развертывания сетей 5G в России.
- Регулятор рекомендует операторам развертывать сети 5G в четырех частотных диапазонах: 694–790 МГц, 3,4–3,8 ГГц (С-диапазон), 4,8–4,99 ГГц и 24,25–29 ГГц.
- Однако эти диапазоны уже довольно плотно заняты как в гражданских целях, так и военными и разведывательными службами.
- По оценкам Союза операторов мобильной связи LTE, преобразование диапазона 3,4–3,8 ГГц в период до 2022 года обойдется в сумму до 16 млрд руб.

Даже в сценарии 1 конкуренция от 5G FWA приведет только к остановке роста рынка проводного ШПД В2С – за счет роста проникновения в регионах



Размер рынка проводного ШПД В2С без учета влияния 5G, млрд руб.



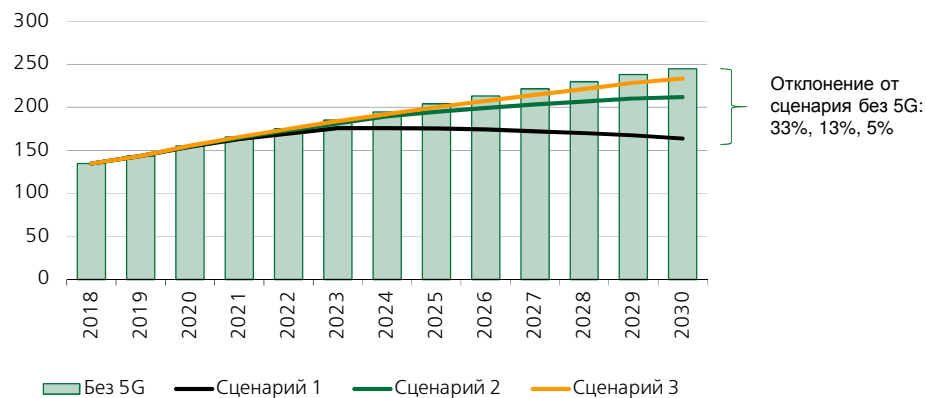
Источник: Росстат, TMT Консалтинг, Sberbank CIB Investment Research

Число абонентов проводного ШПД В2С без учета влияния 5G, млн



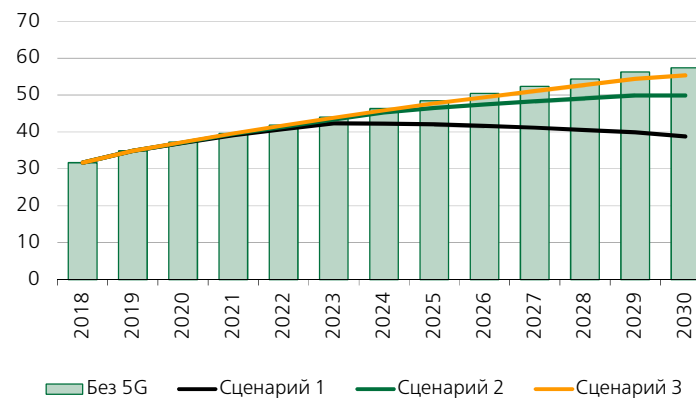
Источник: Росстат, TMT Консалтинг, Sberbank CIB Investment Research

Сценарный анализ размера рынка проводного ШПД В2С, млрд руб.



Источник: Росстат, TMT Консалтинг, Sberbank CIB Investment Research

Сценарный анализ числа абонентов проводного ШПД В2С, млн

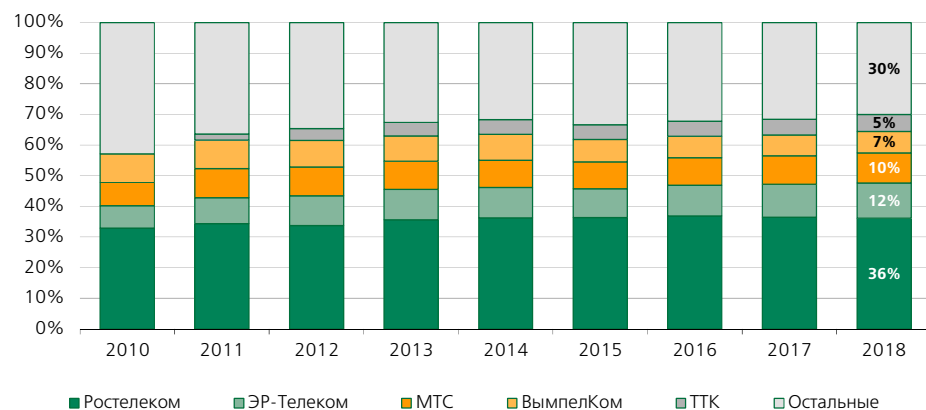


Источник: Росстат, TMT Консалтинг, Sberbank CIB Investment Research

В нашей модели влияние на игроков проводного ШПД зависит от структуры выручки и ее распределения по регионам



Структура рынка проводного ШПД В2С по абонентам



Источник: TMT Консалтинг

Подверженность операторов ШПД риску развития сетей 5G

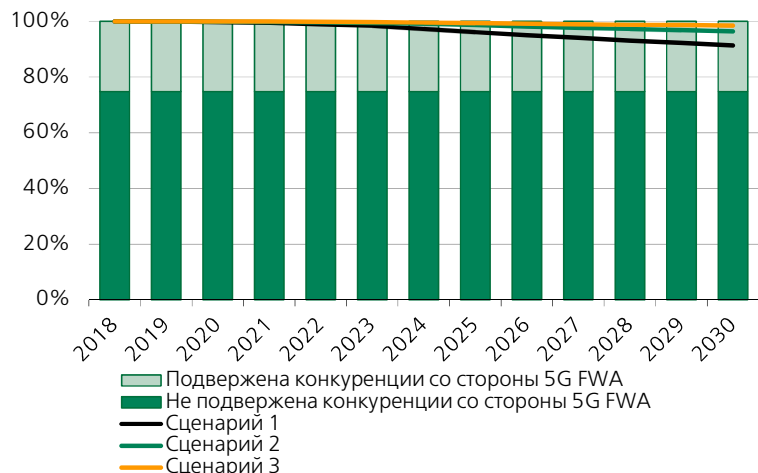
Оператор	Доля выручки, подверженная конкуренции со стороны 5G FWA
Ростелеком	25,2%
ЭР-Телеком	65,5%
МТС	8,5%
ВымпелКом	6,3%

Примечание. Оценка доли выручки, подверженной конкуренции со стороны 5G FWA, производится на базе данных за 2018 год, включает В2С ШПД и IPTV. Мегафон не раскрывает долю выручки в фикс. связи

Источник: Отчетность компаний, Sberbank CIB Investment Research

Наиболее заметную конкуренцию сети 5G окажут на компанию ЭР-Телеком, так как ШПД В2С для неё – основной бизнес

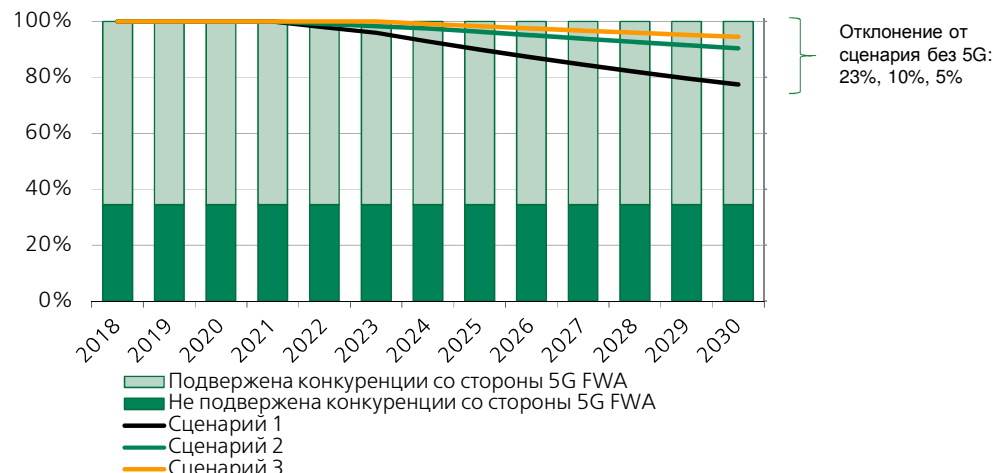
Сценарный анализ влияния 5G на выручку Ростелекома, % от выручки в сценарии без 5G



Источник: отчетность компании, Sberbank CIB Investment Research

- Есть возможность компенсировать убытки за счет предоставления услуг мобильной связи 5G оператором Tele2.

Сценарный анализ влияния 5G на выручку ЭР-Телекома, % от выручки в сценарии без 5G



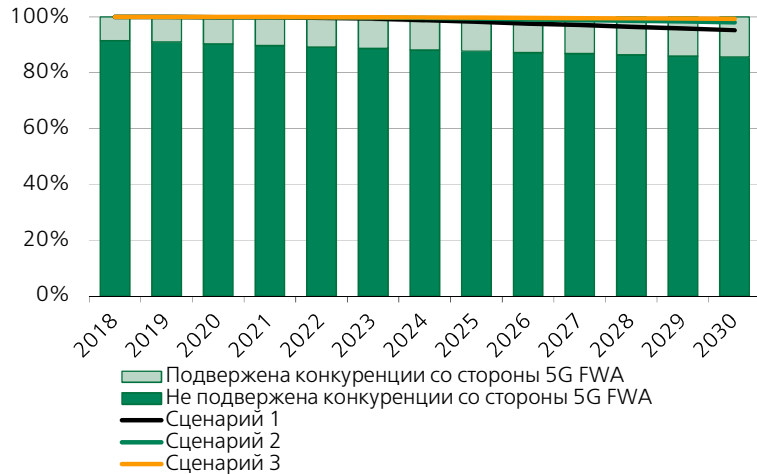
Источник: отчетность компании, Sberbank CIB Investment Research

- В перспективе 2-3 лет конкуренция ограничена из-за отсутствия компании в Москве
- Специализация на ШПД не позволит заработать на предоставлении услуг мобильной связи 5G. Компенсация возможна при начале работы в сегменте 5G MVNO

Влияние на мобильных операторов умеренное, не более 7% выручки



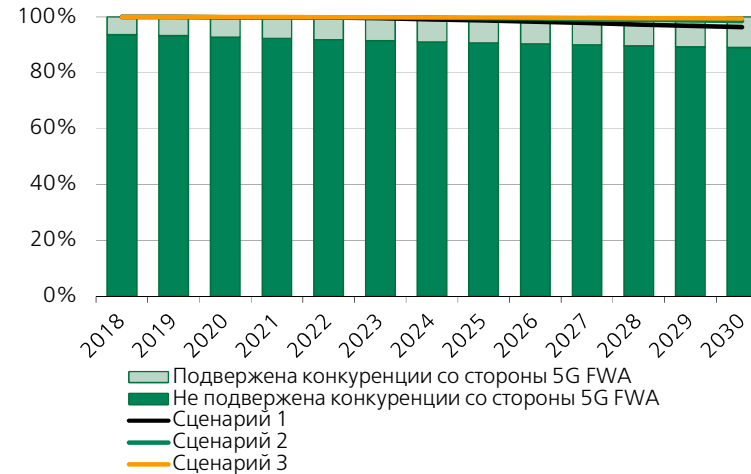
Сценарный анализ влияния 5G на выручку МТС, % от выручки в сценарии без 5G



Источник: отчетность компании, Sberbank CIB Investment Research

- Незначительное влияние на совокупные доходы: до 5% ежегодно к 2030 г. в оптимистичном сценарии развития сетей 5G.
- Есть возможность компенсировать убытки за счет предоставления услуг мобильной связи 5G.

Сценарный анализ влияния 5G на выручку ВымпелКома, % от выручки в сценарии без 5G



Источник: отчетность компании, Sberbank CIB Investment Research

- Незначительное влияние на совокупные доходы: до 4% ежегодно к 2030 г. в оптимистичном сценарии развития сетей 5G.
- Есть возможность компенсировать убытки за счет предоставления услуг мобильной связи 5G.

Следующие шаги



Наблюдение за развитием ситуации с внедрением технологии 5G в России и мире

Россия

- Решение о выделении частот для 5G
- Условия конкурсов на частоты 5G
- Победители конкурсов на частоты 5G
- Планы по строительству сетей 5G
- Появление тарифных планов 5G, включая 5G FWA

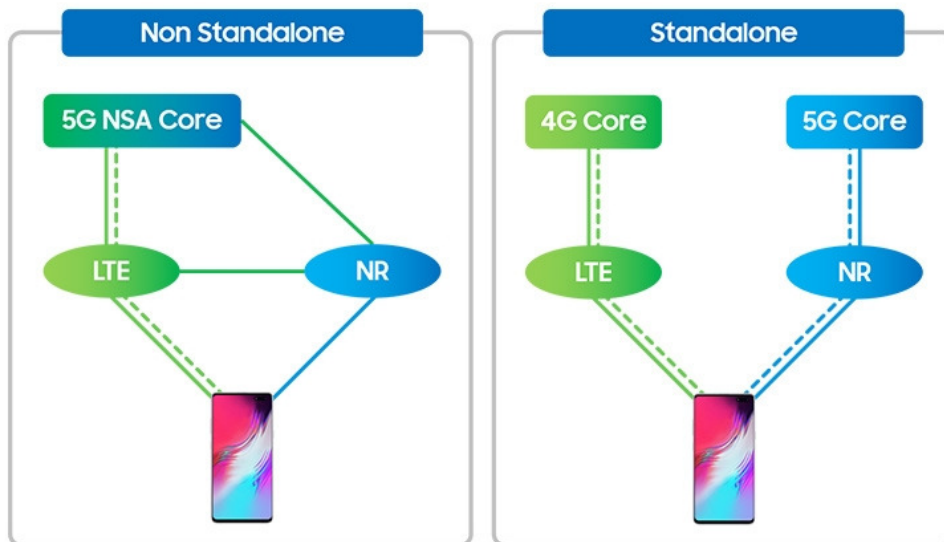
Зарубежные страны

- Появление предложений услуг 5G FWA
- Результаты тестов скорости сетей 5G, с учетом частоты, ширины спектра, типа застройки и используемого устройства
- Капитальные затраты на внедрение сети
- Появление дешевых 5G смартфонов

Приложения

5G – эволюция, а не революция с точки зрения развертывания сети: внедрение 5G потребует сохранить работающую 4G сеть и продолжить инвестиции в нее

Возможные схемы взаимодействия в режимах NSA и SA



————— Данные
- - - - - Управление

5G может внедряться через 2 возможных архитектуры

- NSA (“Non Stand Alone”) – управление идет через существующую сеть 4G, передача данных через сети 4G и 5G
- SA – управление и передача данных идет через сеть 5G

В результате, не будет потребности в полном покрытии городов технологией 5G, как это было с технологией 4G

Внедрение 5G потребует сохранить работающую 4G сеть и продолжить инвестиции в нее

Возможные этапы внедрения сети 5G

1. Точечное использование 5G только для Downlink в точках с недостаточной мощностью сети 4G
2. Расширение использования сети 5G на новые точки и на Uplink
3. Построение ядра 5G и начало использования 5G независимо от 4G

Технология FWA с 2008 по 2013 г. обеспечила рост абонентской базы Yota всего до 3,5% населения городов присутствия



Этапы развития оператора Yota на рынке РФ – от WIMAX до LTE Advanced

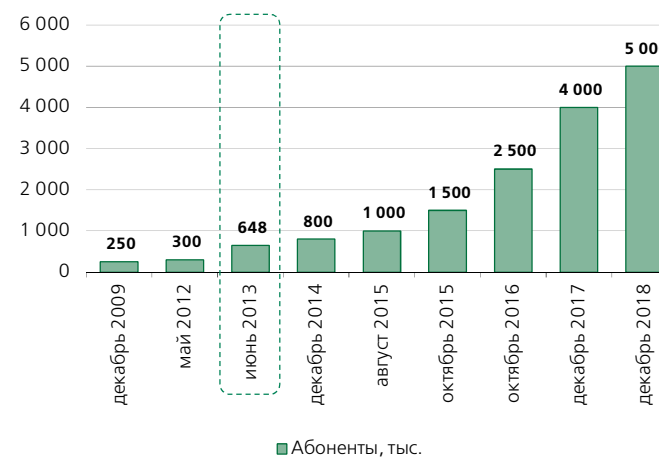
История развития оператора Yota от WIMAX до LTE и далее

Событие	Год/месяц	Абонентская база
Запуск сети WIMAX в Москве и Санкт-Петербурге	2008	
Расширение сети WIMAX (Уфа, Краснодар, Сочи, Белоруссия)	2009	250 000
Запуск первой коммерческой сети LTE в Новосибирске	декабрь 2011	
Отключение сети WIMAX в Москве и переход на технологию LTE	май 2012	300 000
Запуск первой коммерческой сети LTE Advanced (11 базовых станций)	октябрь 2012	600 000
Приобретение компании Yota оператором мобильной связи Мегафон	октябрь 2013	
Начало предоставления услуг голосовой связи и продажи собственных сим-карт	август 2014	800 000

Источник: СМИ, habr.com

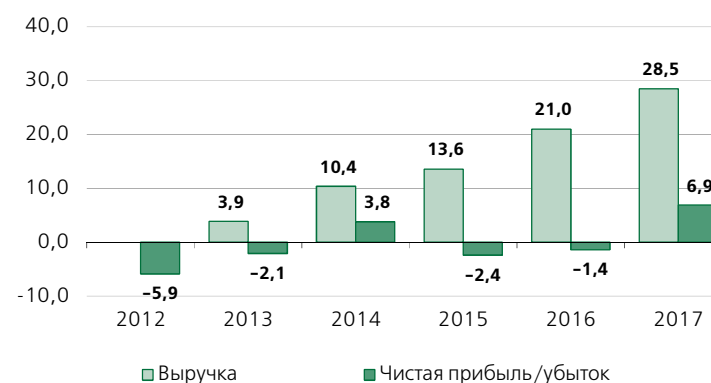
- Компания Yota была первой запустившей в коммерческую эксплуатацию сеть LTE и LTE Advanced в России.
- С августа 2014г. Yota предоставляет услуги голосовой связи и продает собственные сим-карты.
- За период с 2008 по 2013 гг. FWA способствовал созданию абонентской базы оператора порядка 648 тыс. чел. в крупных городах России, что соответствует до 3,5% проникновения от населения

Развитие абонентской базы оператора Yota, тыс. чел.



Источник: СМИ, habr.com, ComNews

Финансовые показатели оператора Yota, млрд. руб.

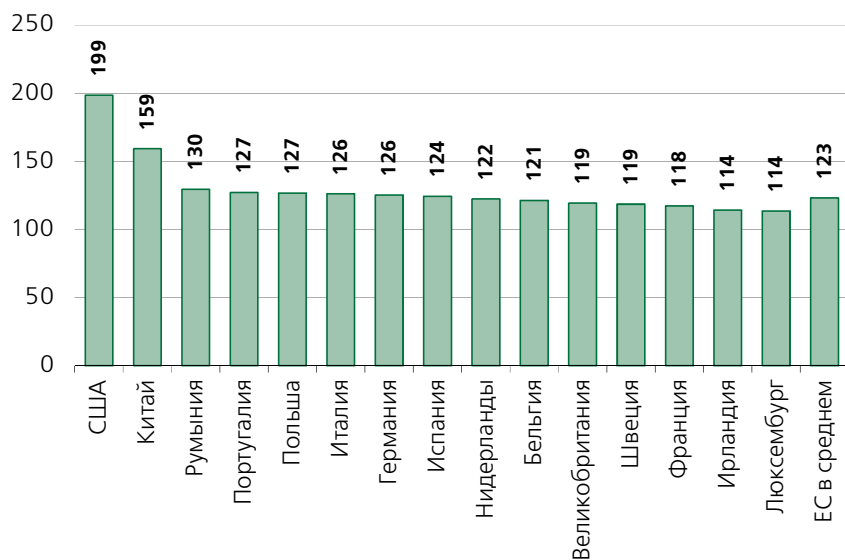


Источник: СМИ, habr.com, ComNews

Оценка расходов на внедрение 5G в других странах – \$114-200 на абонента

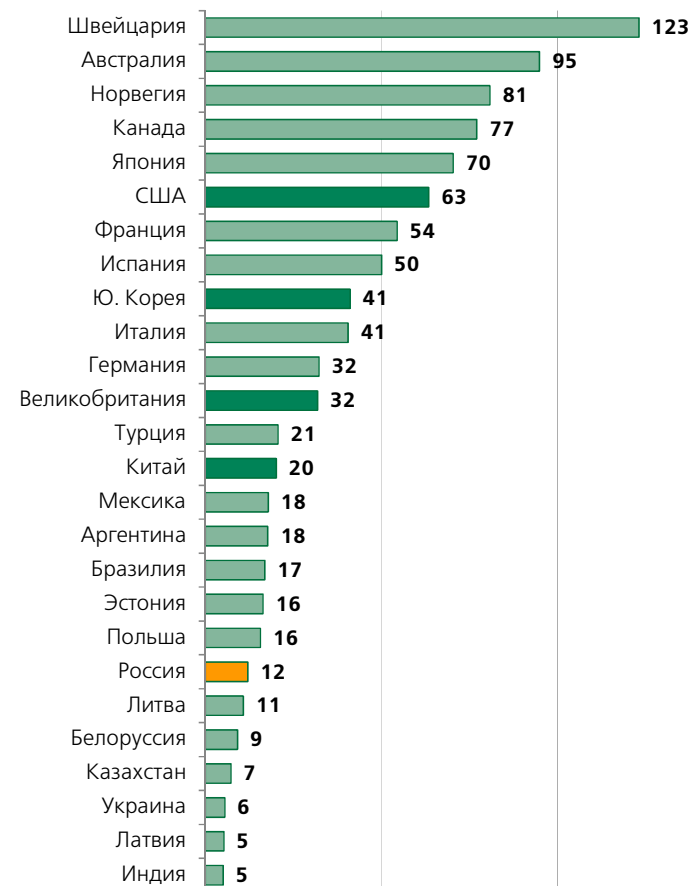


Капитальные затраты на строительство сетей 5G в расчете на душу населения по странам мира за весь период развертывания (Европа до 2020г. включительно), \$/абонента



Источник: Company data, Boston Consulting Group, European Commission, Goldman Sachs Research, GSMA Intelligence
Примечание: Кап затраты за весь период развертывания 5G, европейские страны только до 2020г.

Капитальные расходы на абонента в 2017 году, \$

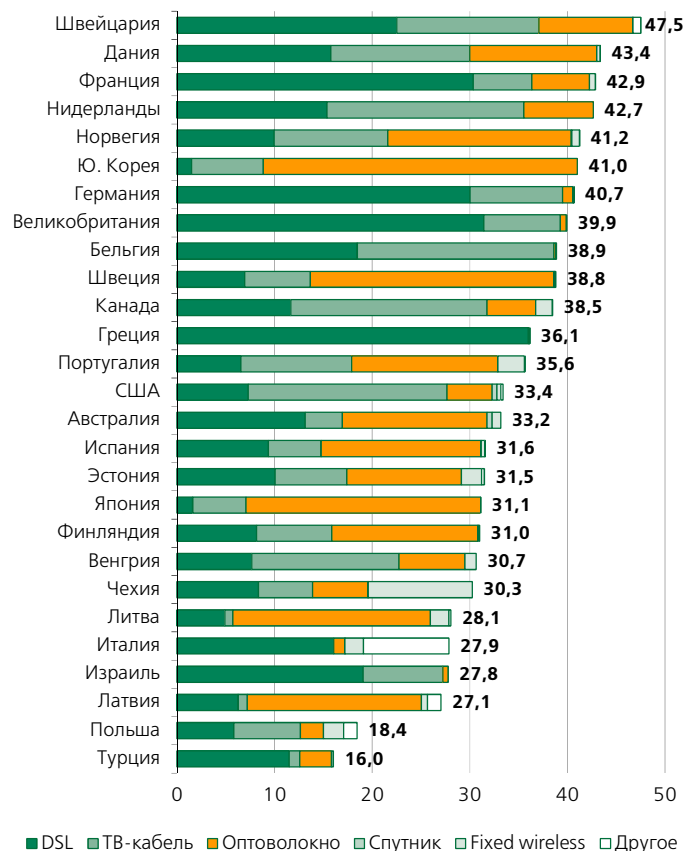


Источник: Ovum, Sberbank CIB Investment Research

Страны с низкой скоростью подключения будут наиболее подвержены влиянию конкуренции со стороны 5G FWA

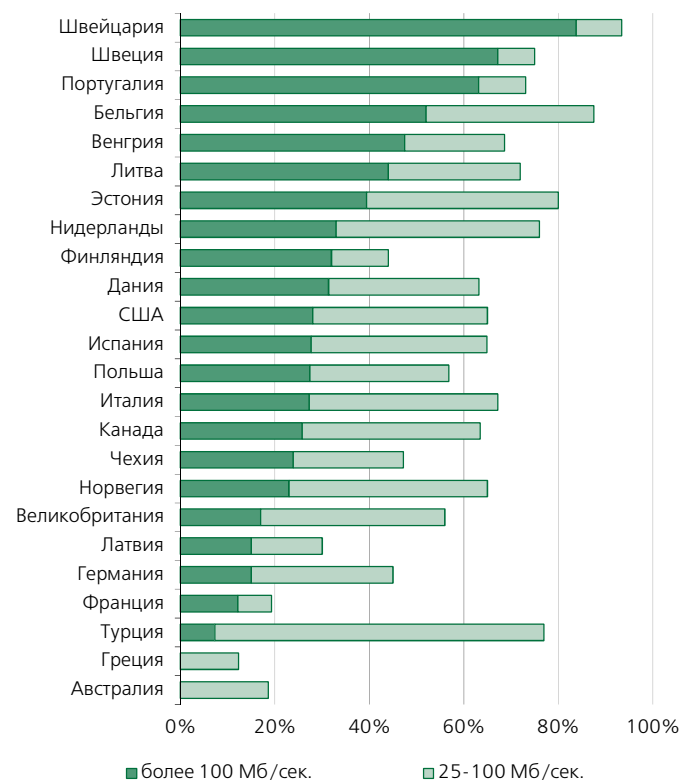


Количество подписчиков ШПД на 100 человек населения в разрезе технологий, июнь 2018



Примечание. «Другое» в Италии включает vDSL
 Источник: OECD

Доля подключений ШПД со скоростью..., июнь 2018, %



Примечание. Для Кореи, Японии и Израиля структура неизвестна
 Источник: OECD

Влияние 5G FWA в США оценивается в оптимистичном случае в 10% рынка проводного ШПД В2С до 2024 года



Планы лидирующих телеком-операторов США по подключению клиентов по технологии 5G

Телеком оператор	Количество подключенных домохозяйств в временном периоде	Обещанная скорость, Мбит/с	Доля числа домохозяйств США
Verizon (USA)	7,5 млн к 2024-27 гг	300	6.0%
T-Mobile (USA)	9,5 млн к 2024 гг	100 (90% абонентов)	7.6%

Примечание: Цель Verizon - покрыть 30 млн. домов. При оценке доли рынка в 25% число абонентов 7,5 млн
 Источник: данные от руководства компаний Verizon и T-Mobile озвученные инвесторам в 2019г., Coven and Company

Ключевые предпосылки и выводы

- Руководство Verizon обещает инвесторам достигнуть проникновения клиентов 5G к 2024-27гг на уровне 30 млн. домохозяйств в США при том, что уже сегодня порядка 32 млн. домохозяйства подключены Verizon по кабелю через оптоволокно.
- Эти факты предполагают, что Verizon будет строить сеть 5G FWA в тех городах, где он уже предоставляет ШПД через оптоволокно, и FWA будет дополняющей услугой
- В результате развертывания сетей 5G при описанных выше предпосылках влияние на клиентскую базу операторов проводного ШПД достаточно низкое – порядка 10%.

Влияние развертывания 5G FWA Verizon на клиентскую базу операторов проводного ШПД В2С

Телеком оператор	Количество домохозяйств под угрозой	% от клиентской базы
Comcast	2 181 075	8,3%
Charter	1 080 670	4,7%
Cox	446 145	7,9%
AT&T	2 195 337	15,2%
CenturyLink	688 577	13,8%
Среднее значение		10,0%

Источник: U.S.Census, Kagan, Atlantic-ACM, Cowen and Company

Доля Verizon на рынке оптоволоконна в США

Город – рынок	Протяженность оптоволоконна Verizon, мили	Протяженность оптоволоконна, весь рынок, мили	Доля Verizon в общем объеме оптоволоконна	Количество домохозяйств- клиентов Verizon	Кабельный оператор	Оператор магистральной сети
Atlanta	585	14 194	4,1%	2 266 547	Comcast	AT&T
Chicago	1 846	15 150	12,2%	3 820 657	Comcast	AT&T
Dallas	978	18 978	5,2%	2 740 964	Charter	AT&T
Denver	579	5 208	11,1%	1 149 070	Comcast	CenturyLink
Houston	829	9 202	9,0%	2 556 349	Comcast	AT&T
Indianapolis	n/a	n/a	n/a	423 376	Comcast	AT&T
Las Vegas	108	2 172	5,0%	881 238	Cox	CenturyLink
Los Angelis	748	19 073	3,9%	4 610 932	Charter	AT&T
Miami	487	6 777	7,2%	2 528 173	Comcast	AT&T
Minneapolis	482	8 509	5,7%	1 432 683	Comcast	CenturyLink
Orlando	187	3 999	4,7%	1 007 557	Charter	AT&T
Phoenix	470	5 561	8,5%	1 882 098	Cox	CenturyLink
Portland	191	4 433	4,3%	972 088	Comcast	CenturyLink
Sacramento	188	3 252	5,8%	893 869	Comcast	AT&T
San Diego	286	4 852	5,9%	1 202 397	Cox	AT&T
San Francisco	267	5 476	4,9%	1 792 249	Comcast	AT&T
Seattle	455	6 802	6,7%	1 552 272	Comcast	CenturyLink
St. Louis	249	8 034	3,1%	1 246 499	Charter	AT&T
18 рынков	8 935	141 672	6,3%	32 959 018		

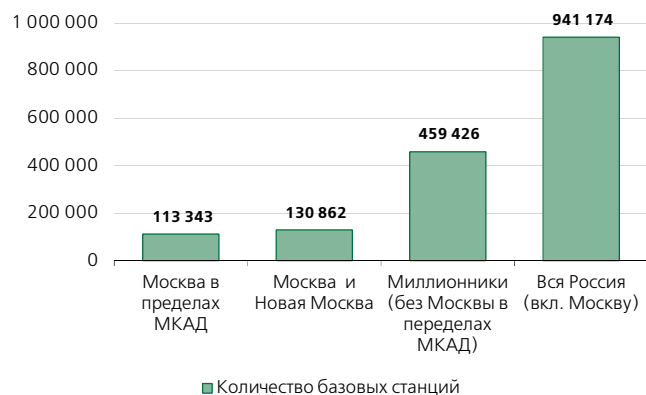
Источник: U.S.Census, Kagan, Atlantic-ACM, Cowen and Company

Источник: данные Cowen and Company

Этапы развертывания сетей 5G в России и расчет количества базовых станций для покрытия территории Москвы и всей России



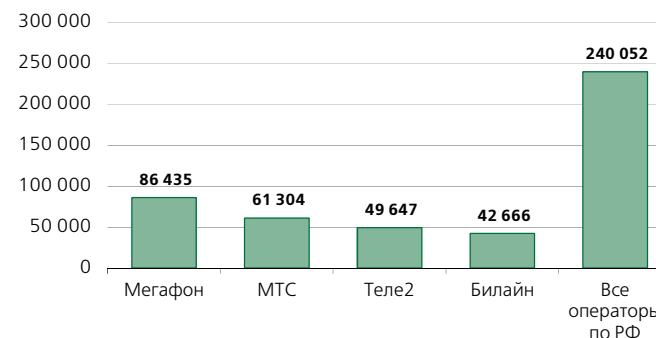
Общее количество базовых станций 5G в Москве и в России в расчете на 4-х операторов – конец 2030г.



Источник: Аналитический Хаб Сбербанка

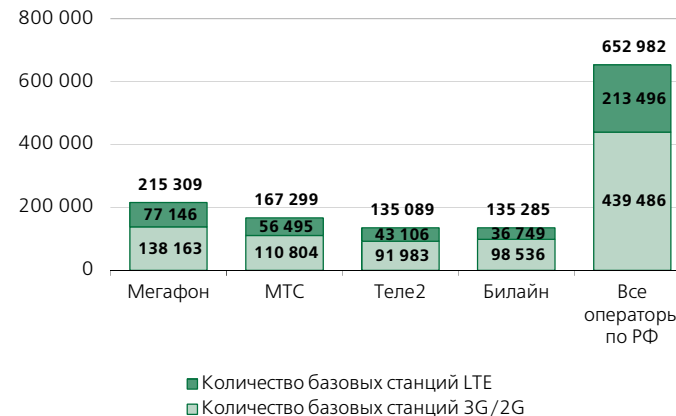
- Для расчета количества базовых станции (БС) на 1 оператора были использованы данные по площади покрытия городов в разбивке на зоны застройки, а также следующие предположения по плотности установки базовых станций в зависимости от зон застройки, рассчитанные как средние значения из различных источников:
 - Dense Urban – 98 БС/км² (среднее число по расчету)
 - Urban – 4 БС/км² (оценка АХ)
 - Sururban/Rural – 2 БС/км² (на основе данных НИИТС)
- По данным департамента информационных технологий г. Москвы в городе в середине 2017г. было более 50 тыс. базовых станций LTE, обеспечивающих каждому из 4-х операторов покрытие 97% территории Москвы в пределах МКАД
- По нашим расчетам для покрытия территории Москвы в пределах МКАД сетью 5G 1 оператору будет необходимо порядка 28 тыс. базовых станций.

Общее количество базовых станций LTE в России на конец 2018г.: все операторы



Источник: Роскомнадзор

Общее количество базовых станций всех стандартов (в т.ч. LTE) в России на конец 2017г.: все операторы



Источник: Минкомсвязи, RSpectr.com

Необходимые площади покрытия сетями 5G для развертывания технологии на территории России



Расчет требуемой площади покрытия 5G в соответствии с проектом Концепцией 5G Союза операторов ЛТЕ

Требуемая площадь покрытия по РФ			
Тип застройки территории	Численность населения, млн. чел.	Плотность населения, чел./км ²	Оценка требуемой площади покрытия, км ²
Dense urban	13,96	13 000	1 074
Urban	62,74	2 100	29 878
Rural	1,51	300	5 027
Итого население РФ - 50%	78,21		35 979

Источник: Росстат, проект Концепции 5G Союза операторов ЛТЕ, Аналитический Хаб Сбербанка

- Для определения площади покрытия сетью 5G в разрезе отдельных городов и типов застройки мы сделали следующее:
- Площади городов-миллионников были разбиты по типам застройки с учетом следующих предположений:
 - в Москве и Санкт-Петербурге площадь Dense Urban составляет порядка 30% города, остальное относится к застройке Urban;
 - В остальных городах-миллионниках застройка Dense Urban составляет 5%, застройка Urban – 80% города, оставшие 15% - застройка Suburban+rural
- При этом общие площади покрытия по России в разбивке по типам застройки были приняты равными данным из Проекта концепции 5G Союза операторов ЛТЕ в части Dense Urban и Urban.
- Мы предположили, что 50% населения РФ проживает в городах со средней плотностью населения равной плотности населения в городах-миллионниках без Москвы и Санкт-Петербурга.

Разбивка требуемой площади покрытия 5G по типам застройки в Москве и городах- миллионниках

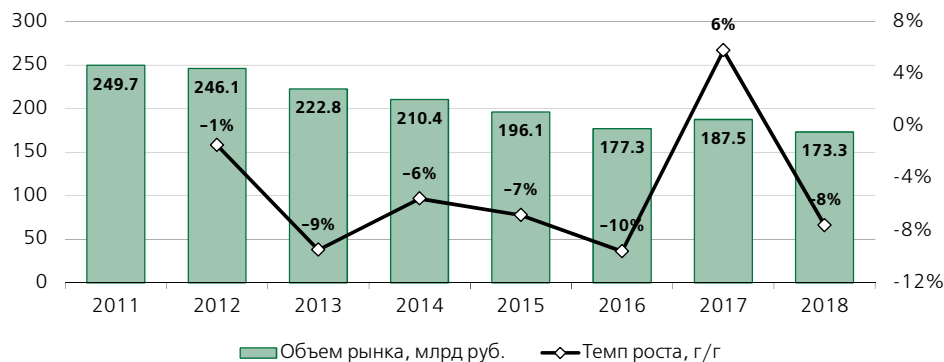
Типы покрытия в % от общей площади города	Dense Urban	Urban	Suburban + Rural	Общая площадь
Москва (в пределах МКАД) и Санкт-Петербург	30%	70%		
Новая Москва (за пределами МКАД)	0%	30%	70%	
Города-миллионники	5%	80%	15%	

Площади покрытия в кв км	Dense Urban	Urban	Suburban + Rural	Общая площадь
Москва (в пределах МКАД)	263,1	613,9		877,0
Москва (за пределами МКАД в границах 2012г.)		61,2	142,8	204,0
Новая Москва (с 1 июля 2012г.) - дополнительно		444,2	1 036,4	1 480,5
Санкт-Петербург	431,7	1 007,3		1 439,0
Волгоград	43,0	687,5	128,9	859,4
Пермь	40,2	642,4	120,5	803,0
Уфа	35,4	566,4	106,2	708,0
Казань	25,8	412,8	77,4	516,0
Воронеж	29,9	477,6	89,6	597,0
Омск	28,4	453,6	85,1	567,0
Самара	27,0	432,0	81,0	540,0
Новосибирск	25,3	404,8	75,9	506,0
Челябинск	26,5	424,0	79,5	530,0
Екатеринбург	23,4	374,4	70,2	468,0
Нижний Новгород	23,3	372,8	69,9	466,0
Ростов-на-Дону	17,4	278,4	52,2	348,0
Красноярск	17,7	282,4	53,0	353,0
Краснодар	17,0	271,2	50,9	339,0
Итого Москва, Петербург и города-миллионники	1 074,8	8 206,9	2 319,2	11 600,9

Смена телекоммуникационных технологий - долгий и капиталоемкий процесс



Динамика рынка фиксированной телефонии



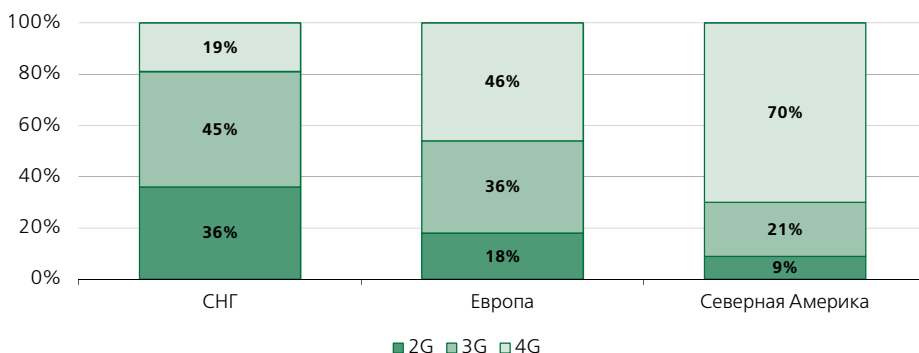
Источник: Минкомсвязь

История развития мобильных технологий

Время внедрения	Технология	Новые возможности
1980-е	1G	Аналоговая голосовая связь
1990-е	2G	Цифровая голосовая связь и передача сообщений
2000-е	3G	Мобильный интернет, стриминг музыки, отправка изображений
2010-е	4G	Стриминг HD видео
2020-е	5G	Стриминг UltraHD видео, Технологии дополненной реальности, Искусственный интеллект, Интернет вещей

Источник: пресса

Структура проникновения мобильных технологий, 2018 г.



Примечания: Показатель проникновения рассчитан как доля технологии в мобильных соединениях, кроме IoT. Доля проникновения 4G в России в 2017 году 21%

Источник: GSMA The Mobile Economy 2019

- Несмотря на то, что примерно раз в десятилетие появляется новое поколение технологий, уход старых технологий – долгий процесс. Это утверждение хорошо иллюстрирует динамика рынка фиксированной телефонии:
 - Объем рынка фиксированной телефонии в 2017 году (188 млрд. руб.) был сравним с рынком ШПД (185 млрд. руб.)
 - Средняя скорость падения рынка с 2011 по 2018 составила всего 5%
- Такая ситуация связана с высоким объемом инвестиций, необходимых для развертывания новой технологии, а также с постепенным привыканием потребителей к использованию новым способом передачи информации.

Ключевые предпосылки модели развертывания сетей 5G в России

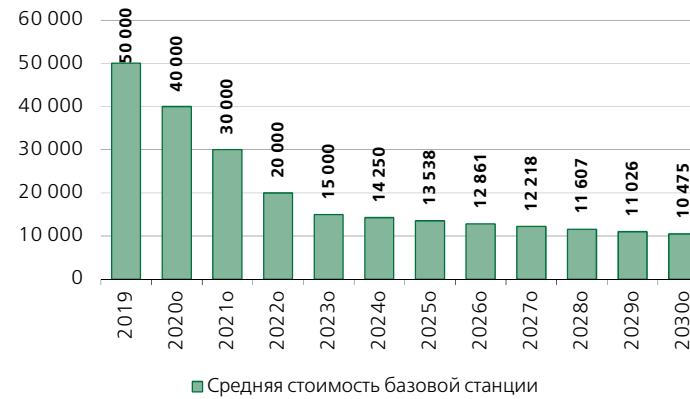


Динамика кап. затрат на строительство сети 5G в России – базовый сценарий на 4-х операторов, млрд. руб.



Источник: Расчеты Аналитического хаба Сбербанка, данные компаний

Динамика средней стоимости базовой станции в долл. США по прогнозу Сбербанка



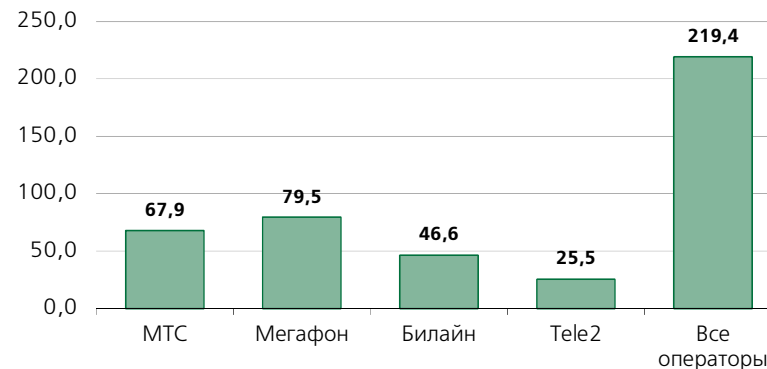
Источник: Расчеты Аналитического хаба Сбербанка

Прирост количества базовых станций по всей России при развертывании сетей 5G – базовый сценарий на 4-х операторов



Источник: Расчеты Аналитического хаба Сбербанка

Кап затраты операторов связи в 2018 г., млрд. руб.

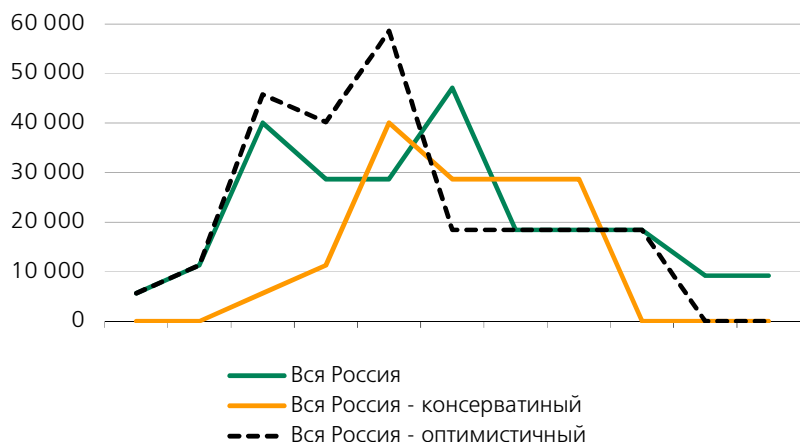


Источник: данные компаний

Сценарии модели развертывания сетей 5G в России: покрытие городов за пределами миллионников ведет к существенному росту затрат

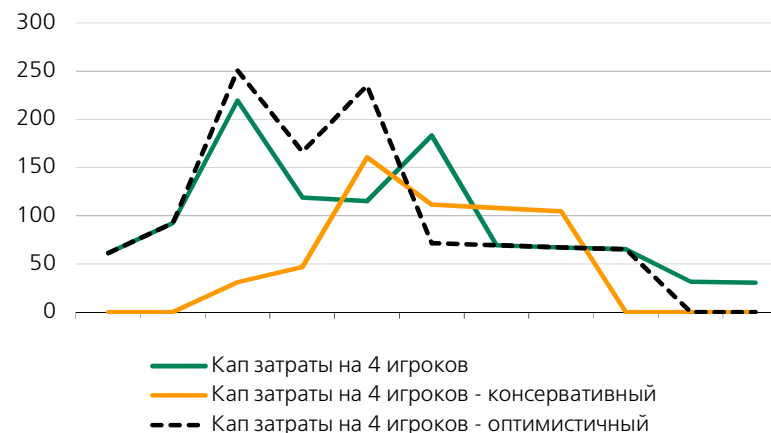


Прирост количества базовых станций по всей России при развертывании сетей 5G на 1 оператора: сценарии развития



Источник: Расчеты Аналитического хаба

Динамика кап. затрат на строительство сети 5G в России на 4 операторов, млрд. руб.: сценарии развития



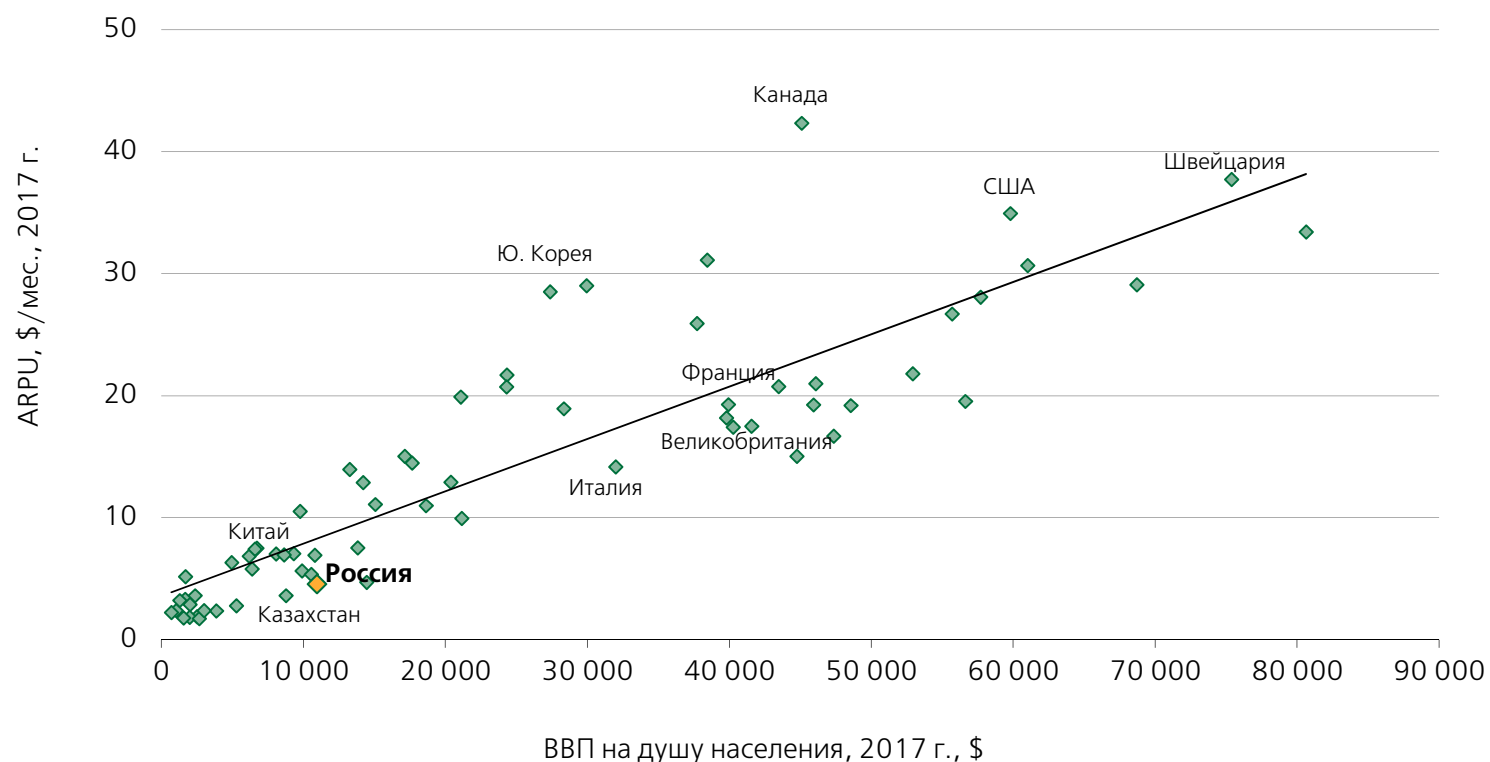
Источник: Расчеты Аналитического хаба

- Общий объем капитальных затрат на развертывание сети 5G в России за период 2020-30гг. составляет:
 - В базовом сценарии – 1 054 млрд. руб.
 - Москва в пределах МКАД - 216 млрд. руб.;
 - города-миллионники (без Москвы в пределах МКАД) – 503 млрд. руб.;
 - Остальные города (50% всего населения РФ) – 335 млрд. руб.
 - В консервативном сценарии – 563 млрд. руб.
 - В оптимистичном сценарии – 1080 млрд. руб.
- Существенная экономия в консервативном сценарии достигается за счет отсутствия покрытия сетей 5G в остальных городах РФ за пределами городов-миллионников.
- Смещение времени начала развертывания сетей на более раннее, как в оптимистичном сценарии, дает лишь небольшую прибавку в капитальных затратах в сравнении с базовым сценарием развертывания 5G

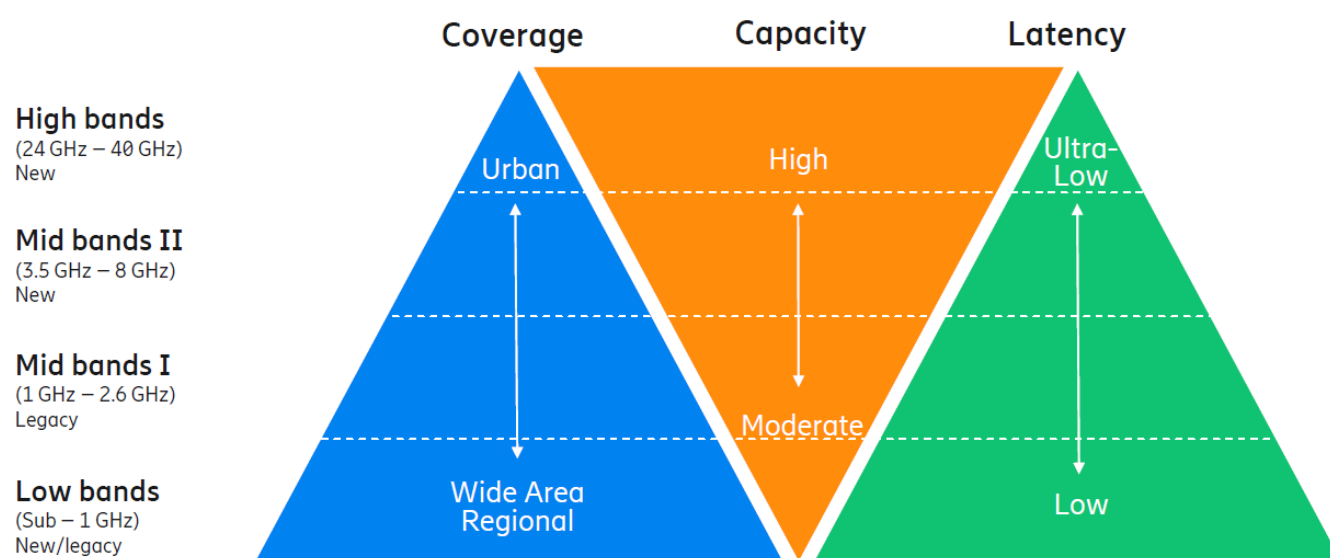
В России стоимость услуг сотовой связи по отношению к располагаемому доходу – одна из самых низких в мире



ВВП на душу населения и ARPU на уникального абонента в месяц в 2017 году, \$



Различные части спектра будут использованы для разных кейсов применения



Причины различий между спектральными диапазонами

- Чем больше частота – тем меньше радиус действия при той же мощности передатчика на смартфоне
- Частоты от ~6 ГГц почти не проникают сквозь стены, листву, дождь – связь может работать только в прямой видимости между базовой станцией и смартфоном или модемом
- Частоты ниже ~1 ГГц обладают хорошим проникновением сквозь стены и т.д., но доступная ширина полос ограничена

5G создает возможность для монетизации новых кейсов потребления услуг

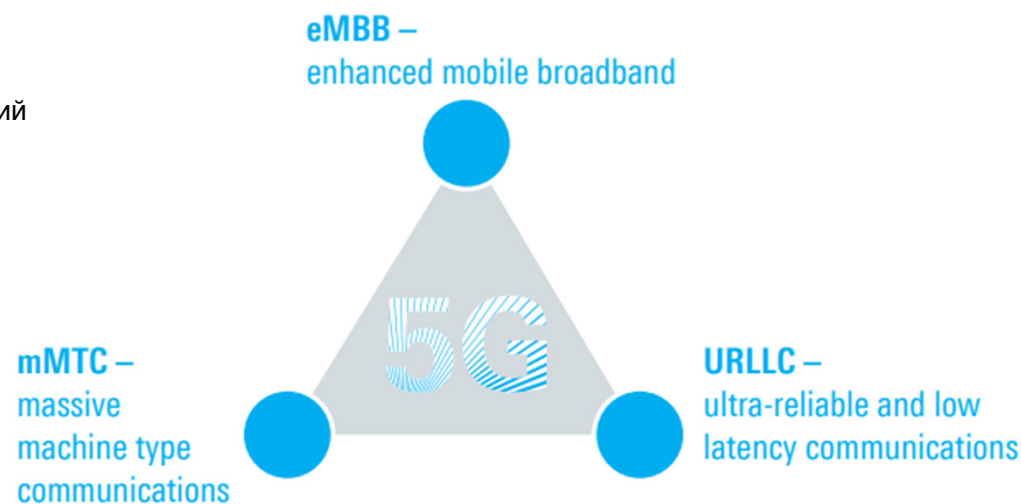
Примеры сценариев монетизации eMBB

B2C

- Монетизация лимита трафика
- Монетизация скорости
- On-demand Slicing (VR Live)
- Монетизация Latency (мобильные игры, VR)
- Монетизация числа подключенных устройств к дому или автомобилю

B2B

- Видеонаблюдение WTTC
- IaaS/PaaS на Edge серверах - предложение для интернет-компаний



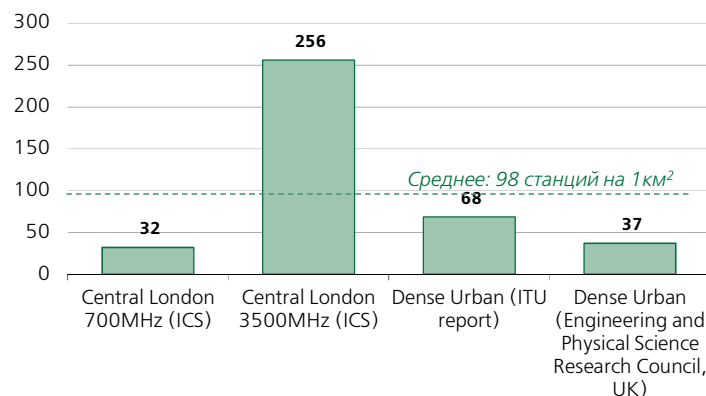
Массовое внедрение 5G потребует выпуска дешевых смартфонов

Планы по выпуску смартфонов 5G

1П2019	2П2019	2020 и позже
Samsung (Galaxy S10/S10+)	Google (Pixel 4)	Apple (iPhone)
Huawei (Mate X, P30 Pro)	HTC (U13)	Nokia/HMD (?)
Honor (V20 5G)	ZTE (?)	
LG (G8 ThinQ)		
Sony Xperia		
OnePlus (OnePlus 7 5G)		
OPPO (OPPO R15 5G)		
Xiaomi (Mi MIX 3 5G)		
Lenovo (MOTO Z3)		

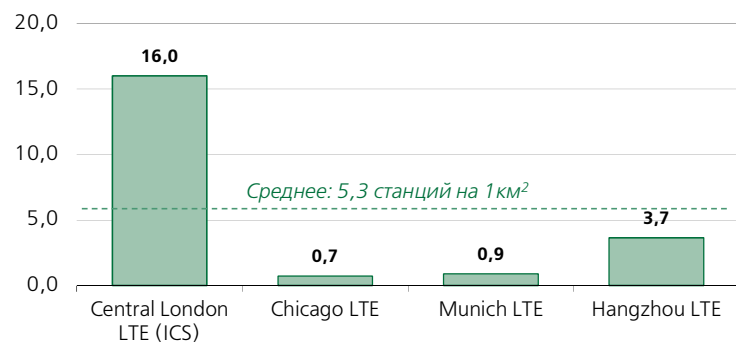
Плотность установки базовых станций на 1 км² для 5G и LTE

Количество базовых станций 5G на 1 км² (застройка Dense Urban)



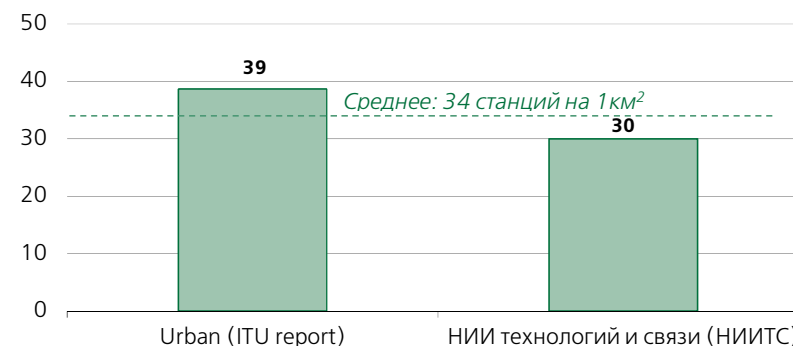
Источник: Institute of Communication Systems (ICS) University of Surrey UK, International Telecommunication Union, Engineering and Physical Science Research Council (UK)

Количество базовых станций LTE на 1 км² (застройка Dense Urban)



Источник: Institute of Communication Systems (ICS) University of Surrey UK, www.quora.com

Количество базовых станций 5G на 1 км² (застройка Urban)



Источник: International Telecommunication Union, Национальный исследовательский институт технологий и связи (НИИТС)

- Сравнение плотности установки базовых станций (БС) на 1 км² полученной из различных источников показывает, что:
 - Для застройки Dense Urban плотность установки базовых станции 5G должны быть примерно в 18 раз чаще, чем в сети LTE Dense Urban
 - Для застройки Urban плотность установки базовых станции 5G должны быть примерно в 6 раз чаще, чем в сети LTE Dense Urban

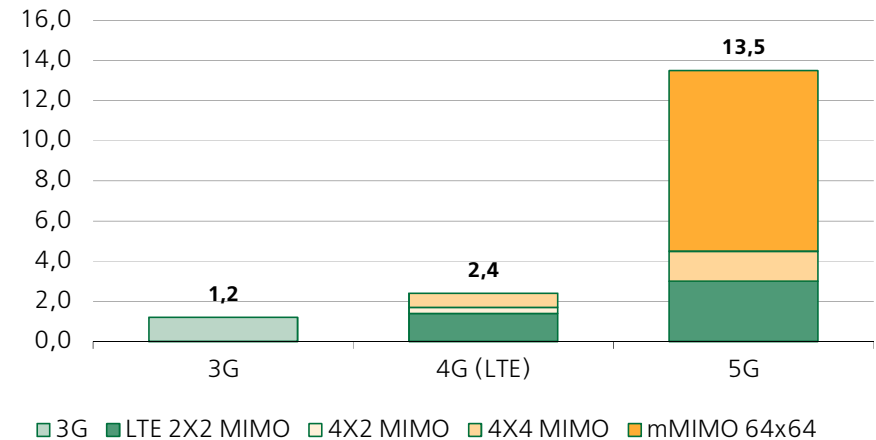
Факторы роста спектральной эффективности сетей 5G

Ключевые факторы высокой скорости сетей 5G

- Уплотнение сети за счет более плотной установки базовых станций и микросот;
- Использование более широкой полосы спектра для работы сетей 5G;
- Уплотнение пакетов передаваемых данных за счет использования более современной технологии передачи данных QAM256;
- Использования мощных MIMO антенн вместе с более широкой полосой спектра.



Спектральная эффективность 5G (в бит/с/Гц) в сравнении с 3G и 4G: использование MIMO 64x64 дает существенный рост эффективности



Источник: данные Nokia Solutions and Networks, Rysavy Research

Зависимость спектральной эффективности от антенны и других характеристик

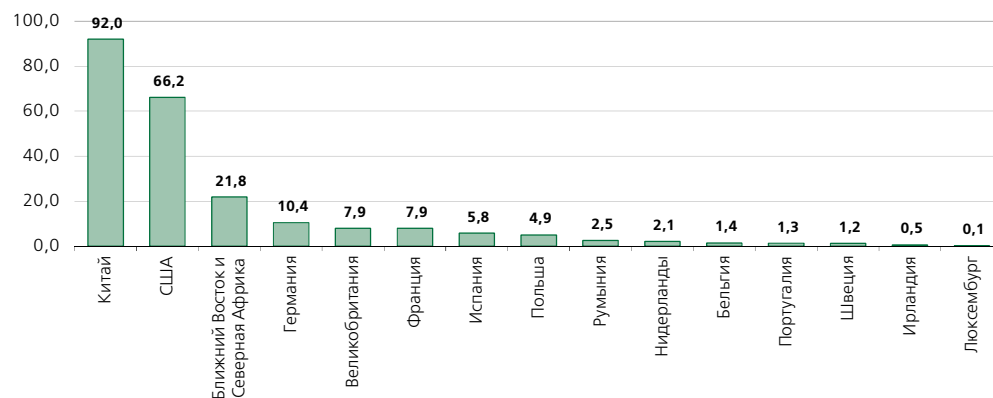
Спектр	Ширина полосы	Антенна	Спектральная эффективность	
			LTE, бит/с/Гц	5G, бит/с/Гц
<1ГГц	10 МГц	2x2MIMO	2,0	3,0
2ГГц	20 МГц	4x4MIMO	3,0	4,5
3,5ГГц	100 МГц	mMIMO 64x64	7,5	13,5

Источник: данные Nokia Solutions and Networks

Кап. затраты на 5G по странам и регионам мира – существенного роста кап. затрат к выручке в ближайшие годы не прогнозируется



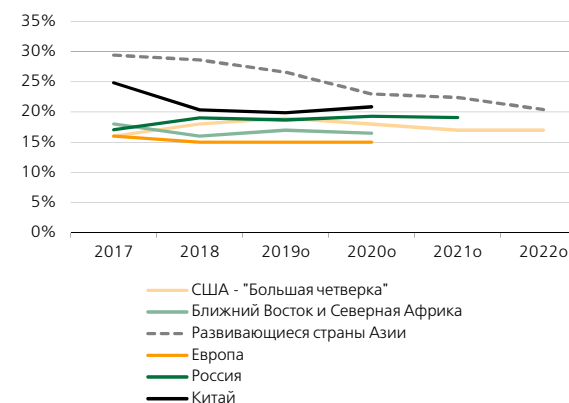
Капитальные затраты на строительство сетей 5G в 2019-20гг. по странам и регионам мира, в млрд. долл. США



Источник: Company data, Boston Consulting Group, European Commission, Goldman Sachs Research, GSMA Intelligence

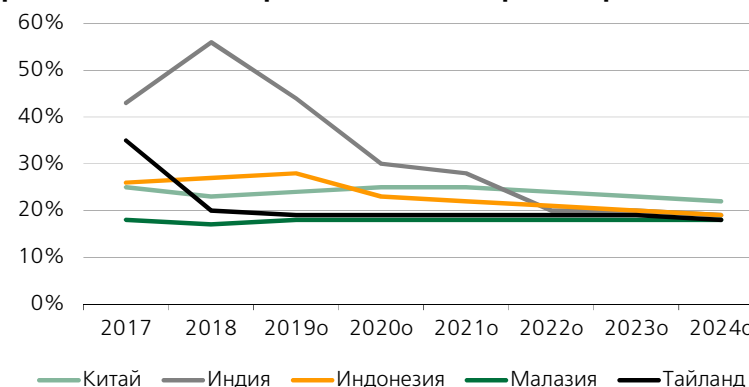
- В большинстве стран капитальные затраты на сети 5G растянуты во времени и не несут с собой существенного риска увеличения кап. затрат в ближайшие годы по сравнению с историческим средним уровнем показателя кап.затраты/выручка.
- Китай и США лидируют среди остальных стран по запланированным кап. затратам на 5G, и имеют сопоставимые объемы планируемые на 2019-20гг - в Китае 92 млрд. долл. США, а в США 63 млрд. долл. США
- В остальных странах, особенно в ЕС кап. затраты укладываются в диапазон 5-10 млрд. долларов на страну, как Германия или Франция
- В России пока предполагается начать строительство сети 5G не ранее 2020г.

Капитальные затраты/выручка (%) мобильных операторов по странам и регионам мира: история и прогноз 2019-22



Источник: Company data, Buddecom, JPM, Credit Suisse, ING TMT&H Research, Goldman Sachs Research, GSMA Intelligence, Sberbank CIB Investment Research

Капитальные затраты/выручка (%) мобильных операторов в развивающихся странах Азии: история и прогноз 2019-22



Источник: Company data, Buddecom, JPM, Credit Suisse, ING TMT&H Research

Стоимость частот для 5G в России в сравнении со стоимостью частот в других странах



Диапазон и ширина спектра для использования 4G (фактически в России) и 5G (мировой опыт)

Поколение связи	Ширина спектра	Диапазон
4G фактически используется в РФ	20 МГц	2,5-2,6 ГГц
5G мировой опыт	40-100 МГц	3,4-3,8 ГГц
5G мировой опыт	400 МГц	25,25-27,5 ГГц

- Верхний диапазон спектра 3,4-3,8 ГГц в России пока не рассматривается. Он используется для выполнения специальных задач.
- По мировой практике для развертывания 5G это самый перспективный диапазон частот

*Источник: данные Спектрум Менеджмент

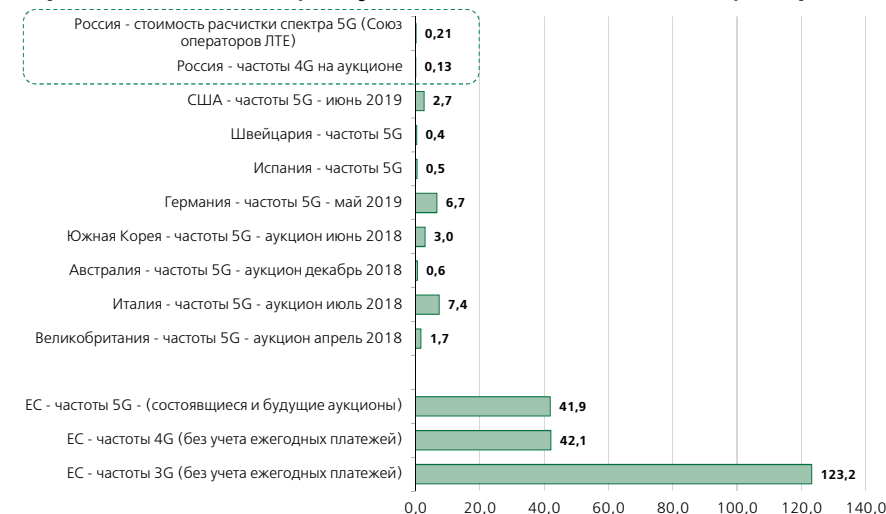
Предлагаемый расчет ежегодной платы за спектр 5G для всех операторов (предложение Минкомсвязи)

Диапазон	Ширина спектра	Плата, млрд. руб
4,80 - 4,99 ГГц	190 МГц	4,8
25,25 - 29,5 ГГц	2250 МГц	57,0
27,5 - 29,5 ГГц	2000 МГц	50,6
3,4 - 3,8 МГц	400 МГц	пока не рассматривается
Итого ежегодная плата за спектр		112,4

- Минкомсвязи предлагает ввести в методику расчета платы понижающие коэффициенты, который способны снизит ее до 1,3 млрд. руб.
- Ежегодная плата за спектр 4G (LTE) всех операторов в РФ составляет 25 млрд. руб. в год (расчеты Tele2)

*Источник: данные Минкомсвязи

Стоимость частотного спектра 5G и 3G/4G в ЕС в целом, в отдельных странах и в России (без учета ежегодных платежей), млрд. долл. США



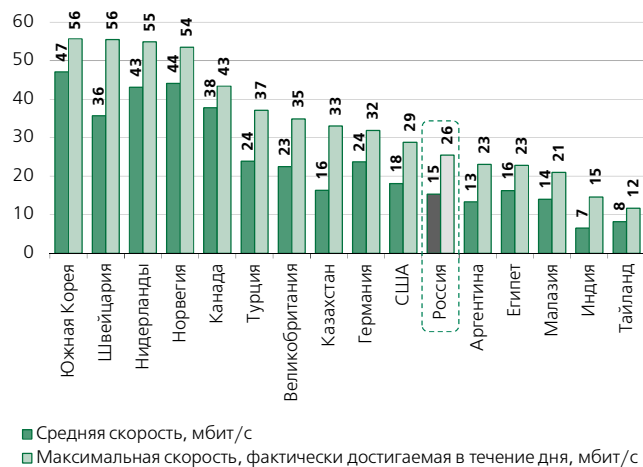
*Источник: Analysys Mason, CNews, Роскомнадзор, Boston Consulting Group, European Commission, ING TMT&H Research, Moody's, Fitch Ratings, businessinsider.com

- Стоимость предоставления спектра частот для 5G имеет различный уровень по странам мира – наиболее высокие платежи за спектр отмечены в ЕС и отдельных европейских странах по итогам уже состоявшихся аукционов. Это также относится и к историческим данным по платежам за спектр 4G и 3G.
- В России по итогам конкурсов на частоты 4G операторы совокупно заплатили около 8,2 млрд. руб. (данные Роскомнадзора) или порядка 130 млн. долл. США
- Оценка стоимости расчистки спектра 5G в России (Союз операторов LTE) – порядка 11,8-16 млрд. руб.

Скорость передачи данных в сети сильно зависит от загрузки в разное время суток и существенно различается по городам мира



Средние и максимальные скорости в сетях LTE по странам мира в 2018г.

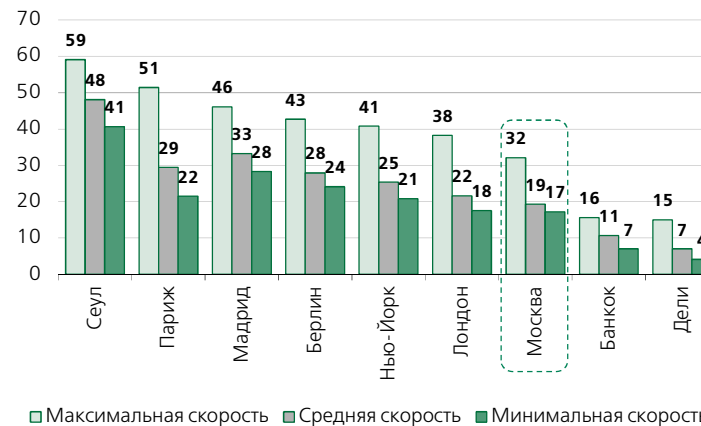


■ Средняя скорость, мбит/с

■ Максимальная скорость, фактически достигаемая в течение дня, мбит/с

Источник: данные Opensignal

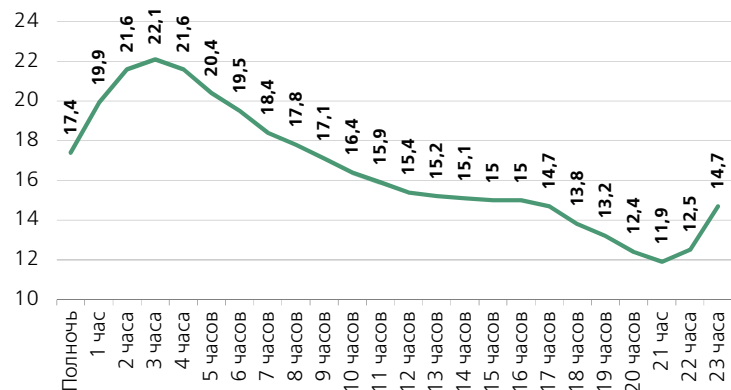
Максимальная, минимальная и средняя скорость в разных городах мира в течение суток (февраль 2019г.) Мбит/с



■ Максимальная скорость ■ Средняя скорость ■ Минимальная скорость

Источник: данные Opensignal

Скорость в сетях LTE по миру по часам суток, Мбитс



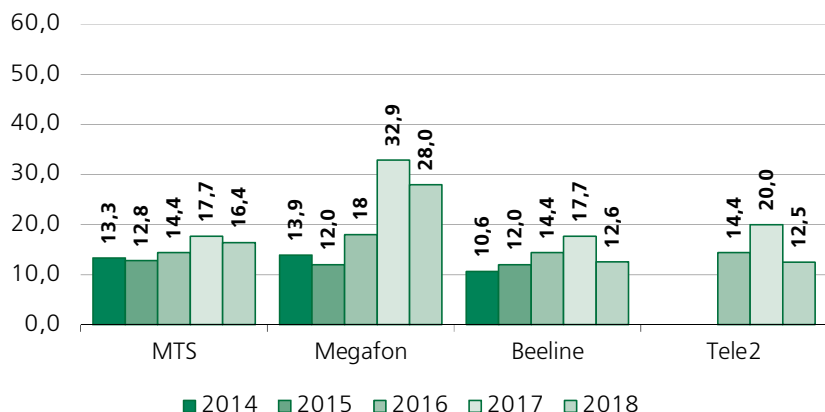
Источник: данные Opensignal

- По данным анализа скоростей в сетях LTE от Opensignal Россия находится в целом в середине выборки стран, демонстрируя среднюю скорость порядка 15 Мбит/с и максимальную, фактически достигаемую в течение дня скорость – 26 Мбит/с
- По данным анализа скоростей в сетях LTE от Opensignal в крупнейших городах мира имеют место существенные различия по фактической скорости, достигаемой в сети LTE в течение дня в зависимости от ее загрузки и качества
- Разница между максимальной и минимальной скорости в сети LTE может достигать более 3,5 раз как в Дели или порядка 45% как в Сеуле. В Москве разница составляет 87% между максимальной и минимальной скоростями, и 66% между максимальной и средней скоростью.
- Разница между максимальной и минимальной скоростью в сетях LTE в среднем по миру составляет порядка 46%.

Низкая средняя скорость в сетях LTE в Москве предположительно обоснована низким уровнем жизни населения и невысоким ARPU

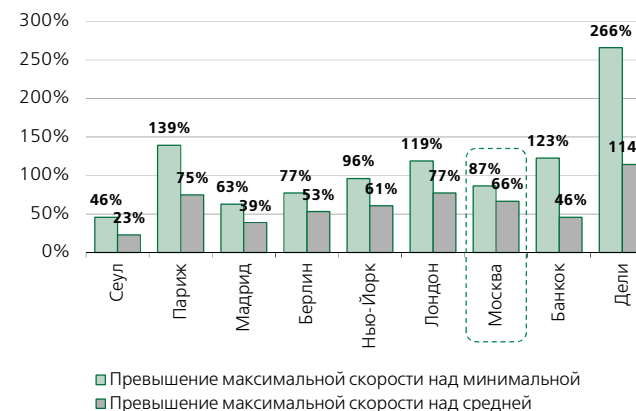


Средняя скорость в сетях операторов LTE в Москве, Мбит/с



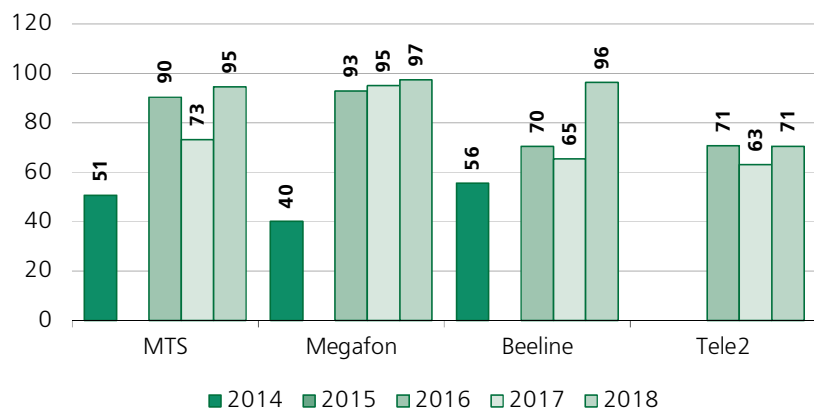
Источник: данные портала Telecom Daily и СМИ

Разница между максимальной скоростью и минимальной и средней скоростью за день по городам мира (февраль 2019г.)



Источник: данные Opensignal

Максимальная скорость в сетях операторов LTE в Москве, Мбит/с



Источник: данные портала Telecom Daily и СМИ

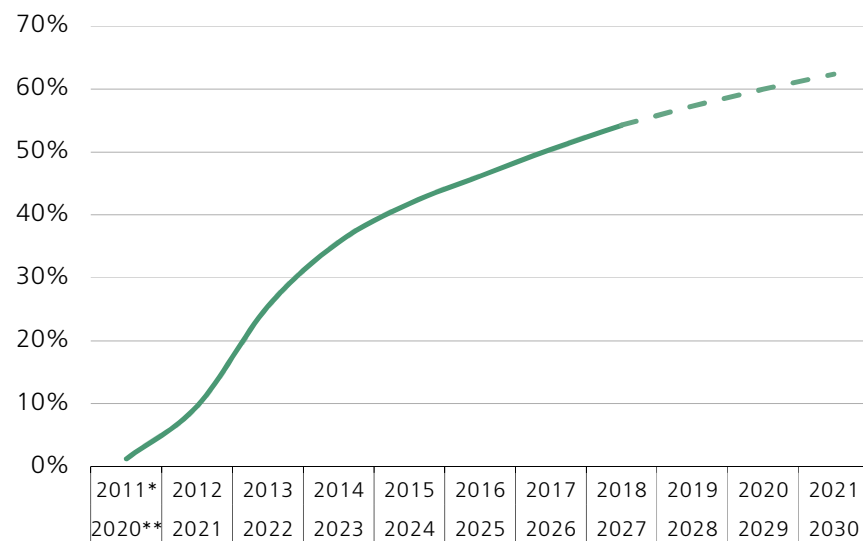
- По данным портала Telecom Daily средняя скорость, измеренная в сетях российских операторов в Москве в целом совпадает с данными Opensignal по России (порядка 15 Мбит/с), а максимальная скорость достигаемая у операторов в Москве (порядка 90 Мбит/с) существенно выше, чем в среднем по России (порядка 26 Мбит/с).
- Скорость в сети растет в начале запуска и развития сети, стабилизируется по мере роста загрузки сети и начинает падать.
- По соотношению максимальной и минимальной и средней скоростей Москва стоит на одном уровне с другими крупными городами мира.
- В целом, низкая средняя скорость в сетях LTE в Москве, предположительно, обусловлена низким уровне жизни населения и как следствие низким ARPU

Источник: Расчеты Аналитического хаба Сбербанка на основе площади покрытия и плотности установки базовых станций из Концепции 5G Союза операторов LTE

В базовом сценарии проникновение смартфонов с 5G достигнет 50% не ранее 2026 года.



Проникновения смартфонов в России, моделирование проникновения 5G исходя из предположения об одинаковой динамике



* временная шкала для динамики проникновения смартфонов

** временная шкала для динамики проникновения 5G

Источник: М.Видео, Росстат, WEB-Index, Sberbank CIB Investment Research