

Содержание:

image not found or type unknown



Введение

Всего несколько лет назад технология **LTE** (Long Term Evolution) была диковинкой, доступной лишь в единичных, наиболее продвинутых, странах. Сегодня ей пользуется большая часть мира, включая Россию, и мы уже начинаем привыкать к возможности спокойно смотреть онлайн-видео в дороге. Но прогресс не стоит на месте. Заглянем за горизонт и представим, каким будет мобильный интернет в ближайшем будущем. Что придет на смену LTE?

1. Зарождение LTE

Технологии развиваются стремительными темпами, причем в совершенно разных областях человеческой деятельности: в медицине, потребительской электронике, энергетике и, конечно же, в мобильных телекоммуникациях. Сегодня смотреть видео в YouTube на своем смартфоне, находясь где-то посреди города, а то и на даче, и используя для этого мобильную сеть, — вполне нормально и привычно. А ведь какие-то 10 лет назад о такой роскоши мало кто мог мечтать даже на проводном домашнем Интернете. Получить среднюю скорость по воздуху в 5–10 Мбит/с — да легко! Но те же 10 лет назад иметь доступ в Интернет на скорости 256–512 Кбит (в 20 раз меньше) в домашних условиях — это было роскошью, доступной единицам. О мобильном интернете того времени и вспоминать не хочется.

Россия стала одной из первых стран, где стараниями Yota была запущена коммерческая LTE-сеть. Это случилось в 2011 году, но тогда работало всего 11 базовых станций в окрестностях Москвы, и о каком-то массовом внедрении технологии говорить было рано. Количество смартфонов с поддержкой LTE на российском рынке тогда стремилось к нулю. А вот в 2014 году состоялся уже полномасштабный запуск мобильных сетей четвертого поколения с участием операторов Большой тройки. Даже в сравнении с весьма шустрым 3G и HSPA+,

новая технология продемонстрировала чудеса скорости, и, казалось бы, большего и не надо. Тем не менее уже сейчас происходит разработка и планомерное внедрение еще более продвинутых мобильных технологий.

2. Ближайшее будущее. LTE-Advanced



Как-то мы привыкли воспринимать LTE в качестве 4G-стандарта, то есть это якобы мобильные сети четвертого поколения, что не совсем правда. Виной тому реклама. На самом деле по своим скоростным характеристикам данный стандарт не дотягивает до технических требований, которые консорциум **3GPP** и **Международный союз электросвязи** (МСЭ, ITU) приняли для нового поколения сотовой связи. Но внушительное маркетинговое давление и улучшения, которые внесли HSPA+, LTE и уже забытая WiMAX вынудили МСЭ дать разрешение на маркировку упомянутых технологий как 4G. Но все-таки правильной LTE было бы называть поколением 3,5G, а вот **LTE-Advanced** уже полноценно удовлетворяет требованиям ответственных организаций и действительно является стандартом 4G. Но чтобы не было путаницы, его называют **True 4G** (Настоящий 4G) и именно эта технология в самое ближайшее время массово придет на смену LTE.

Для начала, давайте рассмотрим скоростные характеристики LTE-Advanced в сравнении с LTE. Последняя **в радиоусловиях, близких к идеальным, позволяет достигать пиковых скоростей в 150 Мбит/с, на практике в городских условиях это почти всегда до 50 Мбит/с**, что тоже круто. К сожалению, пиковая скорость для LTE весьма редкое явление в нашем мире, и чем больше будет количество абонентов в сети, тем дальше реальные скорости будут от пиковых. В свою очередь скорость загрузки данных в сети LTE-Advanced может достигать в пике и 1 Гбит/с (во время демонстрационных испытаний достигалась реальная скорость в 450 Мбит/с), хотя в реальности не стоит рассчитывать более чем на 100 Мбит/с, да больше пока и не надо.

	3G	WiMax	HSPA+	LTE	LTE Advanced
Peak rate	3 Mbps	128 Mbps	168 Mbps	300 Mbps	1 Gbps
Download rate (actual)	0.5 – 1.5 Mbps	2 – 6 Mbps	1 – 10 Mbps	10 – 100 Mbps	100 – 300 Mbps
Upload rate (actual)	0.2 – 0.5 Mbps	1 – 2 Mbps	0.5 – 4.5 Mbps	5 – 50 Mbps	10 – 70 Mbps

Важнее тот факт, что рассматриваемая технология позволяет более эффективно использовать сотовую сеть и оперативно наращивать ее пропускную способность массой способов. То есть, операторы смогут легко и довольно быстро улучшить качество работы своих сетей, используя уже существующие мощности и дополняя их недорогими базовыми станциями. Все оборудование уже доступно и досконально изучено.

Технически LTE-Advanced нельзя назвать чем-то совершенно новым, так как, по сути, в этой инициативе объединено несколько технологий, доступных на рынке уже несколько лет:

- **Carrier Aggregation** — объединение несущих.
- **Coordinated Multipoint** позволяет устройству подключаться одновременно к нескольким базовым станциям и повышать скорость передачи за счет скачивания или загрузки данных в несколько потоков.
- **Enhanced MIMO** — использование нескольких приемных и нескольких передающих антенн. В данном случае это поддержка MIMO 8×8 в нисходящем канале (от базовой станции к мобильным станциям) и MIMO 4×4 в восходящем

канале (от мобильной станции к базовой станции).

- **Relay Nodes** — поддержка узлов ретрансляции. Они позволяют эффективно закрыть «дырки» в покрытии и улучшить радиоусловия для пользователей, находящихся на границах соты.

Все вместе эти технологии позволяют повысить скорость мобильного интернета, улучшить стабильность соединения и, вообще, сделать работу в Сети значительно комфортнее, включая условия, когда вы перемещаетесь на большой скорости (например, в автомобиле, автобусе или в поезде). Последний нюанс является очень серьезным ограничением для 3G-сетей, так как сильно снижает качество связи. Кроме того, LTE-Advanced обеспечивает минимальные задержки при передаче пакетов, вплоть до **5 мс**. То есть вы можете через мобильную сеть комфортно играть в онлайн-игры.

Что касается передачи голоса, то, как и в случае с LTE, есть возможность работать в режиме VoIP или параллельно использовать для этого сети 2G/3G. Именно последний вариант прижился в России, хотя ведутся работы для перехода на более продвинутый VoLTE (то есть VoIP).

Основная причина для быстрого внедрения LTE-Advanced — это возможность использования существующих сетей и оборудования для развертывания True 4G. Более того, **Yota** первой в мире запустила эту технологию на коммерческой сети, что произошло еще в 2012 году. В работу было вовлечено 12 базовых станций, что, конечно, не смогло обеспечить пользователей преимуществами технологии. В феврале 2014 года **МегаФон** запустил сеть LTE-Advanced в пределах Садового кольца Москвы, объединив полосы в одном диапазоне, что хорошо влияет на увеличение максимально возможной скорости, но слабо отражается на опыте пользователя (эти максимальные скорости остаются доступными только в условных 30 метрах от БС). А в августе того же года оперативно сработал **Билайн** и запустил в Москве сеть LTE, объединяющую полосы из 2х диапазонов — Band 7 (2,6 ГГц) и Band 20 (800 МГц) — с максимальной скоростью до **115 Мбит/с** в направлении к абоненту (это около 14 Мбайт/с — как дома на проводе). Объединение в один канал полос из высокого и низкого диапазонов является идеальным проявлением LTE-Advanced: позволяет сочетать высокие скорости с хорошим покрытием. Именно возможность объединения и одновременного использования нескольких частот лежит в основе рассматриваемой технологии. Сейчас на практике это возможно для 2 или 3 диапазонов, в будущем оператор сможет объединять все свои имеющиеся частоты для организации канала связи с одним абонентом.

Сети LTE-Advanced активно разворачиваются уже сегодня и их возможностей должно хватить надолго. Фактически задача операторов сейчас — не сбавлять темп, наращивать парк оборудования, повышать качество предоставляемых услуг и расширять покрытие своих сетей. При достаточно высокой плотности базовых станций LTE-Advanced вполне сможет заменить проводной домашний Интернет, и это дело ближайшего будущего.

Хотя, это будущее **уже доступно в крупнейших городах России**. В частности, вот как **Билайн** прокомментировал внедрение LTE-Advanced и развитие мобильных технологий в России в целом:

На сегодняшний день одна из технологий LTE-A – Carrier Aggregation (объединение несущих) доступна в сети Билайн на всей территории Москвы. И наши клиенты-обладатели смартфонов с поддержкой 4G+, уже активно ее используют. Однако LTE-A — это не только объединение частотных полос. Перспективы развития этого направления для нашей компании гораздо масштабнее! Наши сети уже сегодня готовы к запуску практически всех технологий, относящихся к LTE-A, осталось лишь дождаться появления на рынке абонентских устройств с их поддержкой.

Стоит заметить, что развитие этой технологии происходит параллельно с дальнейшим наращиванием мощности в сетях 3G и 4G. В 2014 году количество LTE-станций только в Москве увеличилось в 2,7 раза! Сеть 3G не только продолжает строиться, но и модернизируется. К примеру, DC-HSPA+ — это уже 42 Мбит/с, а не 3 или 7Мбит/с, как было несколько лет назад.

Если говорить о **внедрении LTE в других регионах России**, то ситуация несколько сложнее, чем в Москве, но компании работают и в этом направлении. Специалисты видят ситуацию следующим образом:

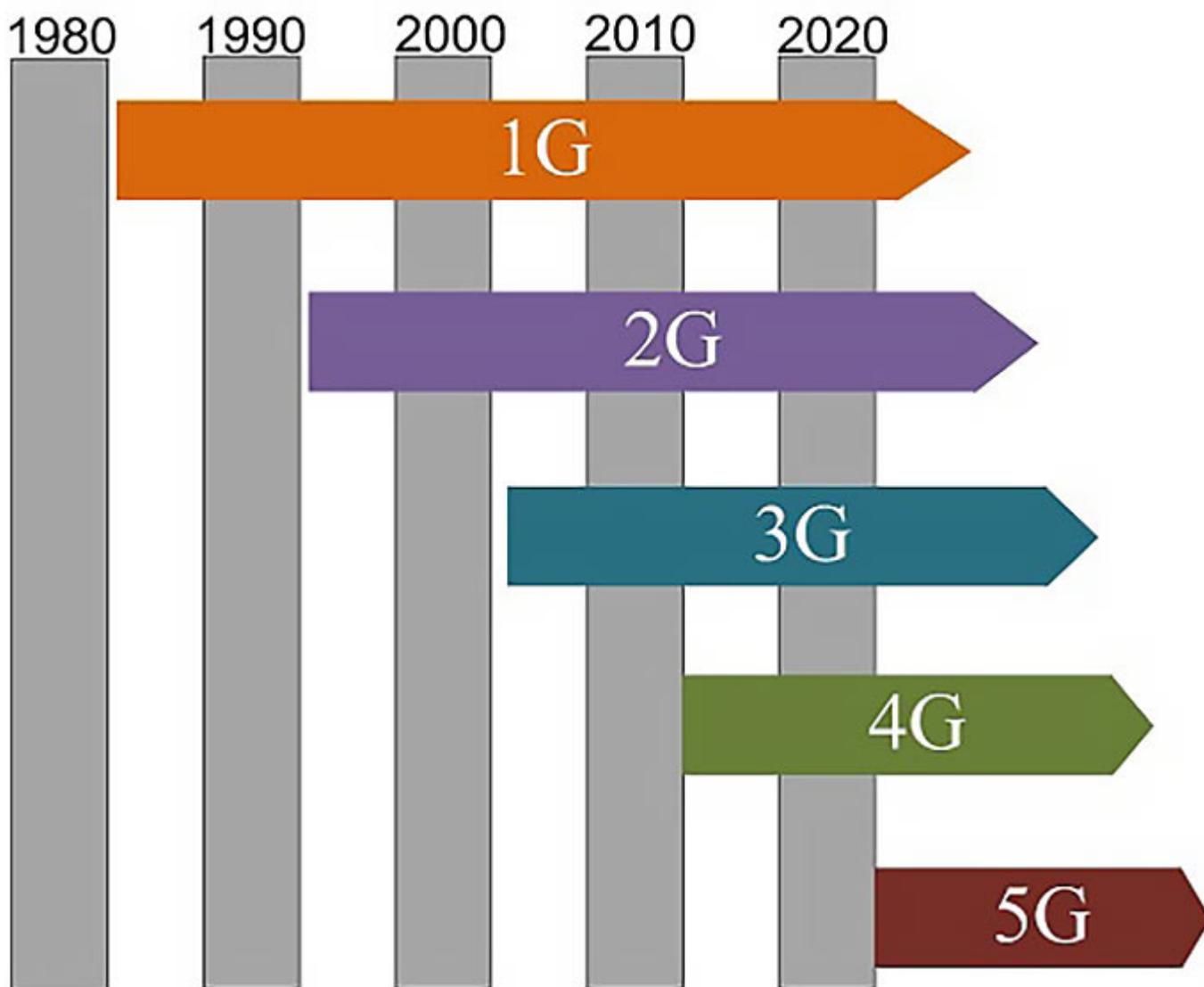
Как правило, распространение таких технологий зависит от двух важных факторов: наличие абонентских устройств, поддерживающих LTE-A российских частот, и непосредственно самих свободных частот. На данный момент российский рынок гаджетов не может похвастаться широкой линейкой смартфонов с поддержкой LTE-A, проще говоря, количество таких моделей можно пересчитать по пальцам. С другой стороны, есть и проблема наличия подходящих частот. Carrier Aggregation в идеальном виде — это объединение всех частот оператора. Однако частотами могут пользоваться военные и авиация. Поэтому запуск технологии LTE-A в других регионах зависит от мероприятий по освобождению частот. В настоящий момент технология работает на уже свободных частотах 800 диапазона

в Москве.

К слову, само название технологии Long Term Evolution переводится как «Долговременная эволюция», так что стандарт изначально разрабатывался на годы вперед, но человек не стоит на месте, и рано или поздно придут новые технологии, которые изменят мир. О них поговорим ниже.

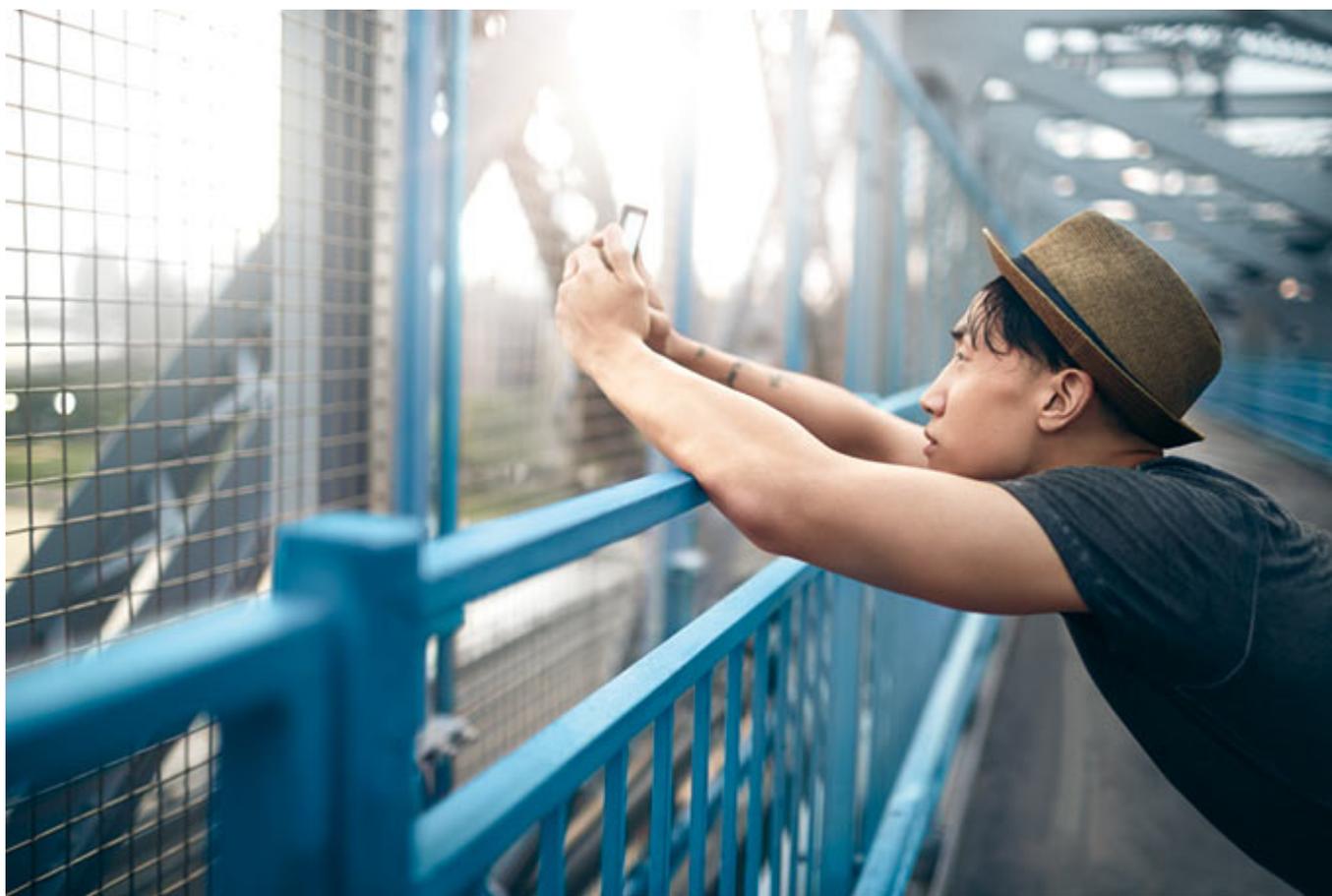
3. Следующий шаг, революционный

Следует ли нам ожидать в ближайшем будущем какого-то революционного прорыва в технологиях мобильной передачи данных? Например, отказа от традиционной архитектуры телеком-сетей, основы которой были заложены еще при разработке стандартов первых поколений (NMT, GSM)? Возможно, такой скачок произойдет после 2020 года с приходом мобильных сетей пятого поколения.



Что нам даст 5G? В первую очередь — это **очередной скачок в скорости обмена данными**, как минимум, на порядок. Кроме того, снизятся задержки при обработке запросов и значительно увеличится емкость сети (большее количество подключений и увеличенный объем передачи данных даже в рамках одной базовой станции).

Второй важный момент — фокусирование на абоненте, а не на базовых станциях. Сегодня если человек видит слабый сигнал сети, то он пытается переместиться поближе к базовой станции, чтобы повысить качество связи. А при максимально хорошем сигнале и минимальной нагрузке на Сеть пользователь все равно не получит максимум возможной скорости, а лишь некий усредненный вариант. Все дело в ограничениях технологии, которая не предполагает индивидуализацию абонентов. В сетях 5G ожидается применение так называемых умных антенн, способных менять диаграмму направленности в зависимости от потребностей абонентов в конкретных условиях. При минимуме абонентов данные к ним будут направляться по узконаправленному каналу, что повысит скорость передачи данных.



Дальнейшее развитие получит и **технология MIMO**. Сейчас в сетях LTE в основном используются конфигурации 2x2, то есть две антенны на передачу данных на базовой станции и две на прием на абонентском устройстве. В сетях 5G их количество планируется значительно увеличить для повышения скорости обмена данными. Другой способ сделать это – увеличить ширину частотного канала. Поскольку в используемых сейчас диапазонах частот операторам уже “тесно” (даже 20 МГц непрерывного спектра – это роскошь), необходим переход в более высокие диапазоны – вплоть до **миллиметровых волн** (30 ГГц и выше). Правда нужно помнить, что с увеличением рабочей частоты из-за особенностей распространения радиоволн уменьшается дальность связи, что может наложить ряд ограничений (уменьшается размер соты). С другой стороны, совсем нет необходимости делать сплошное покрытие во всех диапазонах.

Естественно, новые мобильные сети — это не только банальное наращивание пропускной способности и скоростей, но и эффективное использование доступных ресурсов. Например, реализация концепции **device-to-device** (устройство-к-устройству). Знакома ситуация, когда люди находятся друг от друга на небольшом расстоянии, допустим, 10–20 метров, и при этом приходится общаться по телефону или же передавать данные через сотовую сеть. Упомянутая концепция предполагает взаимодействие устройств напрямую, а через Сеть будет проходить лишь тарификация вызовов, что сильно разгрузит базовые станции.

Безопасность для здоровья человека и энергетическая эффективность тоже являются важными элементами будущих сетей, но это уже детали.

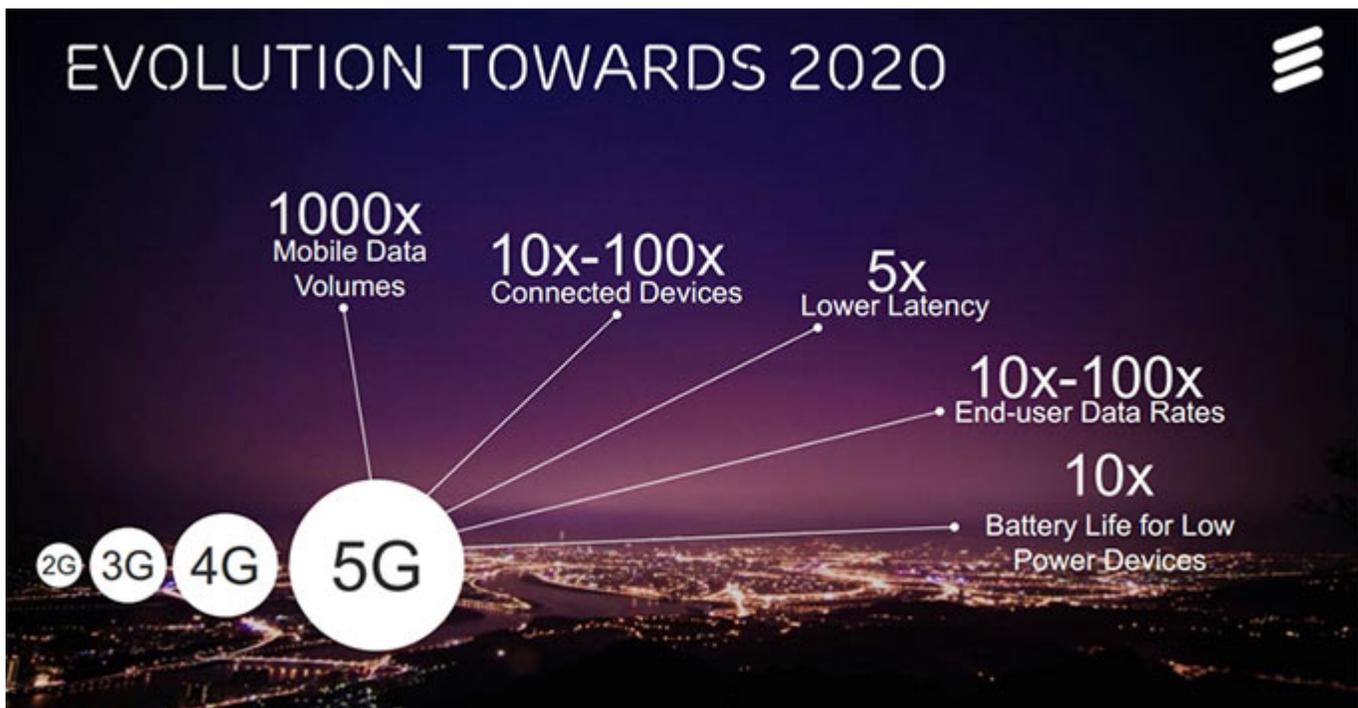
Что из 5G мы уже имеем сегодня? Огромную скорость передачи данных, которая пока достигается лишь в лабораторных условиях, но с этого начинались и все предшествующие стандарты. Так **Samsung Electronics** активно развивает собственный стандарт 5G, в рамках которого она добилась скорости передачи данных в **7,5 Гбит/с** (940 МБ/сек) при стационарном соединении и **1,2 Гбит/с** (150 МБ/с) в автомобиле, передвигающемся со скоростью **150 км/ч**.

В мобильной сети пятого поколения корейская компания использует частоту **28 ГГц**, причем данное направление она развивает уже несколько лет. Первая публичная демонстрация состоялась в 2013 году, и тогда Samsung показала результат беспроводной передачи данных в сети 5G на уровне 1 Гбит/с — это был рекорд, который сейчас ей же и превзойден в 7,5 раз.



Не отстает от азиатов и Европа, в частности, компания **Ericsson** уже разработала ряд технологий, которые будут востребованы в будущих мобильных сетях. Речь о **5G-LTE Dual Connectivity** и **5G Multipoint Connectivity**. Первая позволяет устройству устанавливать связь с сетями LTE и 5G в режиме разовой коммутации для реализации бесшовного перехода между ними. Это важно для поддержки разных частотных спектров и эффективной одновременной работы двух стандартов. Учитывая потенциально небольшой размер сот 5G, не стоит рассчитывать на глобальное покрытие такими сетями в первые несколько лет их существования. Вот тут и пригодятся возможности бесшовной работы двух стандартов одновременно.

Что касается **5G Multipoint Connectivity**, то это уже одна из технологий только для нового стандарта. Она позволяет устройству подключаться одновременно к двум базовым станциям и повышать скорость передачи за счет скачивания данных в несколько потоков. Дело в том, что возможность наращивания мощности сетей за счет добавления разных типов базовых станций в случае с 5G будет использоваться еще более активно, чем в LTE-Advanced и 5G Multipoint Connectivity может стать ключевой технологией для повышения скорости обмена данными.



К сожалению, Samsung и Ericsson тянут одеяло каждый в свою сторону и используют разные технологии для передачи данных. У европейцев это базовые станции, работающие на частоте **15 ГГц**. Пока Ericsson смогла добиться в лабораторных условиях пиковой скорости **5 Гбит/с** в рабочей сети 5G.

А ведь есть еще китайская **Huawei** со своим собственным решением, но она пока по этому поводу не распространяется. В общем, в текущий момент мы вновь имеем несколько потенциальных стандартов 5G, которые в будущем могут лишь усложнить жизнь потребителями и производителям конечных устройств, если будут внедряться одновременно. С другой стороны, некоторые технологии нового поколения могут быть обкатаны на уже существующих сетях или же будут в них внедрены в ближайшем будущем. Более того, **Россия тоже принимает в развитии 5G активное участие:**

«ВымпелКом» на уровне группы компаний VimpelCom Ltd. активно участвует в формировании рекомендаций к стандартам сетей 5G в рамках NGMN и сотрудничает с основными поставщиками сетевого оборудования в этом направлении. О строительстве сетей 5G говорить еще преждевременно, так еще очень много открытых вопросов со стандартизацией. Но о внедрении в существующие сети элементов и механизмов, которые будут использоваться в сетях 5G, уже можно смело говорить. В частности, агрегация несущих из разных диапазонов и некоторые другие функции, которые будут являться основой сетей 5G, — это уже реальность для «ВымпелКома»

4. Глобальный Интернет

Брэнсон и его проект **OneWeb** предполагает запуск 700 спутников на низкую орбиту (1200 км) для обеспечения Интернетом труднодоступных мест на планете и стран третьего мира, в которых проблематично развивать традиционные мобильные и оптоволоконные сети. В целом же речь идет о глобальном доступе в Сеть, который можно будет использовать и в дремучих джунглях Амазонки, и на высоте тысяч метров над уровнем моря в горах, и на борту любых самолетов. Если проект стартует удачно, то количество спутников может быть увеличено до 2400. Правда, о технологиях, которые будут использоваться для обмена данными, Брэнсон не упоминает, но и тянуть резину с проектом он не намерен. Так что это могут быть уже имеющиеся наработки LTE-Advanced. В текущий момент бюджет проекта определен на уровне **\$2 млрд**.

В свою очередь **Илон Маск** никуда не спешит и заявляет, что его аналогичная затея стартует не ранее 2020 года, а вложить в нее он намерен не менее **\$10 млрд**. Идея такая же — окутать планету сетью из находящихся на низкой орбите спутников, но глава Tesla и SpaceX сразу говорит о глобальном Интернете, а не о покрытии Сетью труднодоступных мест. Кроме того, основная цель проекта — это обеспечение связью будущего марсианского города и заработок денег на его развитие. Да, Маск на мелочи не разменивается. Если уж делать электромобиль — то лучший в мире. Если создавать космические корабли, то сразу многократно и для путешествия на Марс.

Так вот, учитывая все сказанное выше, стоит рассчитывать на применение в спутниках Маска новейших телекоммуникационных технологий и вот они вполне могут стать основой для будущей глобальной Интернет-системы планеты.

Сегодня, когда мир стремится к глобализации, а Интернет виртуализирует многие процессы, еще совсем недавно доступные только в городах-миллионниках, этот вопрос [глобализации] особенно актуален. Технологии способны не только развивать бизнес и способствовать развитию общения. Их роль гораздо масштабнее. И одна из составляющих — социальная.

Зачем эта мобильная гонка нужна?

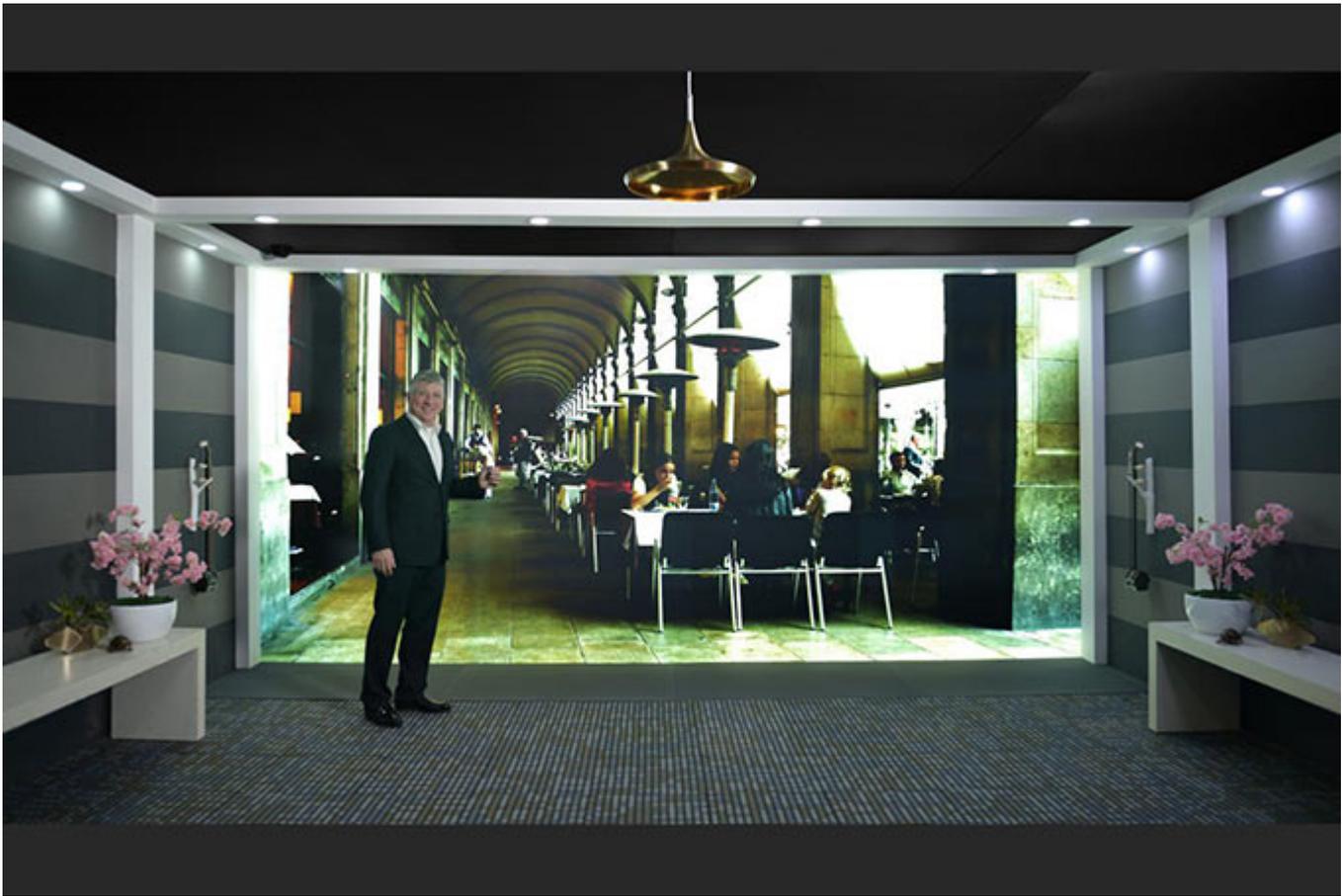
А зачем же нужны эти сети 5G, зачем тратить на них деньги, когда лучше пустить их на развитие уже доступных и работающих технологий? Ведь в теории LTE-Advanced может обеспечить пиковые скорости вплоть до 1 Гбит/с, а это уже намного больше того, что нам может дать даже проводной доступ в Сеть.

Дело в том, что растет не только качество медиаконтента, а значит и размеры файлов, но также развиваются интернет-сервисы, появляется все больше подключаемых к Сети вещей, реализуются новые способы взаимодействия людей и устройств, появляется больше потенциальных возможностей повысить качество жизни, но для них требуется более скоростное и эффективное беспроводное подключение к Интернету.

Вспомните об Интернете вещей. Уже сегодня чуть ли не каждый производитель бытовой техники считает своим долгом выпустить подключаемый к Сети продукт: пылесос, электрочайник, кофеварку, холодильник, термостат, замок от квартиры, где деньги лежат и т. п. А еще все активней продвигается тема умного дома, напичканного требующими постоянного подключения устройствами. Тащить во все концы света оптические кабели или другие провода — это не выход. Нужен высокоскоростной беспроводный доступ в Сеть, а также достаточно мощная инфраструктура для обеспечения миллионов подключений.

И это лишь верхушка айсберга. Загляните под воду, и вы увидите десятки всевозможных датчиков (трекеры физической активности, потребительские медмониторы и т. п.), напрямую включенных в Сеть, спецоборудование, которым можно управлять удаленно, что повысит уровень безопасности для людей (например, подключенные к Сети тормозные колодки поездов, системы управления самолетом и т. п.). В торговле тоже есть масса интересных ниш для повышения эффективности бизнеса и комфорта пользователей с помощью прямого и постоянного беспроводного подключения к Сети.

Еще один классный пример использования высокоскоростного беспроводного доступа — технология **Huawei MirrorSys**, когда с помощью большого экрана (диагональю дюймов эдак в 220), мощной акустики и сверхкачественной трансляции видео и звука реализуется эффект присутствия при общении с другими людьми и не только.



Не хотите заморачиваться с большими экранами, занимающими место, ок, воспользуйтесь шлемом виртуальной реальности, коих сейчас развелось много.

Как видите, сфер применения 5G много, и на этот раз речь уже не об эволюции в мобильной области, а о революции, которая способна кардинально изменить нашу жизнь. Самое главное, что такие изменения произойдут не когда-то там в далеком будущем, а в ближайшие годы.