

Мировой сетевой трафик: настоящее и будущее

Всем известен Олимпийский девиз "Citius, Altius, Fortius!", дословно означающий "Быстрее, Выше, Сильнее!". Современные телекоммуникационные сети в определенной манере также пытаются придерживаться данного лозунга, но по-своему. Для них этот девиз можно немного подкорректировать, скажем, в выражение "Быстрее, Дальше, Больше", что означает: 1) постоянное стремление увеличить пропускную способность одного канала; 2) стремление увеличить протяженность регенерационного участка сети; 3) стремление увеличить общую емкость систем передачи с помощью различных методов уплотнения каналов.

Честно говоря, еще полгода назад были планы написать статью о возможностях современных сетей, т.е. каких максимальных скоростей (рекордов) достигли на сегодняшний момент системы передачи. Сейчас наконец-то появилось время дописать данную статью. Однако, прежде чем говорить о возможных скоростях передачи, необходимо сначала рассмотреть текущие запросы потребителей – какой объем трафика генерируется сегодня во всем мире и чего ожидать нам в будущем.

В данной статье мы рассмотрим конкретные цифры по объемам передаваемых в настоящее время данных во всем мире, а также познакомимся с прогнозами на ближайшие годы.

Представленные диаграммы прогнозов роста трафика опубликованы на официальном сайте компании Cisco, с обновлениями от 7 февраля 2017 г [1]. Сразу отметим два момента. Во-первых, все цифры относятся не к определенной взятой стране или континенту, а к общемировому трафику. Во-вторых, приведенные ниже цифры в большинстве своем относятся к 2016 г., поэтому во избежание постоянного дублирования мы не всегда будем приводить это уточнение.

Согласно исследованиям компании Cisco, в 2016 г. трафик в мобильных сетях в сравнении с 2015 г. вырос на 63%. Если говорить в абсолютных значениях, то в конце 2016 г. он достиг уровня 7.2 эксабайт в месяц (в конце 2015 года эта цифра составляла 4.4 эксабайта). Чтобы все понимали, о какой цифре идет речь, напомним, что 1 эксабайт (Эбайт, ЭБ) равен 10^{18} Байт, что соответствует одному миллиарду гигабайт (ГБ) или одному миллиону терабайт. Аналитики из Калифорнийского университета утверждают, что человечеству потребовалось 300 тысяч лет, чтобы создать первые 12 эксабайт информации, зато вторые 12 эксабайт были созданы всего за несколько лет, начиная с 2005 г. [2].

Скорость передачи данных в сетях мобильной связи увеличилась более чем в 3 раза. В целом по земному шару средняя скорость загрузки данных через сотовую сеть в 2016 году составила 6.8 Мбит/с (в 2015 г. она составляла 2,0 Мбит/с).

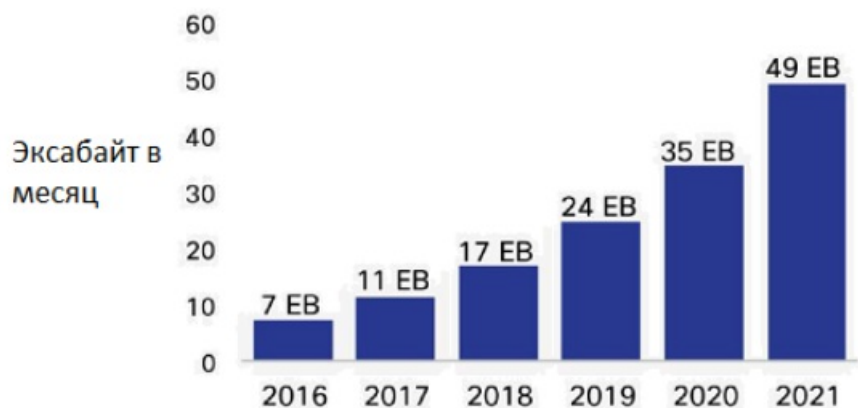


Рис. 1 – Прогнозирование роста мобильного трафика

В 2016 г. в мире появилось почти пол миллиарда (429 млн.) новых мобильных устройств. Большая часть – смартфоны, на втором месте M2M-модули. Таким образом, число мобильных устройств в мире увеличилось до 8,0 млрд.

Смарт-девайсы составляют 46 процентов от общего числа мобильных устройств; на них приходится 89 процентов всего мобильного трафика. (Здесь под смарт-девайсами подразумеваются устройства с развитыми мультимедийными и вычислительными возможностями, поддерживающие возможность подключения как минимум к сети 3G).

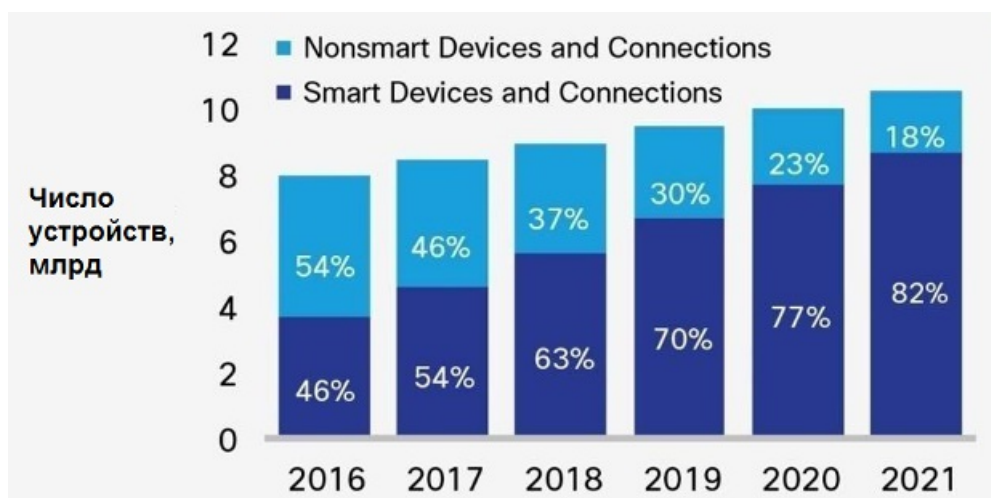


Рис. 2 – Прогноз увеличения числа смарт-устройств (без учета M2M-модулей)

Доля пользователей смартфонов (наиболее распространенного класса смарт-устройств) выросла на 38%. Средняя величина трафика, приходящегося на одного владельца смартфона, составила 1614 Мбайт в месяц (в 2015 г. эта цифра составляла 1169 Мбайт). В то же время смартфоны (в том числе фаблеты) составляют лишь 45% от общего числа мобильных устройств в мире, но доля приходящегося на них трафика составляет 81% от общего мобильного трафика. По состоянию на 2016 год на один смартфон приходится в 49 раз больше сетевого трафика (1614 МБ в месяц), в сравнении с обычным сотовым телефоном (в среднем на один такой телефон приходится 33 МБ в месяц). Обычные сотовые телефоны по-прежнему составляют 47% от всех мобильных телефонов.

Количество планшетов, подключенных к мобильному интернету увеличилось на 26% (составило 184 млн), а соответствующее количество ПК выросло на 8% (увеличилось до 136 миллионов). Средний объем данных, потребляемый в месяц одним пользователем ПК/планшета, составил 3392 МБ. Напомним, что для пользователей смартфонов эта цифра составляет 1614 МБ.

Объем данных, приходящийся на пользователей мобильных устройств с операционной системой iOS (айфоны, айпады), превысил соответствующую величину для операционной системы Android. К концу 2016 года, средний объем данных для устройств с iOS составил 4.8 ГБ в месяц, для устройств с Android – 3.2 ГБ в месяц.

Также стоит отметить, что к 2016 году уже 43% мобильных устройств поддерживают протокол IPv6.

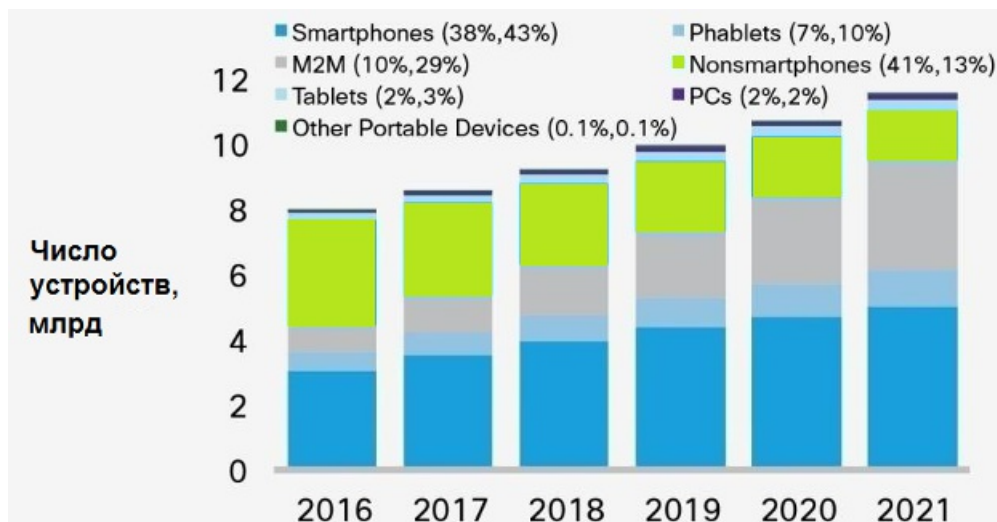


Рис. 3 – Прогноз увеличения числа электронных устройств

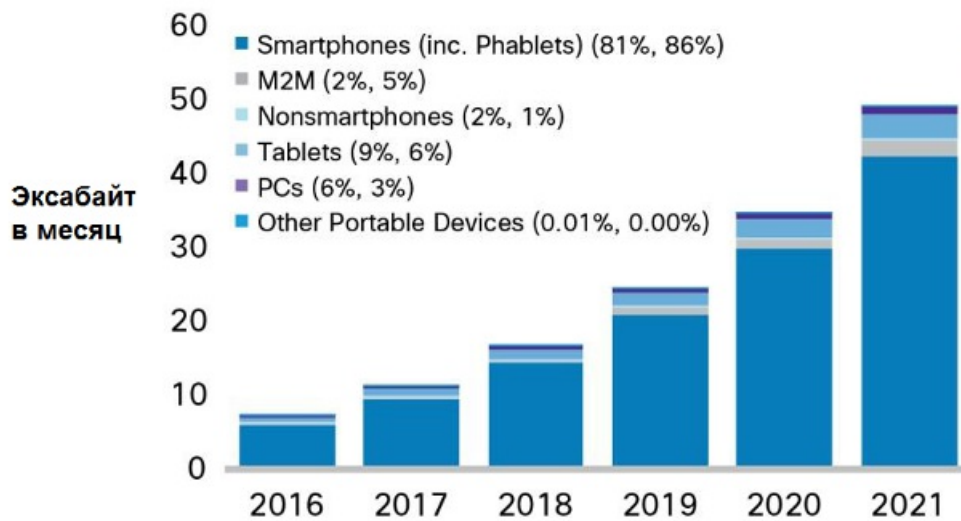


Рис. 4 – Прогноз увеличения мобильного трафика по типам электронных устройств

Во всем мире насчиталось 325 миллионов устройств, которые можно отнести к категории M2M. Из них 11 миллионов подключаются через сотовые сети. Чтобы оценить долю M2M-модулей от общего количества устройств, сравните рисунок 2 с рисунком 5.

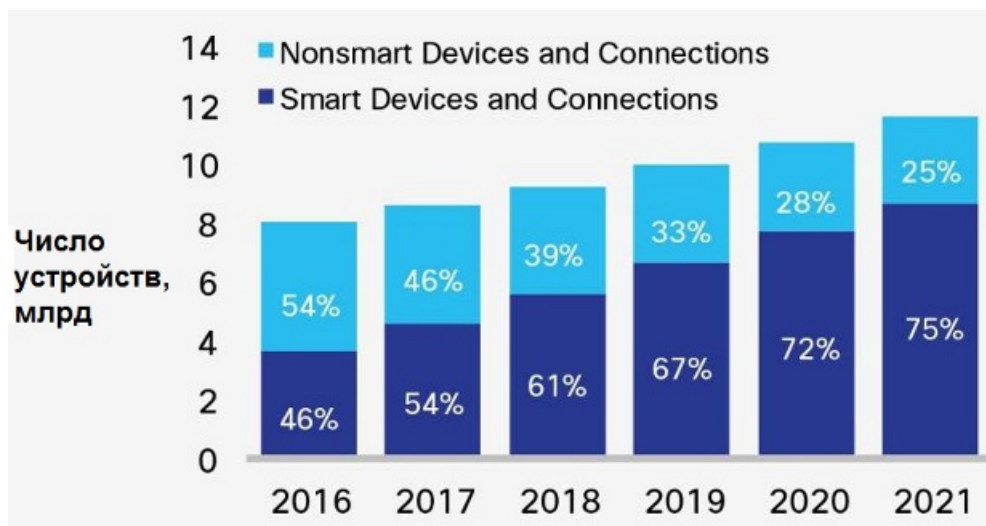


Рис. 5 – Прогноз увеличения числа смарт-устройств с учетом M2M

Сети 3G и 3.5G по числу зарегистрированных устройств обгонят сети 2G только к 2018 г. Также в 2018 г. произойдет другой важный момент, когда 4G превзойдет 3G и все другие поколения мобильной связи вместе взятые. К 2021 г. 53 % от всех устройств в мире будут поддерживать 4G (см. рисунок 6).

Сетевой трафик, приходящийся на сети четвертого поколения (4G), в прошлом году составил 69% от общего мобильного трафика. Это несмотря на то, что сети 4G составляют только 26% от общего объема всех мобильных сетей. В то же время сети 3G составляют 33% от всей мобильной связи и на них приходится 24 % всего трафика. Таким образом, в 2016 году объем трафика в сетях 4G был почти в четыре раза больше, чем в сетях 3G.

Прогнозируется, что с появлением в 2020 г. сетей 5G произойдет их резкий взлет и за 1 год количество пользователей сетей 5G увеличится более чем на тысячу процентов – от 2.3 миллионов в 2020 г. до 25 миллионов в 2021 г. Так как в представленные будущие годы доля 5G сетей будет очень мала, на рисунке 6 представлены совместные результаты для сетей 4G и 5G, которые обозначены как 4G+.

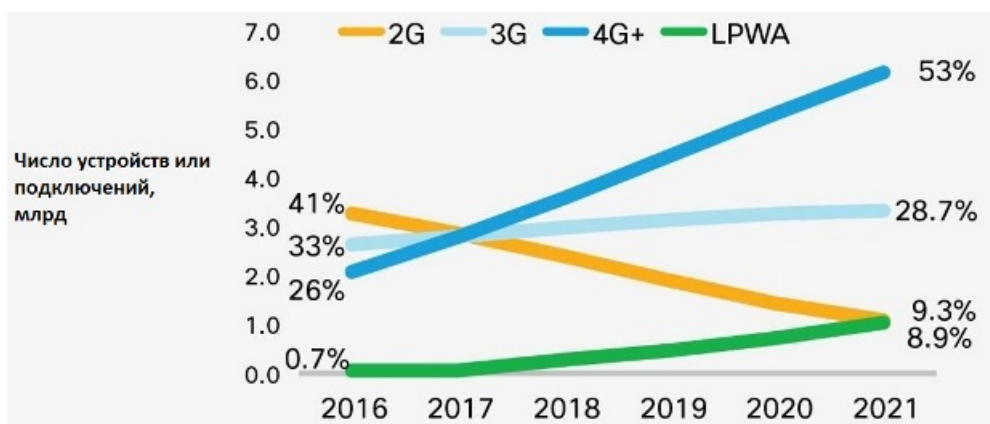


Рис. 6 – Прогноз развития мобильных технологий

Отдельно стоит отметить сети Low-Power Wide-Area Network (LPWAN). Для поддержки дальнейшего роста и развития Интернета вещей (IoT) в отрасли мобильной связи началась разработка и стандартизация нового класса GSM технологии – LPWAN [ссылка на <https://ru.wikipedia.org/wiki/LPWAN>]. LPWAN – это технология низкоскоростной передачи данных на дальние расстояния по радиоканалу. Ультразвоковолновые беспроводные сети LPWAN базируются на M2M-модулях, поддерживающих невысокую скорость передачи, но имеющих широкий территориальный охват. В результате мы имеем сеть с высокой степенью покрытия и с низким энергопотреблением, создавая, таким образом, новые предпосылки применения сотовой связи. Стоит отметить, что отличительной особенностью M2M-устройств от других смарт-девайсов является непосредственное подключение устройства к интернету, при этом передача данных происходит автоматически, без участия человека. Здесь в качестве примеров можно привести различные измерительные приборы, устанавливаемые в подвалах жилых домов: газовые счетчики или счетчики воды, уличные фонари и устройства отслеживания местоположения домашних питомцев и др. Доля сетей LPWAN вырастет с менее чем 1 процента (2016 г.) до 8.9 % к 2021 г. – с 58 миллионов подключенных устройств до более чем 1 миллиарда.

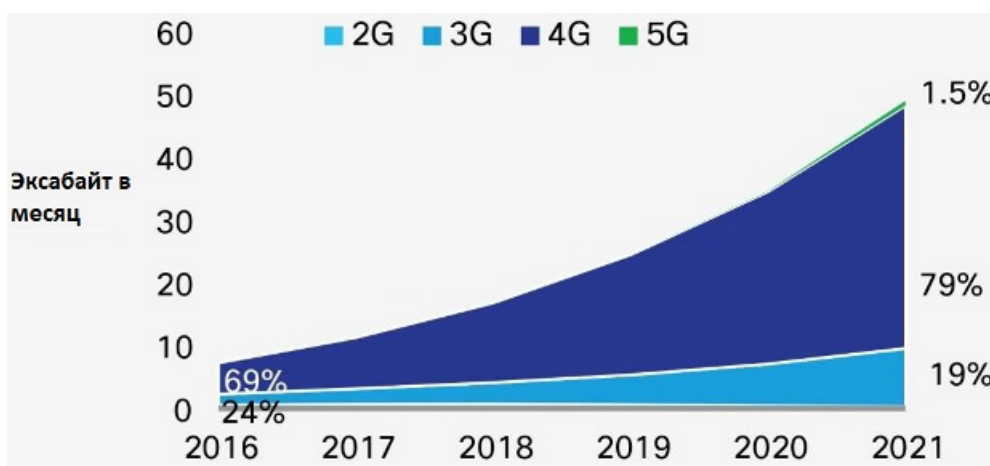


Рис. 7 – Прогноз развития поколений мобильной связи

Также можно констатировать, что трафик в мобильных сетях и сетях Wi-Fi растет быстрее, чем в проводных сетях доступа Ethernet. В проводных сетях доступа в 2015 г. трафик упал до 52% от общего IP трафика, а к 2020 г. до 33 %. К 2020 г. трафик Wi-Fi от мобильных устройств и от "чисто" Wi-Fi-устройств будет составлять почти половину (49 процентов) от общего IP трафика (рисунок 8).

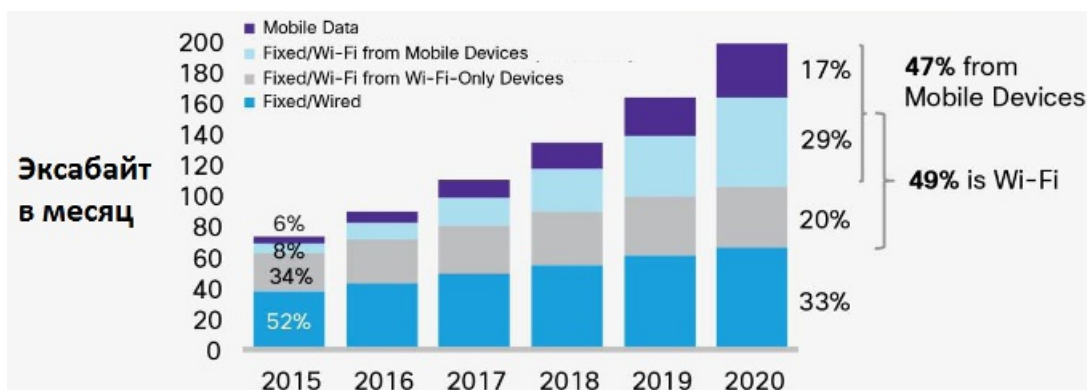


Рис. 8 – IP трафик в сетях доступа

Значительный рост трафика в ближайшие годы обусловлен передачей ультравысококачественных (UHD) 4K видеопотоков. Битрейт для 4K видеопотока составляет примерно 18 Мбит/с, что более чем в два раза больше битрейта HD-видео и в девять раз больше битрейта видеопотока стандартного разрешения SD – 720 на 576 точек. Прогнозируется, что к 2020 г., 40 % установленных ЖК-телевизоров будут поддерживать UHD (рисунок 9).

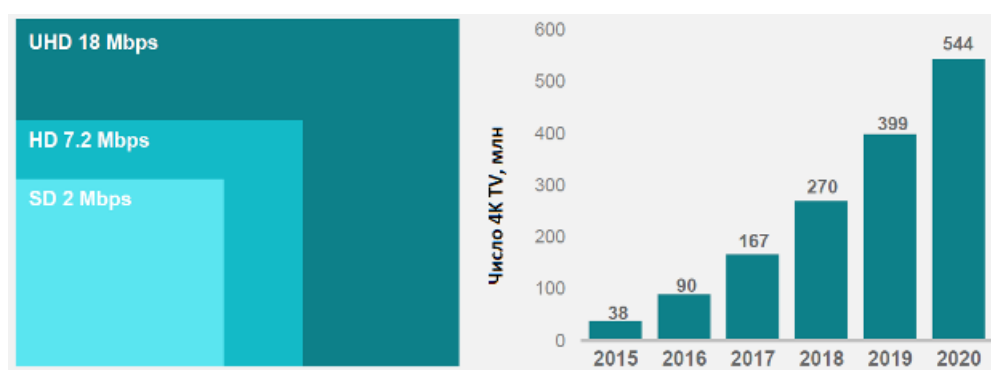


Рис. 9 – Увеличение числа устройств с 4K



Рис. 10 – Прогноз увеличение видео трафика 4K

Передача видеопотоков является также основной причиной роста трафика в мобильных сетях. В 2021 г. из 49 эксабайт данных, проходящих через мобильную сеть каждый месяц, 38 эксабайт принадлежат видеоконтенту (рисунок 11). Начиная с 2012 г. видеопотоки составляют более половины мирового трафика в мобильных сетях.

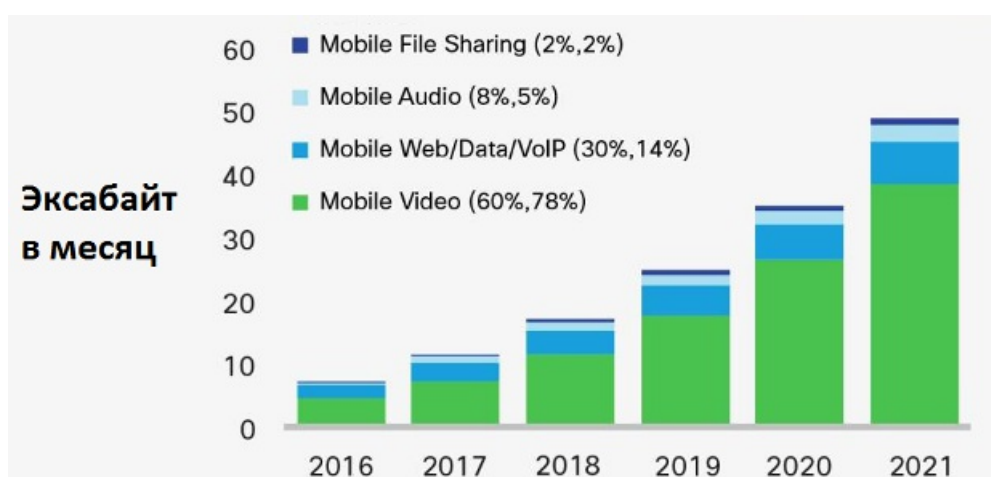


Рис. 11 – Прогнозирование распределения трафика по видам сообщений

Рост сервисов цифрового телевидения – просмотр видео на всех цифровых платформах (кабельное ТВ, IPTV, спутниковое ТВ и т. д.) растет гораздо медленнее относительно сервисов просмотра видео через мобильные устройства (рисунок 12).

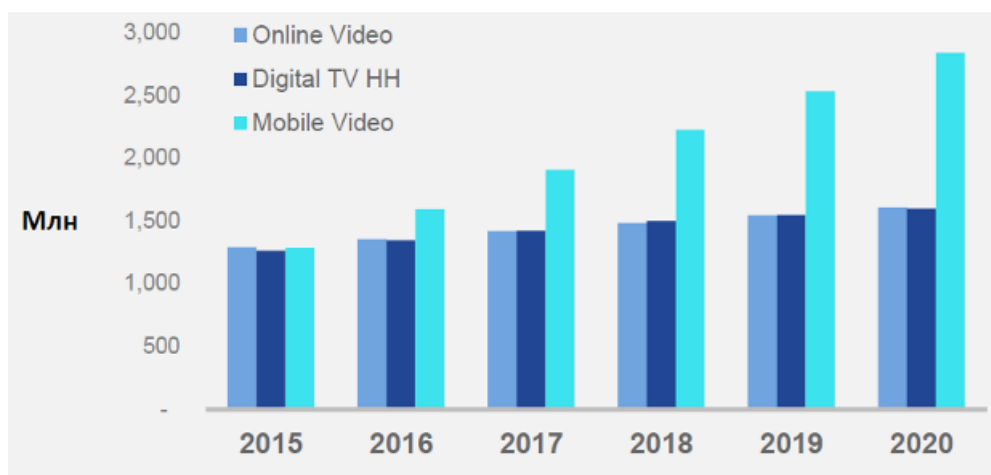


Рис. 12 – Прогнозирование роста услуг по передаче видеопотоков

Бурный рост трафика также будет обусловлен появлением таких концепций, как виртуальная реальность (VR) и дополненная реальность (ДР). Виртуальная реальность погружает пользователей в моделируемую среду, а в случае дополненной реальности происходит наложение виртуальных образов на реальный мир. Также существует термин смешанная реальность или гибридная реальность – объединения реального и виртуальных миров для создания новых окружений и визуализаций, где физический и цифровой объекты сосуществуют и взаимодействуют в реальном времени (см. рисунки 13-15).



Рис. 13 – Дополненная реальность

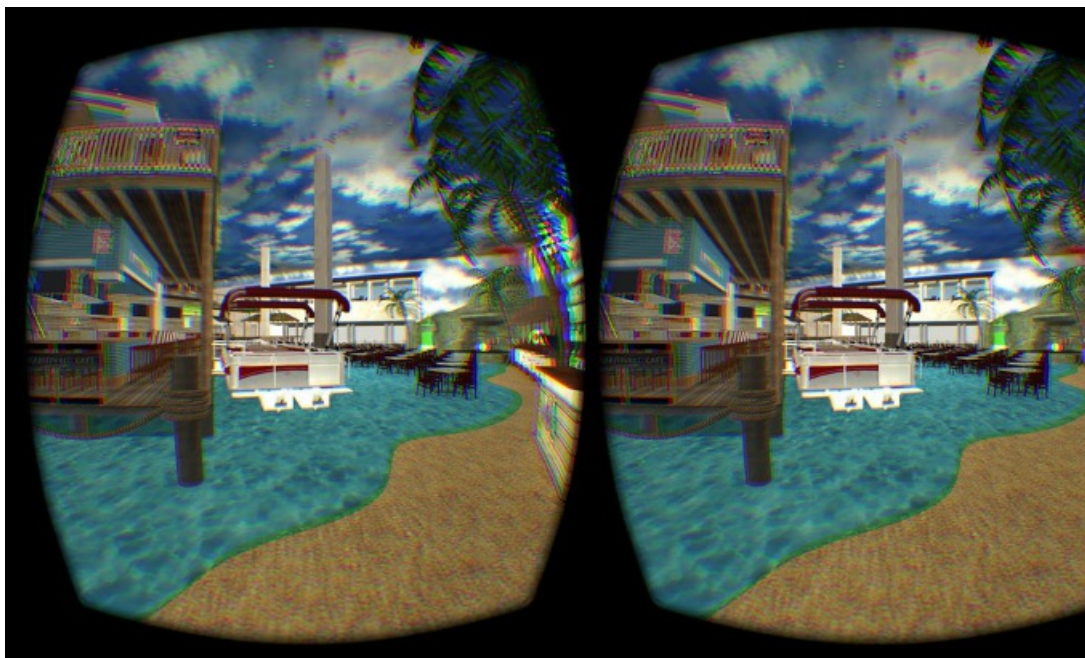


Рис. 14 – Виртуальная реальность



Рис. 15 – Смешанная реальность

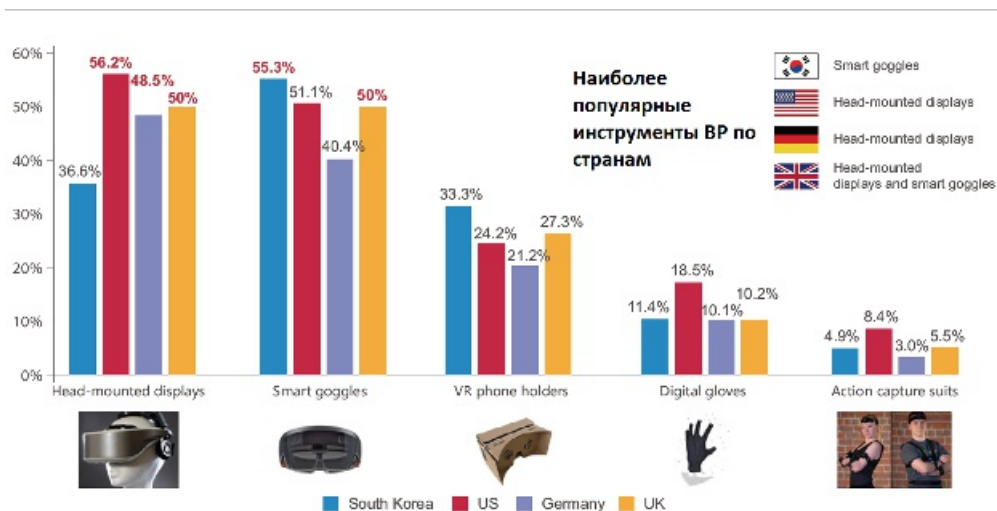


Рис. 16 – Популярность устройств ВР

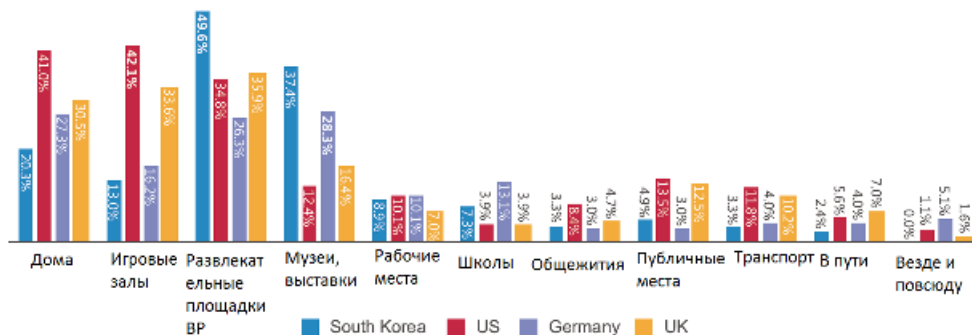


Рис. 17 – Применение девайсов VR

Данные технологии могут быть самой взрывной тенденцией в мобильных системах. Они повлекут за собой новые требования к сети с точки зрения ее качества и производительности. Для реализации высококачественной виртуальной реальности требования к сети по пропускной способности и по времени задержки будут все более и более жесткими. Согласно прогнозам мировой трафик из-за сервисов виртуальной реальности вырастет в 11 раз до 13.3 петабайтов в месяц в 2016 г. и до 141 петабайта в месяц в 2021 г.

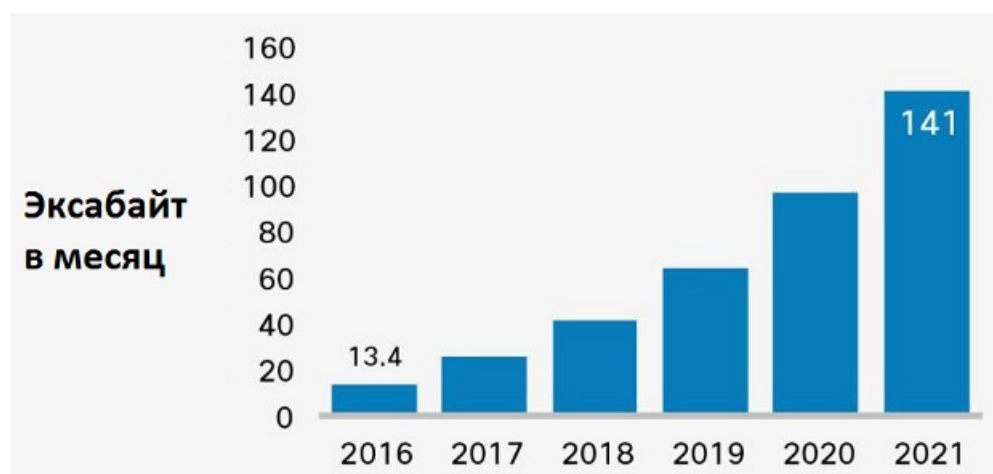


Рис. 18 – Рост трафика

Таблица 1

Год	Мировой интернет-трафик
1992	100 <u>Гбайт</u> в день
1997	100 <u>Гбайт</u> в час
2002	100 <u>Гбайт/с</u>
2007	2,000 <u>Гбайт/с</u>
2015	20,235 <u>Гбайт/с</u>
2020	61,386 <u>Гбайт/с</u>

Как видно из приведенных результатов, трафик в ближайшие годы будет увеличиваться довольно быстрыми темпами. Здесь можно порассуждать над следующим вопросом: что является первопричиной бурного роста трафика? Вариант первый – действительно увеличиваются потребности пользователей, и возникает необходимость увеличения пропускной способности сетей. Вариант второй (противоположный) – прогрессивное увеличение пропускной способности сетей ведет за собой увеличение трафика, причем в большинстве своем бесполезного.

С первым вариантом я думаю все понятно, такая версия всегда звучит в учебной и научной литературе. Но возможен ли второй вариант? Например, в результате конкуренции провайдеров мы стали иметь за те же деньги более высокоскоростные интернет-тарифы (вспомните и сравните интернет-тарифы в начале 2000-х годов с современными тарифами). Человеку обычно хочется всегда лучшего, зачем смотреть видео с разрешением 360p, если скорость интернета позволяет без

"тормозов" просматривать фильм в HD качестве с разрешением 720p, и неважно, что я смотрю фильм на маленьком экране телефона, была бы возможность выбрать разрешение 1080p – выбрал бы его. Почему бы не загружать ежедневные фотки своей личной жизни (пусть даже они никому неинтересны) в инстаграмм, возможности же позволяют. Таким образом, может быть действительно имеет место цепочка: 1) мы стремимся к лучшему; 2) возможности позволяют; 3) мы генерируем все больше трафика (в большинстве своем бесполезного). В таком случае гонка между постоянным увеличением всемирного трафика и постоянным увеличением пропускной способности сетей с целью удовлетворить все большие потребности абонентов является бесконечной.