# 5G для футуристов

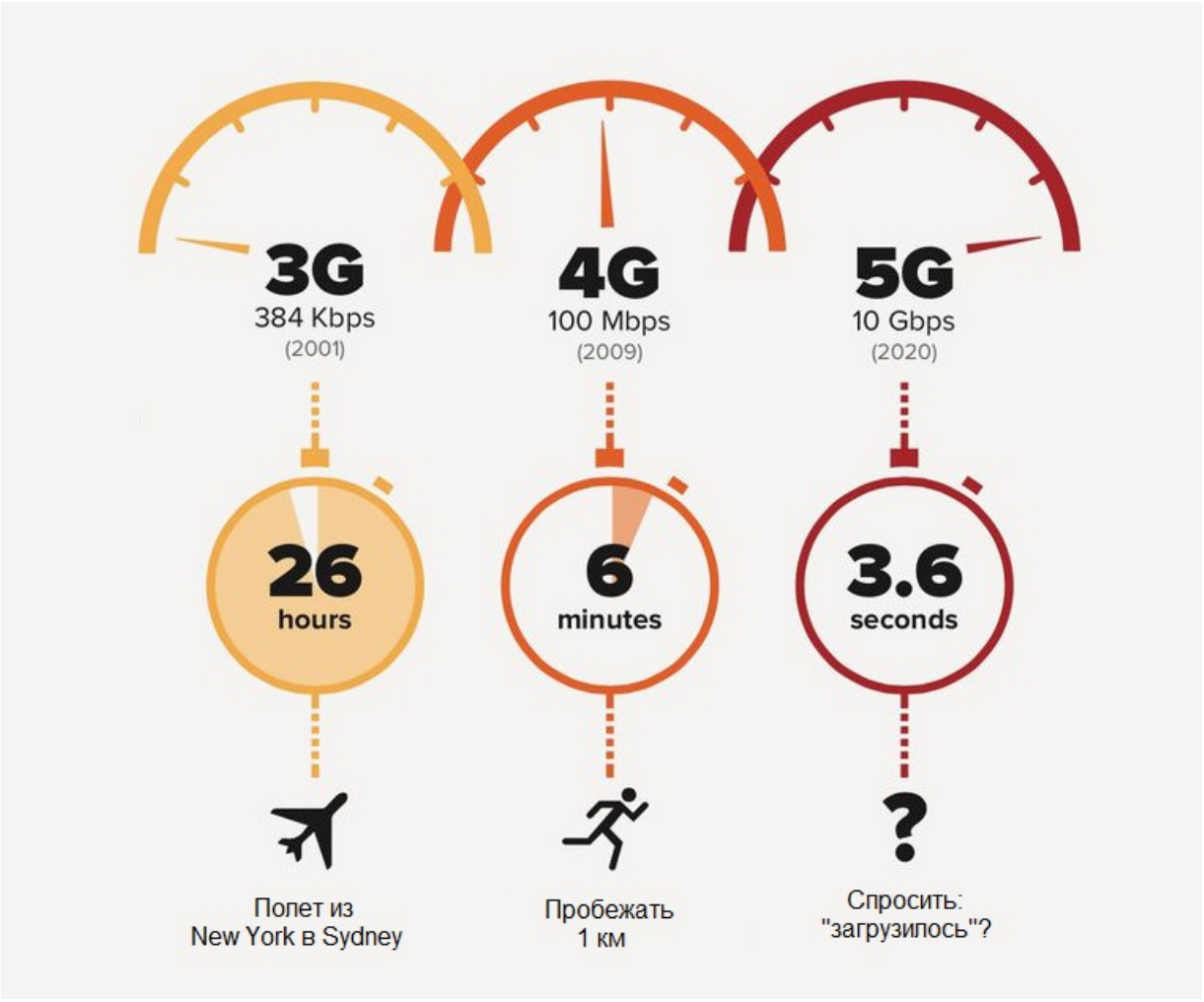



Несмотря на то, что существующие сети 4G уже включают новейшие технологические решения и предоставляют довольно быстрый доступ к сети, конец пути развития технологий LTE и LTE-A еще не виден. Зато хорошо известно то, что спрос на беспроводной интернет продолжает опережать способность отрасли связи удовлетворить его. Реалии современного мобильного интернета требуют от разработчиков и исследователей непрерывных инноваций, заставляют их непрестанно думать о реализации еще более высоких скоростей передачи данных и увеличении емкости сетей. Естественным образом в такой обстановке развитие беспроводной инфраструктуры просто не может быть остановлено. Когда у пользователей мобильного интернета есть спрос, а у разработчиков в распоряжении есть новые технологические решения, это естественным образом дает очередной толчок развитию сетей 5G, имеющей огромный экономический потенциал.

Вполне логично, что сети пятого поколения должны обслуживать гораздо больше пользователей и устройств, одновременно предоставляя больше данных каждому абоненту в любой момент времени. Еще с самого начала цифровых телекоммуникаций в 1990-х годах дорожная карта сотовых технологий шла по жесткому пути, направленному на увеличение пропускной способности и скорости передачи данных, чтобы в конечном итоге прийти туда, где мы находимся сегодня. В тот момент никто и представить себе не мог, к чему все движется – доступу в Интернет для каждого практически из любой точки мира. Теперь, когда это стало реальностью, разработчики по-новому взглянули на ситуацию. В технологиях 5G разработка касается не только способов беспородной передачи данных, направленных на увеличение скоростей, но также решаются задачи по переопределению логической структуры сети для работы в ней большого множества новых и разнообразных устройств, ранее которым доступ к сети был "заказан".



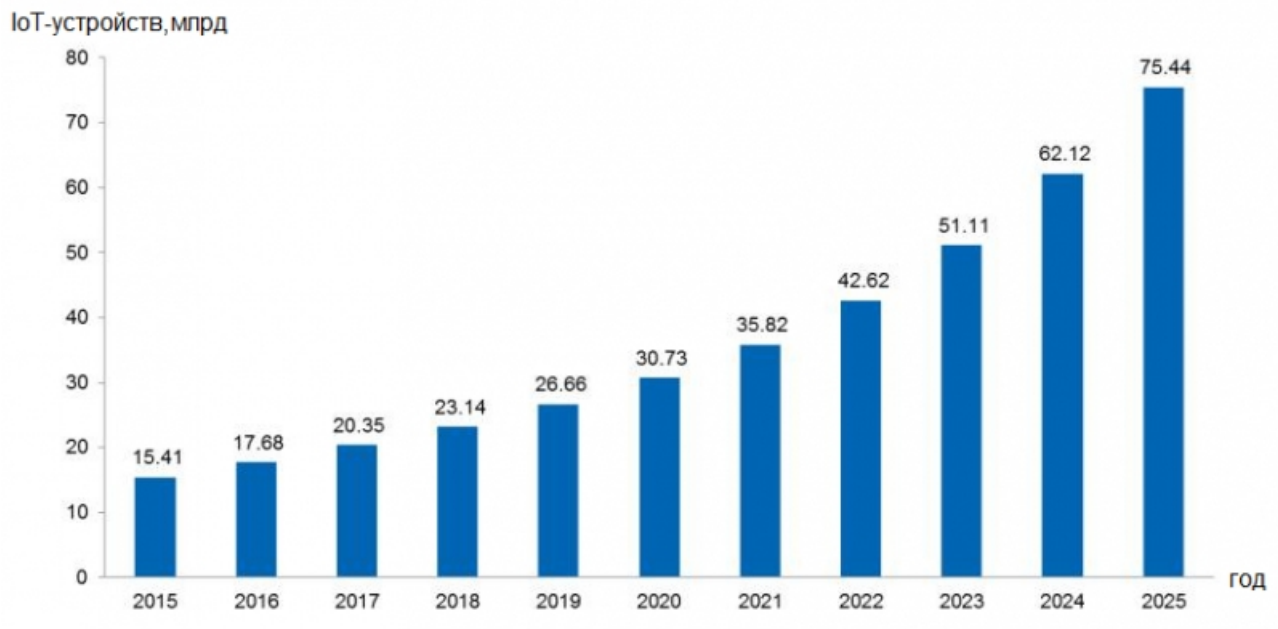

**Прогнозируемые скорости передачи данных**




В соответствии с опубликованными документами, 5G сети должны обеспечивать максимальную скорость передачи данных для каждого пользователя около 10 Гбит/сек. Многие любят приводить пример, связанный с загрузкой видео. Не будем уходить от этой традиции и скажем, что если сегодня в самых высокоскоростных сетях пользователь скачает среднестатистический HD-фильм за 40 минут, то в 5G это же количество информации попадет в смартфон за считанные секунды.

Конечно, беспроводной доступ на гигабитных скоростях является довольно привлекательным, но существуют некоторые проблемы, косвенно касающиеся технологий передачи. Наиболее существенная из всех заключается в том, что спектр частот, который был куплен операторами за миллиарды долларов, просто закончился. На современных сетях используется спектр в диапазоне от 700 до почти 3 ГГц. Поэтому есть два возможных варианта развития событий: освоить новые частоты, либо разработать технологии для отправки большего количества битов пользователей в выделенном в настоящее время спектре. Пока что разработчики выбрали первый путь.

## Миллиарды подключенных устройств




Отраслевые аналитики прогнозируют, что к 2020 году мобильные сети будут обслуживать 30 миллиардов устройств, а за следующие 5 лет это значение вырастит более чем в 2 раза. Это будут не только те устройства, которые человек "носит с собой", но также это будет бытовая техника и серверы, обменивающиеся колоссальным количеством информации. Практиками бум подключения устройств к сети Интернет был назван Internet of Things (IoT) – интернетом вещей. Эти устройства могут включать датчики для измерения давления, температур, напряжения и пр., а также исполнительные механизмы для включения/выключения устройств, и все это в режиме реального времени. Такими темпами недалеко и до "восстания машин".

Для тех, кто все еще считает это нереализуемым будущим, можно сказать, что по такой системе уже работают светофоры во всех крупных мегаполисах развитых стран. Они подключены к единой сети и контролируются удаленно, так что узлы перегрузки трафика сразу же становятся известны и выгружаются для возможной дальнейшей обработки. Если автомобили будут сразу подключены к такой системе контроля трафика, то светофоры в будущем могут даже не понадобиться.

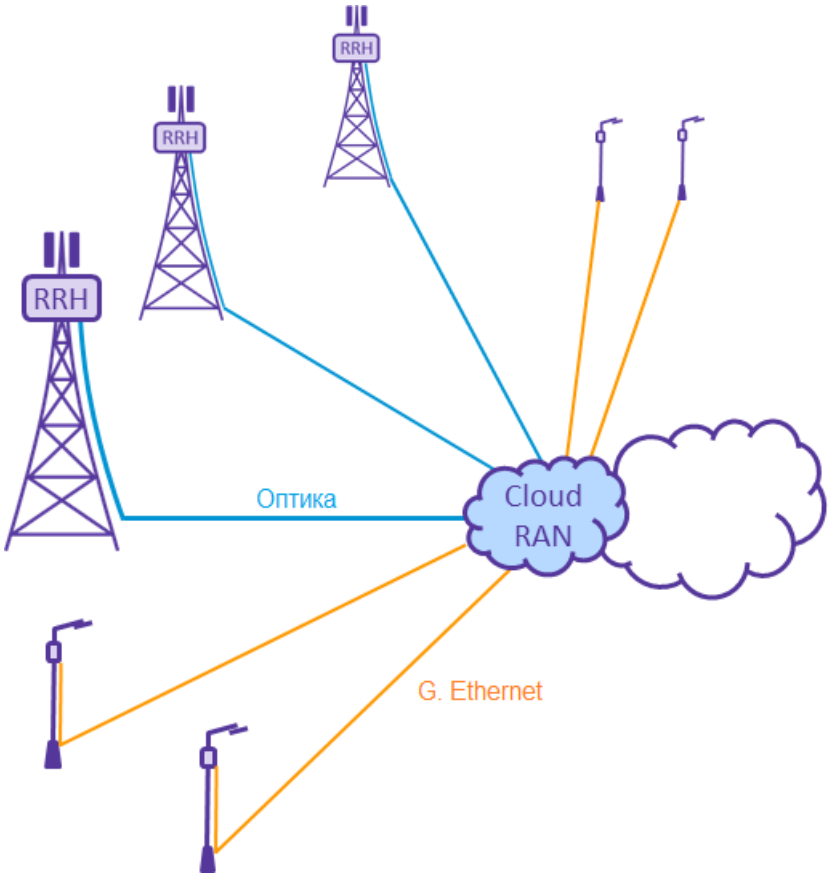


Более того, под контролем системы управления может находиться вся инфраструктура города, включая здания, мосты и дороги, энергоснабжение, а также системы водоснабжения и отопления. А если использовать данные мониторинга системы загрязнения воздуха, то можно регулировать выбросы и принимать меры по их уменьшению. К слову, возможности безграничны.

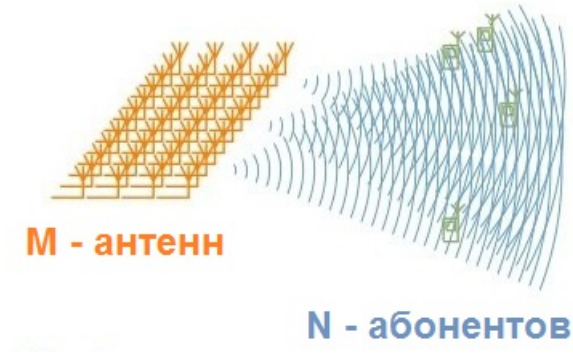
Системы 5G должны будут превратить эти возможности в реальность. Очевидно, что сети пятого поколения будут полностью гетерогенными, то есть состоять из разного типа устройств разных производителей, находящихся под управлением совершенно разного программного обеспечения. И это создает определенные проблемы, ведь для успешной работы всех этих на первый взгляд футуристических технологий, необходимо добиться, чтобы каждое устройство в сети имело детерминированное время отклика. По сегодняшним оценкам в современных сетях время ожидания ответа устройства составляет десятки миллисекунд и имеет очень широкое стандартное отклонение. Управление "всеми и сразу" в облаке или автономно будет возможно только тогда, когда у всех устройств будет стандартизированное время ответа.

## 5G на горизонте

В сетях пятого поколения нас ждет значительное уплотнение оборудования базовых станций, то есть будет развернуто большое количество микро- и пикоячеистых сегментов сети в одном географическом регионе обслуживания. Такое уплотнение с большим количеством оборудования малого радиуса действия позволит разделить сектор обслуживания абонентов не только по частотному спектру, но и географически. В дополнение к этому появятся новые сетевые технологии Cloud RAN (C-RAN), которые позволят операторам определять местонахождение своего оборудования в облаке. Таким образом, в сети будет возможно распределенное управление всеми устройствами.




Пока что никуда не деться от технологии MIMO, обеспечивающей передачу данных с использованием нескольких антенн. Эта технология позволяет в несколько раз увеличить пропускную способность и энергоэффективность базовой станции. В 5G ожидается использование массива MIMO, состоящего из сотен антенных элементов, которые будут фокусировать электромагнитную энергию на получателя, что позволит увеличить скорость передачи данных и улучшит качество беспроводного канала связи, особенно на краях ячеек. Уже проведены эксперименты, подтверждающие стопроцентный прирост скорости передачи данных, при использовании такого подхода.




Конечно же, камнем преткновения станет возможность использования частотного диапазона, составляющего десятки гигагерц. Ранее связь на этих частотах в мобильной связи не рассматривалась по той причине, что стоимость разработки и реализации сетей в этом диапазоне обходилась крайне дорого. Однако NYU WIRELESS – академический исследовательский центр, проводящий опытно-конструкторские работы уже привел ряд подтверждений возможности экономичного использования в мобильных сетях диапазонов частот вплоть до 100 ГГц. А Nokia Network смоделировала канал связи в миллиметровом диапазоне частот, продемонстрировав скорость передачи данных в 100 раз выше текущих скоростей в 4G сетях с денерминированной задержкой.

## Заключение

5G рано или поздно "случится", и когда это произойдет, мы вновь увидим трансформацию всей IT инфраструктуры. Сейчас тенденция развития этих сетей такова, что разработчики не успевают за ожиданиями пользователей и операторов. Время требует очень быстрого внедрения всех периферийных технологий в сети нового поколения, такого бешеного темпа не наблюдалось ни при

одном ранее выпускаемом поколении сетей 1G-4G. Появляющиеся новые решения: уплотнения сотовых сетей, применение массивов MIMO, и миллиметровый диапазон будут постепенно внедрены и дополнят друг друга в уже используемых сетях.

## Источники

При подготовке материалов статьи за основу было взято видео презентации National Instruments.