Скорости в беспроводных сетях Wi-Fi, 4G, или "где мой Гигабит?"

Рассмотрим особенности скоростей передачи данных в беспроводных сетях, и факторы, влияющие на эту характеристику. И укажем причины несоответствия заявленных и реальных скоростей работы беспроводного оборудования.

Введение

В паспортах любого современного беспроводного оборудования, предназначенного для беспроводной пакетной передачи данных: Bluetooth, Wi-Fi, WiMAX, LTE и т.д., указываются какие-то "заоблачные" скорости передачи данных в 300 – 600 Мбит, или даже в 1 – 6 Гигабит. Однако, принеся домой Wi-Fi роутер с волшебной надписью на коробке "300 Mbps Ultimate Wireless N" (рисунок 1), далеко не всегда можно получить хотя бы десятую часть от заявленной скорости.

Рисунок 1 – Коробка типичного Wi-Fi роутера, обещающего 300 Мбит

В чем же причина? Быть может это глобальный обман и заговор, инициированный производителями беспроводного оборудования по всему миру? Нет, это всего лишь стандарт. О том, как получилось так, что стандарт не соответствует жизненным реалиям и пойдет речь в этой статье.

1. Хотели, как лучше – поколение 4G

Чтобы разобраться в тех вопросах, которые были озвучены во введении нужно для начала выяснить, по какому принципу беспроводные сети относят к технологиям 1-го, 2-го, 3-го, или 4-го поколений? И кто решает какое поколение сетей функционирует сейчас, и что должно с ними произойти, чтобы они (сети) сделали level up?

Стандарты в области электросвязи разрабатывает немало известный ITU (аббревиатура в переводе на наш – Международный Союз Электросвязи), в который входит рабочая группа ведущих специалистов области связи. Они же и определяют критерии эволюции сетей.

Например, сети первого поколения 1G появились в 80-х годах и были полностью аналоговыми, они могли предоставлять лишь услуги передачи голосовых вызовов. Сети первого поколения не были глобальными, и обычному обывателю не предоставлялось никаких технических возможностей позвонить из села Кукуево в штат Колорадо своему дядюшке Джо.

В 90-х появились первые цифровые сотовые сети стандарта GSM, это уже были сети второго поколения 2G. По мере развития технологий появлялись различные сервисы (например, GPRS), позволяющие значительно (до 100 кБит/сек) повысить скорость передачи пакетных данных. Этого было маловато для сетей следующего поколения 3G, но в то же время это было круче, чем 2G, поэтому называли 2.5G.

А дальше понеслось: появлялись различные технологии обработки и кодирования информации (CDMA, EDGE, EV-DO, UMTS с HSDPA и HSUPA, HSPA+, и др.), которые позволяли все больше и больше повышать скорость передачи информации, и они соответствовали сетям поколений 2.75G, 3G, 3.5G,

3.75G.

А дальше ITU-шники выпустили документ, в котором описывались технические требования, которыми должно обладать оборудование 4-го поколения 4G. Если вкратце, то в стандарте изначально указывалось, что для неподвижного абонента базовая станция должна обеспечить скорость в 1 Гбит/сек, а для мобильного – до 100 Мбит/сек. То есть валите вы боком по городу на скорости 120 километров в час и смотрите YouTube в Full-HD разрешении. Сидите в кафе, а ваш ноутбук всасывает 15 гигабайт фильма за считанные секунды, при этом ноутбук под действием электромагнитного излучения разлагается в плазму (шутка). Намерения разработчиков стандартов очень даже благие, не так ли? Способно ли оборудование операторов связи, представленное на современных 4G сетях, обеспечить такие скорости передачи данных? Конечно же нет.

Для того чтобы понять, почему так получилось, давайте рассмотрим особенности технологии, которые лежат в основе работы современных Wi-Fi и 4G сетей.

2. Wi-Fi, WiMAX, LTE – пакетные сети

То, что перечисленные выше сети – пакетные, является одной из главных причин, почему заявленная "на коробке" скорость не соответствует тому, что находится внутри. Данные помещаются в так называемый пакет (или кадр), который играет роль контейнера для передачи информации по сети. Вместе с "полезной" информацией в пакете передается еще и служебная информация, которая содержит адреса источника и назначения, биты управления, контрольную сумму пакета и т.д. И если в спецификации Wi-Fi указывается скорость передачи данных в 54 Мбит/сек, то это значит, что речь идет о так называемом брутто скорости, или скорости передачи всей информации, включая служебную.

Помимо этого, точки доступа постоянно обмениваются между собой и другой служебной информацией, например, отправляют пакеты "запрос на передачу пакеты", или "свободен для передачи". Кроме того, существуют еще и различные расширяющие последовательности символов (последовательность Баркера), которые применяются, чтобы облегчить детектирование сигнала в общем электромагнитном потоке.

Всех примеров и особенностей в рамках одной статьи не перечесть, поэтому для наглядности приведем экспериментальные данные с указанием того, как зависит скорость передачи информации в Wi-Fi сети от количества подключаемых абонентов. Модель эксперимента показана на рисунке 2. В качестве точки доступа используется оборудование, работающее на базе стандарта IEEE 802.11n с 4 антеннами, т.е. предельная скорость передачи данных – 300 Мбит/сек.

Описание эксперимента: к точке доступа поочередно подключаются Абоненты 1–4, и с подключением каждого нового абонента замеряется скорость передачи данных. Измерение скорости производится с помощью online-инструмента для анализа и оценки скорости передачи информации и качества широкополосных соединений – speedtest.net. Для чистоты эксперимента сетевая карта абонента переведена в режим работы только IEEE 802.11n.

На первом этапе к точке доступа по беспроводному каналу подключается Абонент 1, производится измерение скорости передачи данных с помощью сервиса speedtest, рисунок 3. Далее к точке доступа подключается два клиента, измерение скорости передачи данных производится вновь. Таким образом, происходит последовательное увеличение клиентов в сети, и производится наблюдение изменения скорости передачи информации в восходящем и нисходящем потоках. Результаты эксперимента показаны на рисунке 4.

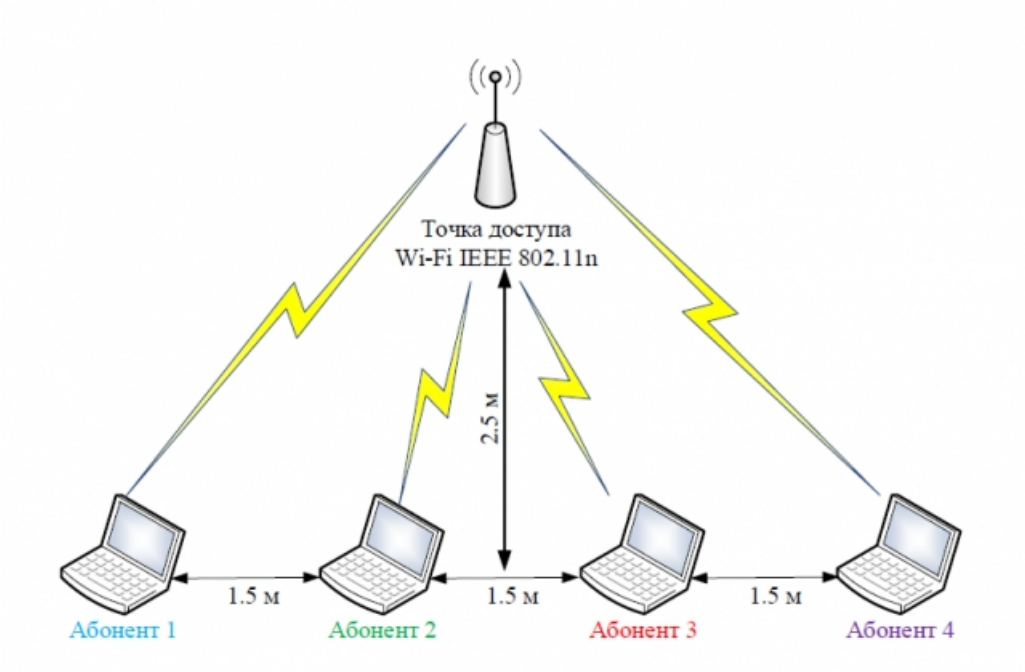

Рисунок 2 – Подключение абонентов к точке доступа

[Скорости в беспроводных сетях Wi-Fi, 4G, или "где мой Гигабит?"]
Рисунок 3 – Пример измерения скорости передачи данных в сети с помощью speedtest.net

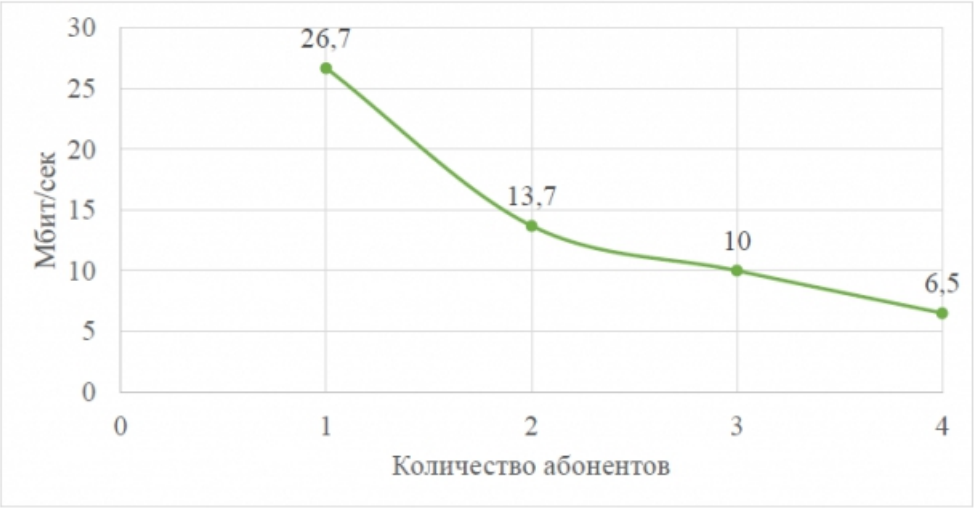

Рисунок 4 – Результаты эксперимента

Как можно видеть из приведенного графика, с увеличением количества абонентов в сети, скорость передачи данных нелинейно уменьшается. Эта нелинейность обусловлена тем, что количество служебного трафика в сети также увеличивая, уменьшая объем передачи "полезного трафика". Скорость подключения одного абонента в сети составила 26.7 Мбит/сек. Эта цифра далеко от 300 Мбит по ряду причин. Во-первых, в диапазоне радиуса действия точки доступа были еще и другие доступные подключения, которые создавали помехи (для чистоты эксперимента нужно воспользоваться безэховой камерой, которой под рукой не оказалось). Во-вторых, служебная информация откусывает от этой цифры свою долю, и в-третьих – технология MIMO.

3. MIMO – спасите наши души

Расшифровывается аббревиатура MIMO – много входов и много выходов, то есть используется "много" антенн для передачи и приема. Принцип ее работы заключается в том, что количество каналов передачи "виртуально" разделяется, и каждая пара антенн создает канал для передачи. Человечество в вопросах развития беспроводной связи пошло в сторону увеличения электромагнитного она, и это не есть хорошо, но сейчас речь не о том.

Подводным камнем этой технологии является то, что если у источника 4 антенны, а у приемника – всего одна, то скорость передачи данных она не увеличит. Количество антенн во всех современных переносных гаджетах – одна, иначе этот гаджет никогда не будет отключаться от сети, так как его

батарея будет держать заряд в разы меньше. Тем не менее, в стандартах беспроводных сетей указывается максимальная скорость передачи с учетом того, что и приемник, и передатчик работают с максимальной поддержкой MIMO 4x4, или 8x8.

Несколько раз в магазинах цифровой техники мне приходилось слышать диалоги о том, как не очень понимающая женщина спрашивала консультанта, мол зачем тут 4 антенны, тыкая в Wi-Fi роутер. Тот в ответ, мол если у вас в квартире несколько устройств, то каждый будет работать через отдельную антенну, тем самым связь с каждым отельным устройством будет лучше. Хочу отметить, что это также неверное представление. В стандарте IEEE 802.11n несмотря на то, что там 4 антенны, не предусмотрена работа с несколькими логическими каналами (несколькими абонентами). Поддержка нескольких (и то всего двух) абонентов началась только в недавно появившемся IEEE 802.11ac, где роутеры имеют по 8 антенн.

Заключение

В заключение хотелось бы отметить, что обеспечение гигабитной скорости передачи данных в рамках существующего 4G оборудования – возможна. Но для того чтобы Вы, как абонент, получили такую скорость, ваше устройство должно быть единственным в сети, на вашем гаджете должно быть установлено как минимум 8 антенн (видимо вы носите с собой 80-ти килограммовый аккумулятор или дизель генератор), ну и находитесь вы на расстоянии в 10-15 метров от базовой станции. Дешевые точки доступа Wi-Fi тоже никогда не покажут обещанные 300 – 600 Мбит, так как СВЧ-часть таких устройств должна быть выполнена очень качественно (согласование на высшем уровне, пайка золотом и т.д.). О каком качестве может идти речь, если точка доступа стоит 3000 рублей (да даже 15 тысяч). Таким образом, указанная на коробках точек доступа скорость передачи данных является теоретической, рассчитанной, максимально возможной скоростью, которая даже в лабораторных условиях реализуется только на тестовом оборудовании, сделанном за большие деньги.