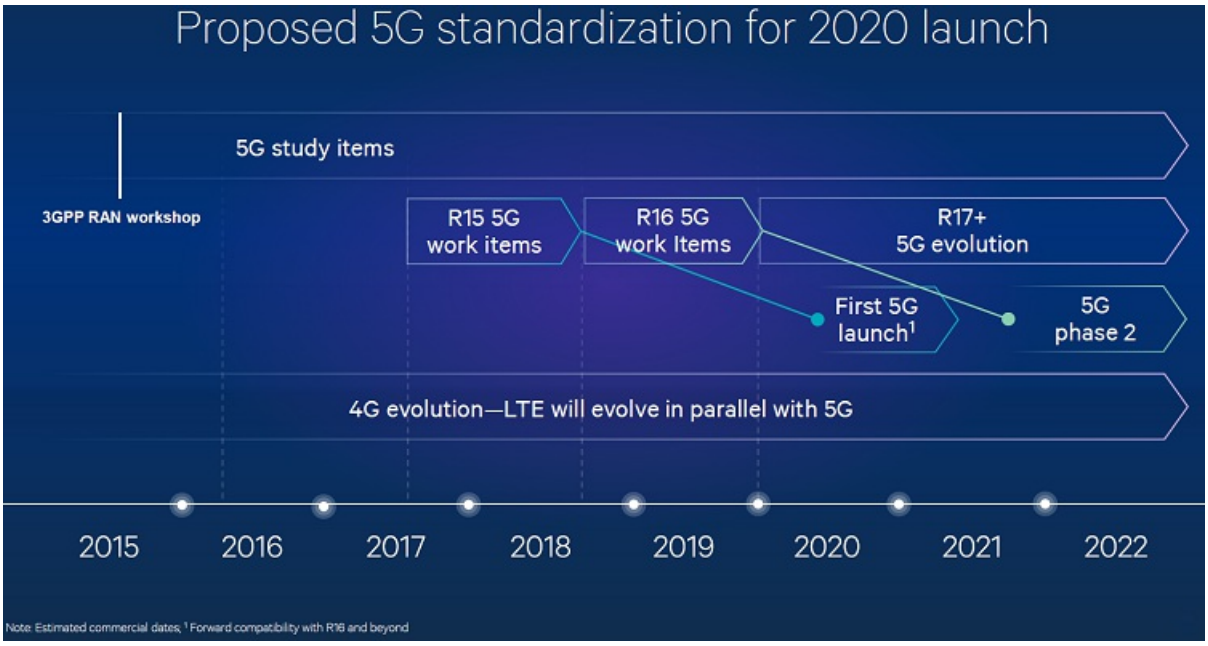
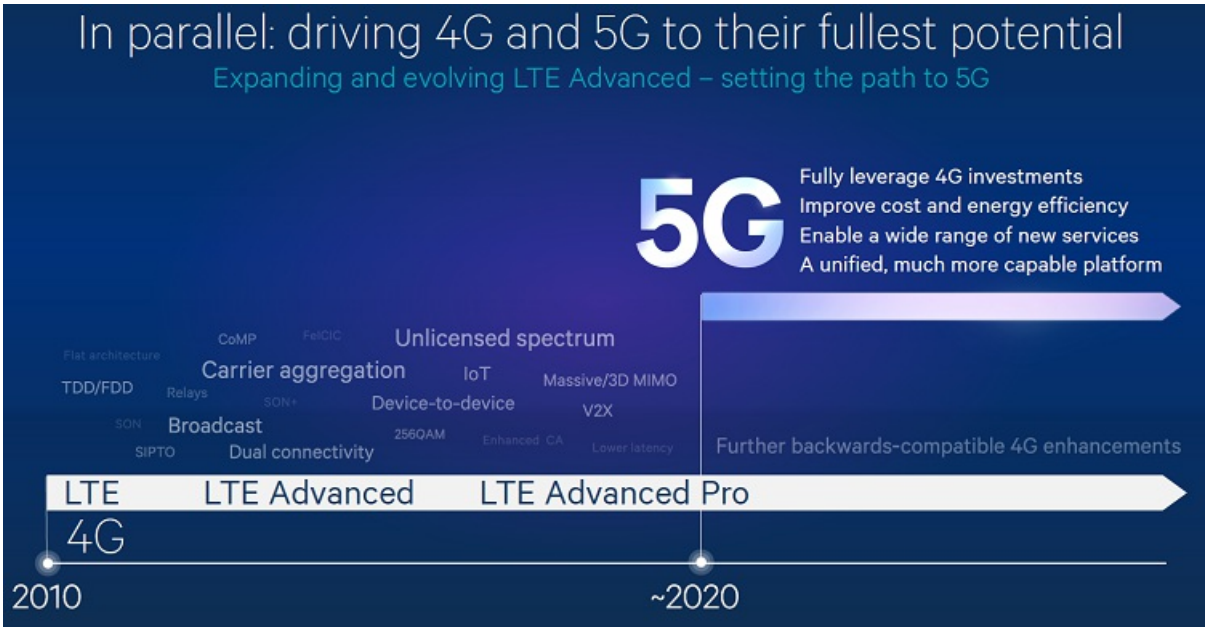
Теория и практика: 5G обретает корни

Разработчики телеком-оборудования и операторы наконец-то определились, для чего нужны сети связи "пятого поколения". Единую позицию участники процесса озвучили в рамках выставки Mobile World Congress 2016, которая проходила в конце февраля в Барселоне. Тема 5G вообще была одной из основных на этом мероприятии. В рамках форума были представлены первые, реально работающие, базовые станции, демонстрационные стенды в стиле "домов будущего" и многое другое. Мне довелось побродить по выставке, пообщаться с представителями ведущих производителей оборудования и расспросить их о перспективах 5G.

Разговоры о скором появлении сетей пятого поколения активно ведутся последние 2-3 года. Что самое интересное, ещё не все поняли, зачем нужны сети 4G, далеко не везде они внедрены, а там, где они есть, возврат инвестиций ожидается не ранее 2020 года. По данным компании Qualcomm, на начало 2016 года доля LTE по покрытию в сотовых сетях по всему миру пока не превышает 15%. Так нужно ли нам 5G?

Этим вопросом задались организаторы MWC 2016. Сетям пятого поколения была посвящена отдельная панельная дискуссия, на которой своё видение изложили крупнейшие производители телекоммуникационного оборудования и операторы связи, среди которых были представители Qualcomm, Huawei, Nokia, Ericsson, Intel, ZTE, Korea Telecom, LG Electronics, Verizon.





По мнению участников мероприятия, существующая мировая телекоммуникационная инфраструктура в виде LTE с течением времени достигнет своего технологического потолка. Этому будет способствовать бурное развитие разнообразных устройств с выходом в интернет. На данный момент мобильные сети обеспечивают скорость передачи данных в клиентскую сторону вплоть до 1

Гбит/с. Однако есть сложности с чёткой привязкой к конкретным полосам спектра частот и их агрегацией. Есть вопросы и с задержками сигнала. Все эти вопросы и должен решить стандарт 5G.

OFDM-модуляция

Сети пятого поколения будут использовать новый беспроводной радиоинтерфейс на базе OFDM-модуляции (Orthogonal frequency-division multiplexing — мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов), который может быть масштабирован.

OFDM – это цифровая схема модуляции, которая использует большое количество близко расположенных ортогональных поднесущих. Каждая поднесущая модулируется по обычной схеме модуляции (например, QAM) на низкой символьной скорости. Основным преимуществом OFDM по сравнению со схемой с одной несущей является её способность противостоять сложным условиям в канале (например, большое количество помех, высокие показатели затухания). Аналогичный тип модуляции используется в LTE и Wi-Fi в диапазоне 5 ГГц (начиная со стандарта 802.11a), но этим он и ограничивается.





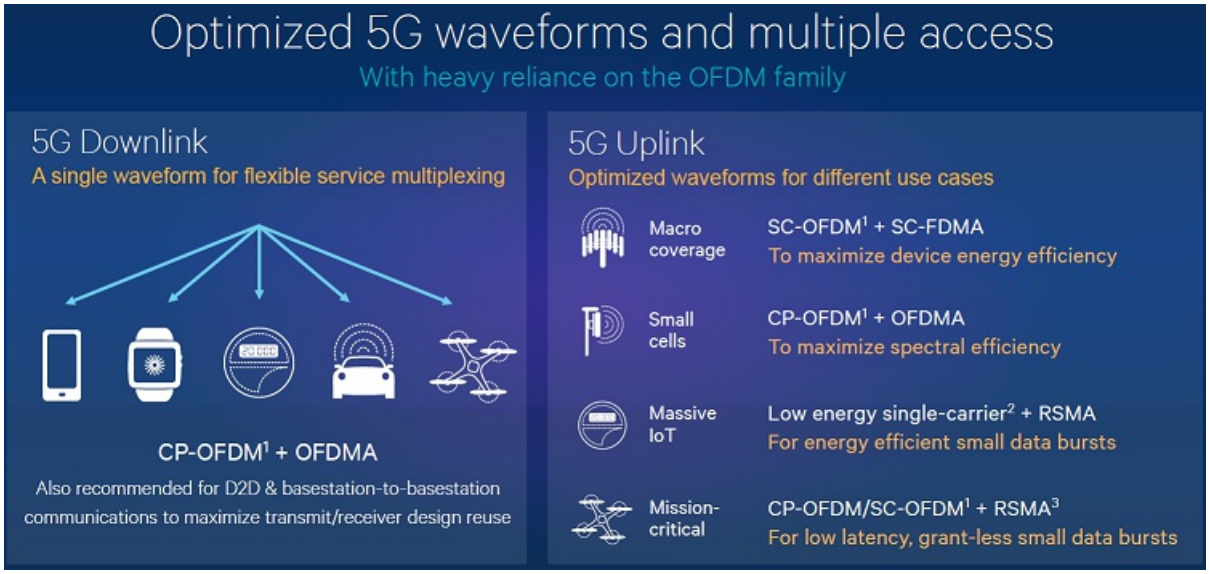
Более широкое применение OFDM-модуляции позволит существенным образом повысить скорость передачи данных. Например, первичные тесты уже показывают уровень 3,6-3,7 Гбит/с. Перспективный интерфейс также будет способен эффективно мультиплексировать будущие 5G-сервисы с широким применением QoS, то есть, обеспечивая различные уровни скорости передачи данных, мобильности, времени задержки и отказоустойчивости.

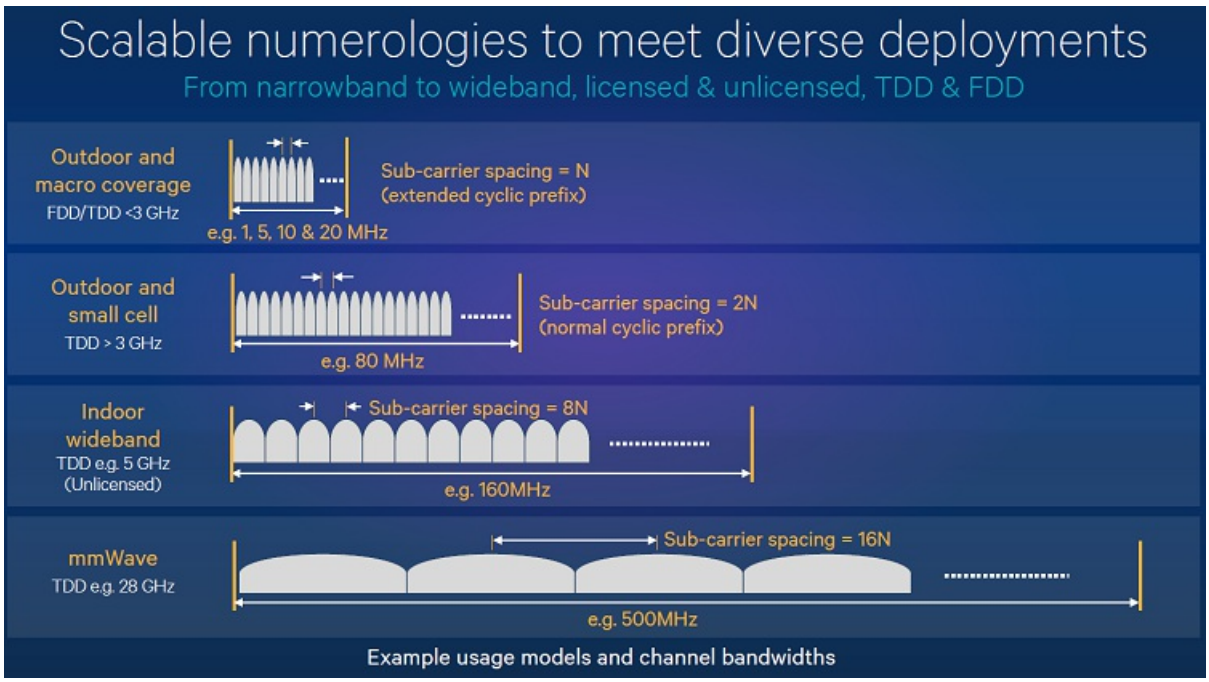
Агрегация частот широкого спектра

Фундаментальное новшество 5G - использование широчайшего спектра частот от 1 ГГц и ниже и

вплоть до миллиметрового диапазона 20-60 ГГц с возможностью их объединения.

Спектр ниже 1 ГГц планируется использовать для обслуживания интернета вещей (IoT). Низкая частота позволит обеспечить надежный приём на больших расстояниях, что в данный момент ограничивает применение LTE в области IoT. Возросшая на несколько порядков допустимая плотность узлов вкупе с поддержкой IPv6 позволит вывести в Сеть огромное количество новых устройств.





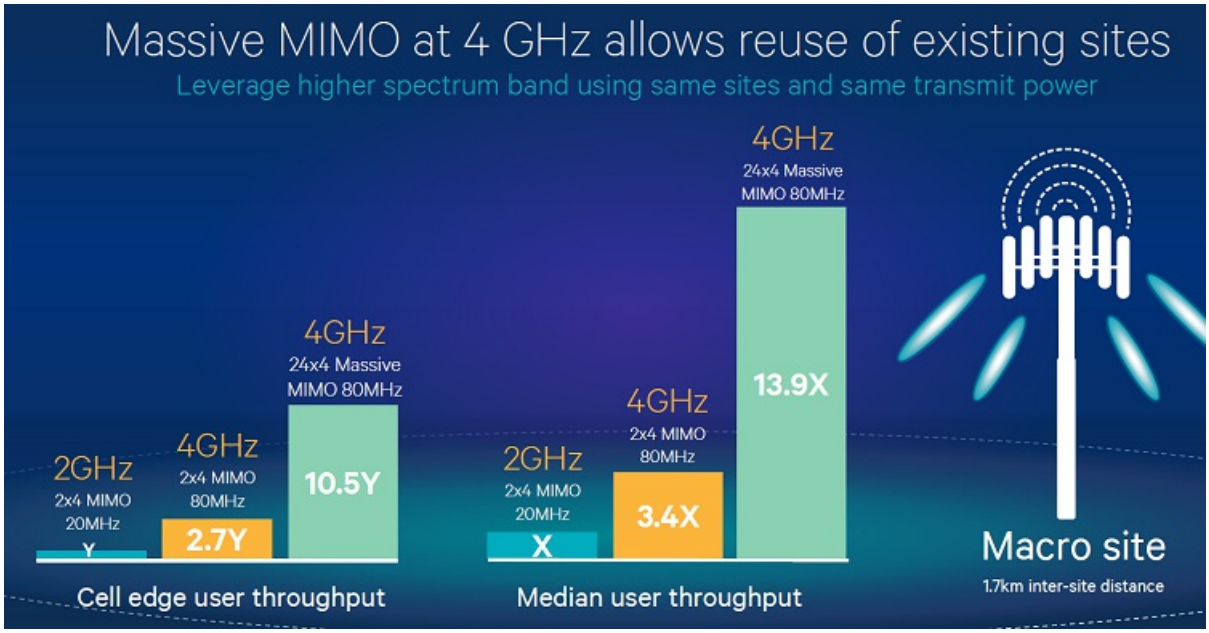
Диапазон от 3 до 5 ГГц займет потребительская электроника — смартфоны, планшеты, модемы и прочая техника. Здесь переход от 4G к 5G будет происходить на базе существующей инфраструктур. Новое стационарное оборудование можно будет разместить на тех же сайтах, а требования к мощности будут ровно те ми же, что и для станций 4G. В данном участке спектра клиентские устройства смогут одновременно задействовать вплоть до 24 полос по 80 МГц.

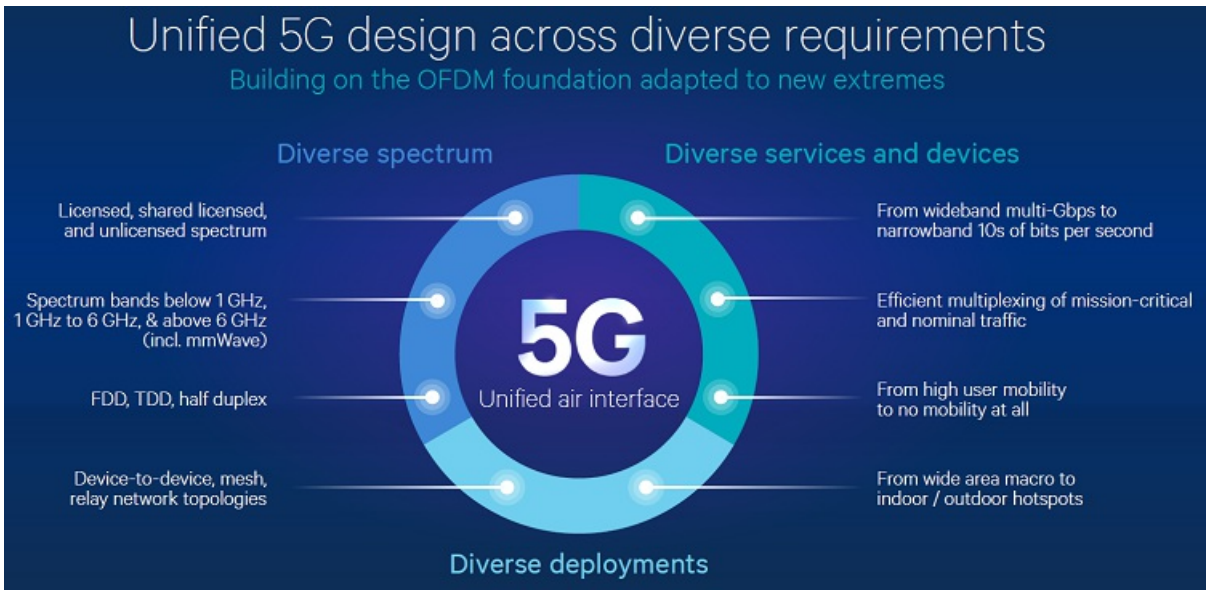
На короткой дистанции 5G сможет использовать нелицензируемый диапазон 5-6 ГГц. Ещё большая пропускная способность ожидается в миллиметровом диапазоне, который сегодня уже задействован в стандарте IEEE 802.11ad (60 ГГц). К примеру, уже состоялись первые полевые испытания уличной связи на частоте 28 ГГц, продемонстрировавшие удовлетворительное качество сигнала благодаря строго направленной передаче.

Представители Qualcomm отмечают, что использование неортогональных антенн на основе технологии множественного доступа с распределением ресурса (Resource Spread Multiple Access RSMA) позволяет наиболее эффективным образом осуществлять нерегулярную выгрузку небольшого количества трафика с сенсоров IoT-устройств, помогая упростить архитектуру сети.

Разрабатываемые технологии дуального LTE-подключения (Dual Connectivity) и агрегации с Wi-Fi

(включая, в том числе, LTE-U на нелицензированных частотах) получат дальнейшее развитие и обеспечат одновременное подключение и агрегацию соединений 5G, 4G/LTE и Wi-Fi. Благодаря этому операторы сетей смогут внедрять сервисы 5G, используя существующую инфраструктуру 4G. Этот факт позволит экономить на модернизации оборудования.

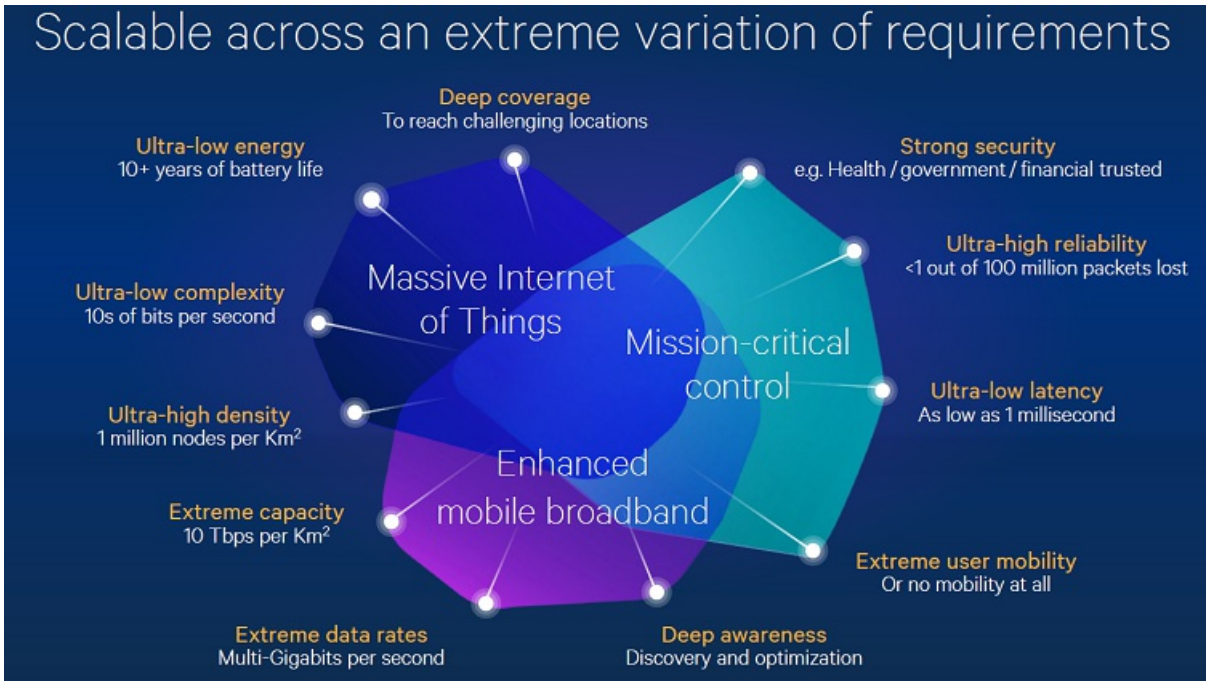


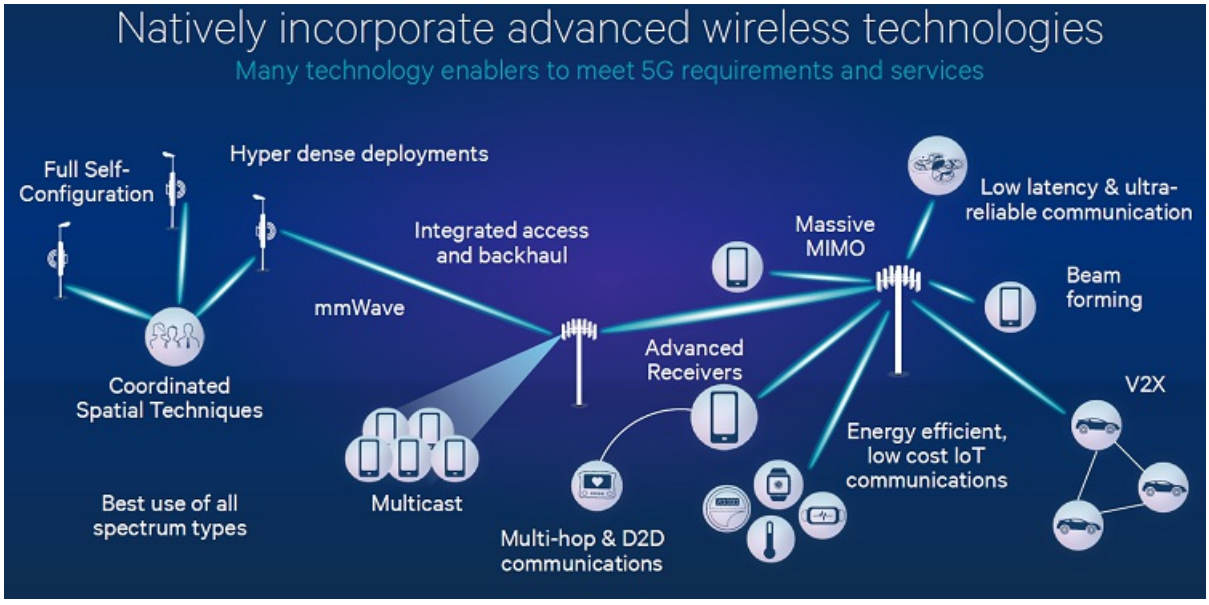


Так, в сетях 5G будет возможно агрегировать миллиметровые волны малых сот и частоты нижнего диапазона базовых станций. Стандарт пятого поколения, согласно видению Qualcomm, предполагает множественные подключения, в том числе и путём ретрансляции с устройства на устройство (d2d), так называемую "мультиэтапную" маршрутизацию (multihop), что приведёт к расширению покрытия. Фактически, каждое устройство сможет стать небольшой точкой доступа для других устройств. Во-первых, это позволит снизить мощность передатчика каждого отдельного устройства (в первую очередь это касается устройств с автономным питанием). Во-вторых, значительно увеличится время работы устройств от одного заряда аккумулятора или одной замены элемента питания.

База для интернета вещей

Предельная пропускная способность, доступная в сетях 5G, на данный момент оценивается в 20 Гбит/с. В то же время, разработчики намереваются снизить задержки сигнала до 1 мс и менее. Особенно полезным снижение задержек будет в отрасли смарт-автомобилей. Ведь ситуации на дороге меняются с молниеносной скоростью и время реакции системы связи здесь гораздо важнее лишних гигабит в секунду. Все вместе это позволит использовать беспроводные устройства в сценариях, доступных ранее лишь проводным технологиям передачи данных – например, в системах виртуальной реальности.





Особое место занимает также отрасль удалённой медицины, перед которой 5G откроет новые уникальные возможности. И дело здесь не только в консультациях по Интернету и передаче физиологических данных врачу. Отрасль сделала огромный шаг вперёд. Уже не является научной фантастикой удалённая хирургическая операция, в ходе которой врач сможет оперировать пациента, находясь с ним в разных местах. Для такого оборудования критически важными являются стабильная скорость передачи данных и быстрый отклик сети.

Планы по дальнейшей разработке стандарта 5G простираются вплоть до 2020 года, на который запланировано ранее коммерческое внедрение технологии. Часть компонентов 5G ранее пройдет апробацию в рамках стандартов LTE Advanced и LTE Advanced Pro.

Пока что до внедрения новых сетей в коммерческую эксплуатацию речи не идёт, но производители уже активно ведут разработки в этом направлении и демонстрируют на стендах свои достижения. Так, к открытию MWC 2016 многие разработчики аппаратного и программного обеспечения успели провести первые полевые испытания своих решений для 5G.

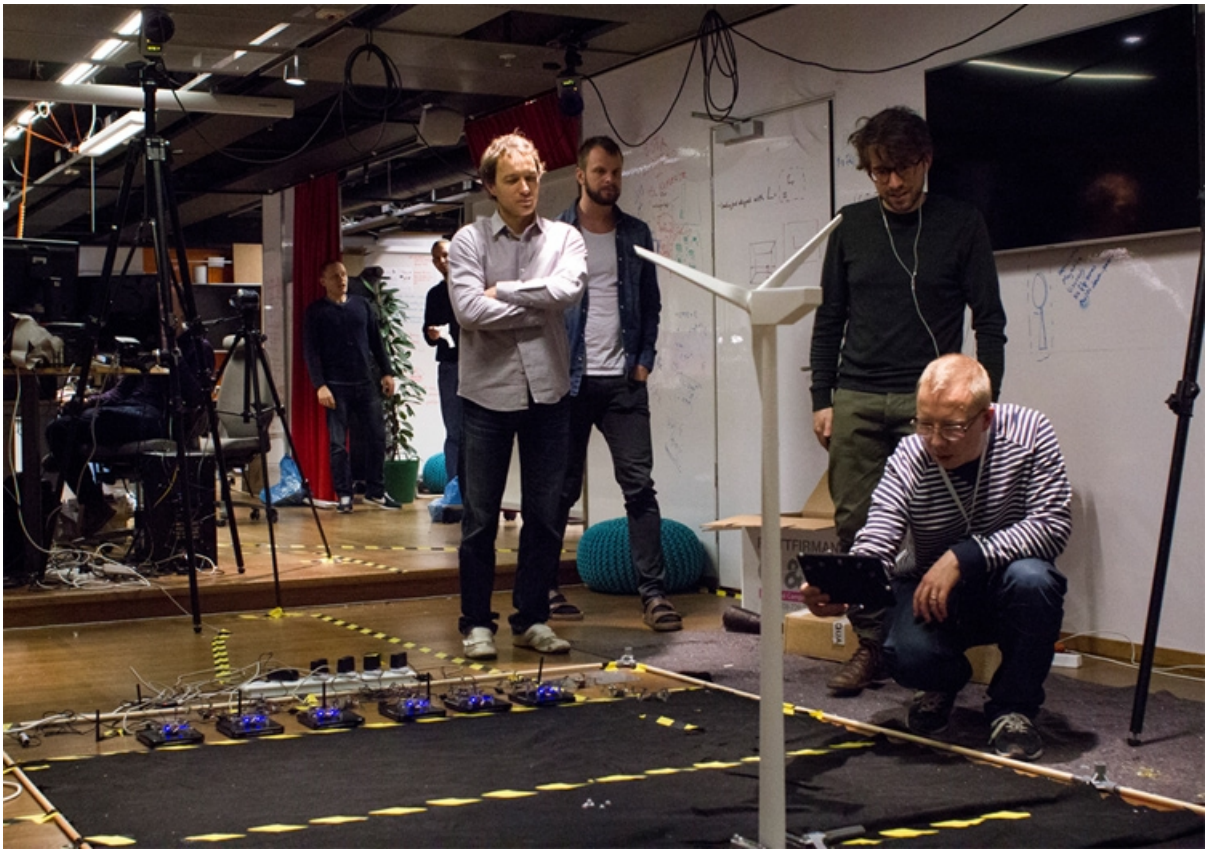
Проекты Ericsson

Так, на стенде шведской компании Ericsson, к примеру, каждый мог увидеть, как работает базовая станция 5G, которая весит всего 20 кг. Благодаря использованию фазированных антенн (технология Beamforming) она обеспечивает каждому подключённому устройству максимальную для данного стандарта скорость передачи данных и почти нулевую задержку сигнала.

Разумеется, что для простого веб-сёрфинга эти преимущества сетей пятого поколения весьма условны, чего не скажешь о таких вещах, как системы удалённого управления квадрокоптерами,

роботами и автомобилями, способные по беспроводному каналу передавать на пульт оператора не только аудиовизуальную, но и тактильную информацию.





Ericsson вместе с партнёрами уже не один год тестирует оборудование в лабораторных условиях и на открытом воздухе. В частности, недавно во время испытаний с использованием новейших прототипов сетевого оборудования была показана пиковая скорость передачи данных в 25 Гбит/с. Это при том, что для будущих коммерческих 5G-сетей максимальная пропускная способность определена на отметке в 20 Гбит/с.

Предполагается, что первые 5G-сети заработают в 2020 году. Внедрение новой технологии потребует значительно большего диапазона частот и более широких несущих в целях поддержки ожидаемого прироста трафика и ещё более высоких скоростей передачи данных.

Важную роль при развитии 5G-инфраструктуры также будет играть энергоэффективность, которая должна стать одной из главных целей при проектировании всех решений нового поколения.

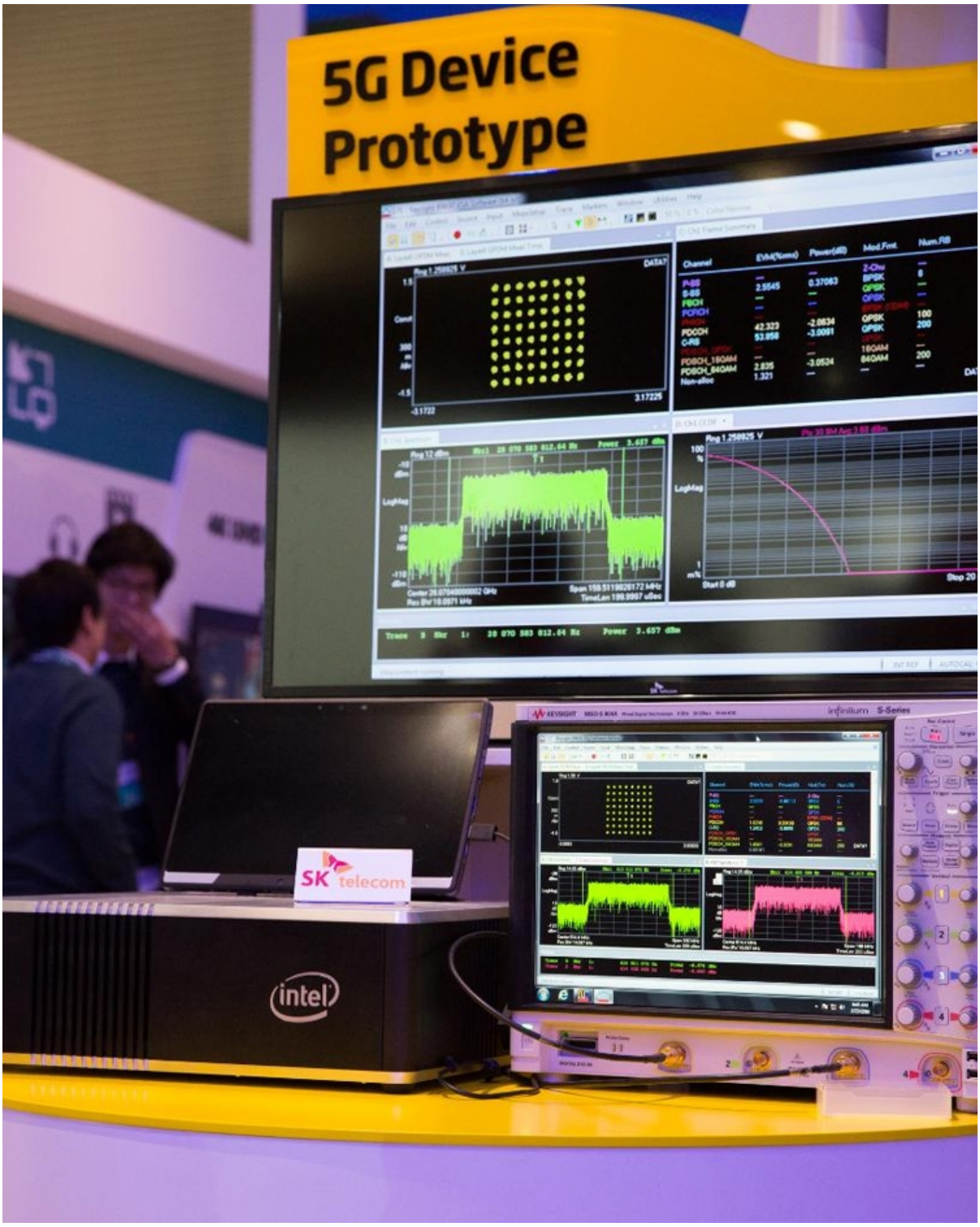
"Сокращение радиуса действия сот в плотных сетях, а также интеллектуальные возможности "спящего" режима базовых станций, минимизация сигнального трафика при обнаружении сети и синхронизации должны значительно уменьшить энергопотребление в сетях пятого поколения", - рассказал Ульф Эвальдссон (Ulf Ewaldsson), старший вице-президент Ericsson.

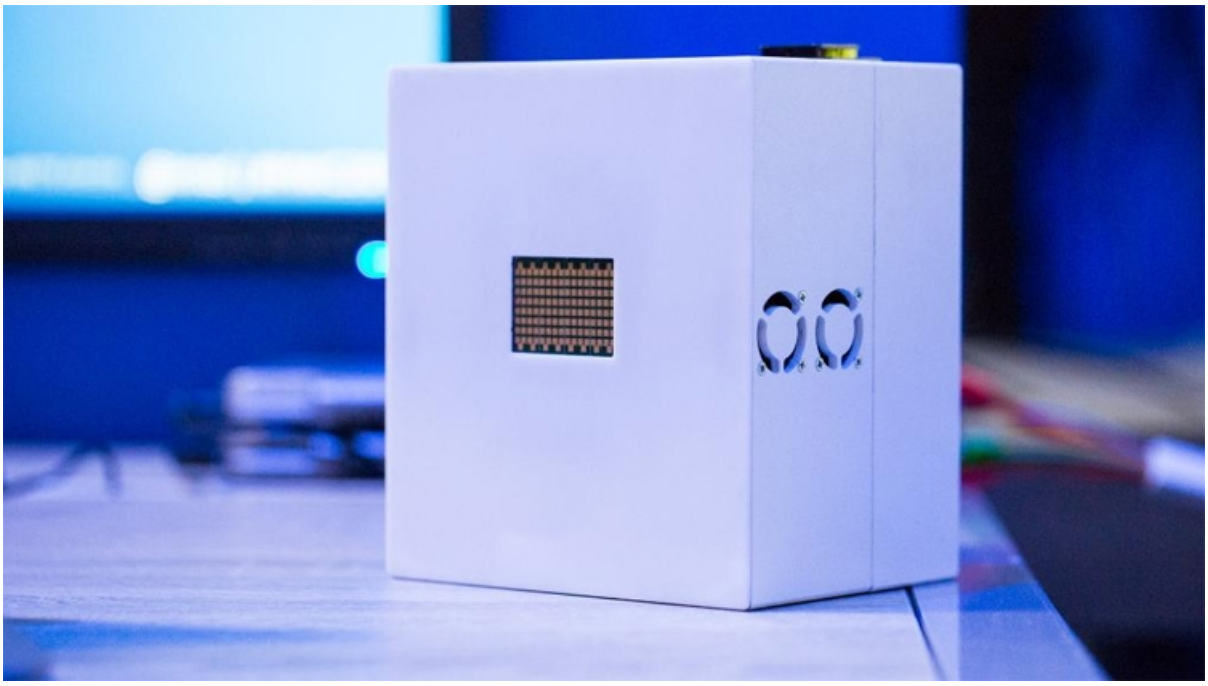


Проекты Intel

На стенде Intel также не обошлось без демонстрации преимуществ нового стандарта связи в плане скорости. Она проходила при участии компании SK Telecom, совместно с которой американский чипмейкер производит разработку и тестирование клиентских устройств, а также сетевого оборудования.

Как утверждает Intel, будучи способными обеспечить поток данных до 28 Гбит/с в сторону клиента, 5G-сети позволят скачивать до семи фильмов за одну секунду времени. При этом уличные ретрансляторы можно размещать даже на светофорах.


5G Device
Prototype
SK telecom
intel



Впрочем, SK Telecom — не единственная компания, с которой у Intel намечены инфраструктурные проекты по части массового внедрения сетей пятого поколения. В числе её партнёров такие вендоры и операторы, как Ericsson, Korea Telecom, LG Electronics, Verizon и Nokia.

Проекты Nokia

Nokia также провела в нынешнем году полевые испытания своего 5G-оборудования на частотах 73 ГГц и 28 ГГц, о чём она и оператор Verizon отчитались на MWC. Созданная Nokia и Verizon сеть успешно справилась с передачей потокового видео в формате Ultra HD 4K. Следующий этап тестирования намечен на вторую половину 2016 года, и проводить его Nokia будет с немецким подразделением T-Mobile. Кроме того, на MWC 2016 финский концерн продемонстрировал DSL/LTE/5G-модем от своего исследовательского подразделения Bell Labs и компании NXP Semiconductors.



О существовании этого проекта стало известно в 2015 году, а сейчас появились первые результаты. Универсальный модем использует многоядерный процессор и включает поддержку технологии XG-FAST 10G DSL компании Bell Labs. По мнению разработчиков, такой модем ускорит и упростит разворачивание сетей следующего поколения для сервис-провайдеров, существенно уменьшая при этом их капитальные затраты.

Проекты ZTE

Свой проект архитектуры сетей 5G привезла в Барселону и ZTE, заручившаяся для этого поддержкой China Mobile. В ходе демонстрации посетители выставки могли наблюдать передачу данных на

скорости свыше 10 Гбит/с. Система работает на несущей частоте 15 ГГц. В разработке использована технология формирования луча (Beamforming) для уменьшения интерференции беспроводного сигнала и повышения качества связи.



ZTE намерена развивать свою 5G-технологию в сотрудничестве с крупными операторами. В настоящее время, китайская компания входит в топ-3 крупнейших поставщиков оборудования в сегменте 4G и много инвестирует в технологии следующего поколения.

5G в России

Тестовые фрагменты сетей 5G в России операторы обещают продемонстрировать в рамках чемпионата мира по футболу в 2018 году. С этой целью подписаны рамочные соглашения между МТС и Ericsson, а также "МегаФоном" и Huawei. Компании уже начали вести "совместный диалог" с российским регулятором по вопросам использования частотного спектра для 5G.

Коммерческий запуск 5G МТС может состояться в 2020 году, но не раньше, чем будет разработан соответствующий стандарт, рассказал вице-президент МТС по технике и IT Андрей Ушацкий. По его словам, завершение стандартизации ожидается в 2018 году. МТС планирует, что клиентская база оператора в будущем будет расти за счёт увеличения числа пользователей "интернета вещей", поэтому запуск 5G должен быть ориентирован и таких клиентов.

Аналогичных сроков появления коммерческих сетей придерживаются и в "МегаФоне". Партнёрство с Huawei предполагает, что специалисты оператора будут участвовать в разработке соответствующего стандарта связи, а Huawei с учетом рекомендаций "МегаФона" протестирует на его сетях пилотное оборудование нового стандарта.

Другой российский оператор, "ВымпелКом" (бренд "Билайн"), сейчас ведет переговоры с вендорами, которые планируют поставлять оборудование для сетей 5G на российский рынок, рассказала представитель компании Анна Айбашева. При этом при развертывании сети LTE (4G) "ВымпелКом" учитывает возможность её потенциального использования под первые релизы 5G. Как пояснили представители оператора, ключевые сотрудники технической дирекции компании "уже ориентированы на обучение данной технологии".

Оператор Tele2 будет фокусироваться на развитии сетей третьего и четвертого поколения, потому

что именно эти технологии будут наиболее востребованы в ближайшие несколько лет, рассказала представитель компании Ольга Галушина. "Это эффективно с экономической точки зрения и позволит предоставлять абонентам услуги высокого качества по низким ценам", — отметила она.