

5G уже на пороге

DOI: 10.22184/2070-8963.2017.68.7.26.31

Время наступления эры 5G – очередного, уже пятого поколения технологий беспроводной связи – стремительно приближается. На вопросы, посвященные этому недалекому будущему мобильной связи, мы попросили ответить ведущих специалистов известных производителей беспроводного оборудования, а также Национального исследовательского института технологий и связи (НИИТС), который недавно заявил, что планирует проводить разработки и испытания отечественного телекоммуникационного оборудования для сетей 5G.

Зачем нужны сети 5G? Можно ли добиться тех же целей эволюцией сетей 4G/LTE?



Валерий Тихвинский,
д.э.н., академик
РАЕН, заместитель
генерального дирек-
тора НИИТС
по инновационным
технологиям

Международный союз электросвязи (МСЭ) и Партнерский проект 3GPP определили, что сети

5G нужны для решения трех главных задач: оказания услуг мобильного экстремально широкополосного доступа (ШПД) со скоростью передачи данных 20 Гбит/с, массового использования устройств M2M/IoT с плотностью 1 млн на кв.км и оказанию высоконадежных и критичных к задержкам услуг Интернета вещей (IoT) с задержкой менее 1 мс. Исходя из опыта развития технологий 2G/3G/4G, эволюция решений LTE догонит показатели сетей 5G не ранее 2025 года.



Василий Густелев,
заместитель техниче-
ского директора ком-
пании "Инфинет"

Новое поколение технологий мобильной связи необходимо для формирования принципиально новых телекоммуникационных продуктов, которые

подогреют начавшие остывать крупнейшие рынки. К примеру, таких как VR, видео с разрешением вплоть до 8K и т.д. Для специалистов не секрет, что ряд вопросов можно решить совершенствованием имеющихся технологических инструментов. Просто некоторые существующие механизмы будут завернуты в новую обертку, чтобы увеличить прибыль от их использования операторами связи.



Георгий Муратов,
ведущий эксперт
по 5G компании
Ericsson в России

Принято выделять три группы возможных сценариев использования сетей нового поколения: расширенный ШПД, массовые машинные коммуникации и ультра-надежные коммуникации с малой задержкой. Каждая из них предъявляет свои требования к технологиям.

Расширенный ШПД. Новые медиа- и развлекательные сервисы, такие как передача видео 4K/8K, приложения виртуальной и дополненной реальности становятся массовыми услугами. Это ведет к необходимости увеличивать емкость сети и скорость передачи в десятки раз, чего можно добиться, увеличивая спектральную эффективность (количество бит информации на Гц) и выделяя дополнительные частоты. Технологии 5G как раз призваны решить эту задачу. Во-первых, по сравнению с 4G они

обладают большей эффективностью. Во-вторых, технологии LTE предназначены для использования в полосах частот от 0,45 до 6 ГГц, с шириной канала до 20 МГц. 5G раздвигает эти рамки: будет возможно использовать диапазоны до 100 ГГц и ширину канала до 1 ГГц.

Массовые машинные коммуникации. По прогнозам Ericsson Mobility Report, к 2022 году в мире будет 29 млрд подключенных устройств. Сети LTE не предусматривали такого роста подключений, поэтому в 2017 году появилось расширение стандарта, включающее технологии NB-IoT и LTE Cat. M1, ориентированные на эффективную работу с множеством "интеллектуальных" устройств. 5G продолжит развитие в этом направлении.

Ультра-надежные коммуникации. Чтобы реализовать удаленное управление машинами и механизмами, предъявляются требования к задержке передачи и к надежности канала, превышающие возможности сегодняшних сетей. Технологии пятого поколения смогут обеспечить передачу с задержкой менее 1 мс, что в десять раз лучше, чем может обеспечить LTE.



Константин Коловский,
старший менеджер
отдела маркетинга
и продаж
беспроводных
решений компании
Huawei

Сети 5G нужны, во-первых, для предоставления абонентам

подключения к интернету с гигабитными скоростями (eMBB), что позволит им просматривать видео сверхвысокой четкости (8K и выше), получать услуги VR и AR, использовать облачные сервисы с пользовательским опытом, аналогичным работе на собственном ПК. Во-вторых, это сверхнадежная связь с низкими задержками (uRLLC), которая позволит гарантировать безопасное управление беспилотными автомобилями, летательными аппаратами, промышленными роботами и т.п. В-третьих, это массовый Интернет вещей (mMTC) с плотностью устройств более 1 млн на кв. км. Хотя эти группы услуг предъявляют совершенно разные требования к структуре радиоканала и архитектуре сети, единая сеть 5G сможет соответствовать всем этим требованиям, гибко в реальном времени распределяя радиоресурсы и формируя

независимые страты (слайсы) в ядре сети в соответствии с задачами каждой услуги и объемами ее предоставления.

Эволюция сетей LTE не сможет соответствовать таким высоким требованиям услуг, но часть технологий, разрабатываемых для 5G, сможет быть адаптирована для LTE, повышая возможности этого стандарта.



Лидия Варукина,
к.т.н., директор
по технологическому
развитию
Nokia East Europe

Каждое новое поколение сотовой связи позволяет на порядок улучшить характеристики систем. Как правило, эволюционный путь раз-

вития не дает сделать технологический скачок, сравнимый с улучшениями производительности систем при революционном изменении на радиointерфейсе и в архитектуре сети.

Другой аспект, который мы в прошлом часто наблюдали в развитии зрелых технологий, это – отсутствие реализации передовых функциональностей, которые входили в поздние спецификации таких систем. Например, в 3G не пошли дальше реализации функционала "42 Мбит/с", а были наполеоновские планы достижения скоростей в сотни Мбит/с. Но в это время все усилия разработчиков уже были брошены на разработку более перспективных систем 4G. Так же может произойти и с гигабитными версиями LTE-A. Однако, проживем – увидим...

Какие основные новые технологии лягут в основу 5G?

В.Тихвинский. В основу развития 5G ляжет несколько базовых технологий. Их приход приведет к качественному изменению сетевой инфраструктуры, основанной на программно-центричных решениях, перенесенных в область программно-определяемых сетей радиодоступа SDR и базовых сетей SDN, размещаемых на виртуальных серверах ЦОДов, а также на виртуализации сетевых функций. Применение технологий искусственного интеллекта (AI) в сетях 5G будет направлено на решение задач сетевого управления путем логического послойного распределения (расщепления) сетевых ресурсов (slicing) и будет обеспечивать формирование

индивидуального слоя под запрошенный пользователем вид услуг.

В рамках технологий радиодоступа Huawei предлагает применение для 5G-сигналов SCMA (Sparse Code Multiple Access, многостанционный доступ на основе разреженных кодов), а компания ZTE – MUSA (многостанционный доступ на основе совмещенного доступа множества пользователей), Qualcomm – RSMA (Resource Spread Multiple Access, многостанционный доступ на основе расширения ресурса), оператор DT mobile – PDMA (Pattern Division Multiple Access, многостанционный доступ на основе разделения шаблонов сигналов).

В качестве сигнально-кодовых конструкций Huawei предлагает применение сигналов F-OFDM (Filtered OFDM) с ортогональным частотным разделением каналов с фильтрацией внеполосных излучений. Samsung и проект METIS, координируемый компанией Ericsson, продвигают FBMC (Filter Bank Multicarrier, гребенчатый фильтруемый многочастотный сигнал на основе модуляции FQAM). Nokia предлагает применение UFMC (Universal Filtered OFDM, универсальный сигнал OFDM с фильтрацией внеполосных излучений). Каждый передаваемый ресурсный радиоблок имеет свой фильтр.

Таким образом, формулу создания сетей пятого поколения можно выразить как 5G = Новые технологии связи + Искусственный интеллект.

В.Густелев. Можно сказать наверняка, что для удовлетворения новых требований будут интенсивно развиваться активные антенны с 3D-beamforming, способные направить радиолуч как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости. Рассматривается использование антенных массивов из сотен элементов, так называемый Massive MIMO. Как-то нужно будет решать вопрос поддержки мобильными устройствами частот выше 20 ГГц: радиоволны в этих диапазонах уже экранируются руками, одеждой и даже чехлом смартфона.

Г.Муратов. Для успешной реализации 5G требуется более эффективный радиointерфейс (в рамках обсуждаемого стандарта он получил название NR – New Radio) и эволюция архитектуры сети. К ключевым технологиям в радиointерфейсе можно отнести Massive MIMO, Multi-user MIMO, Multi-connectivity, Ultra-Lean communication, гибкую нумерологию структуры кадра. К изменениям в архитектуре сети – поддержке централизованных и распределенных облачных вычислений и сегментирование сети.

К.Коловский. С одной стороны, это совершенно новый радиointерфейс – 5G NR – с новыми технологиями формирования радиосигнала, кодирования канала, дуплексирования, множественного доступа, MIMO высокого порядка. Этот радиointерфейс может гибко адаптироваться к требованиям различных услуг сети так, чтобы ресурсы общего радиоканала в реальном времени выделялись для услуг eMBB, uRLLC, mMTC в зависимости от потребностей в них в данный момент.

С другой стороны, это полностью облачная архитектура сети, которая позволит использовать общее универсальное оборудование для обработки любых услуг, маршрутизировать и обрабатывать пользовательский трафик на географически распределенной облачной сети в соответствии с требованиями к скорости передачи, задержкам и стоимости каждой услуги.

Кроме того, потребуется новая система управления, которая позволит автоматизировать, ускорить и удешевить как процессы управления и оптимизации сети, так и бизнес-процессы операторов связи, приблизив их по эффективности и конкурентоспособности к интернет-компаниям.

Л.Варукина. На радиointерфейсе в первом релизе систем 5G будет использоваться тот же тип формирования радиосигнала, как и в LTE – OFDM, с рядом нововведений (здесь кроется отличие от LTE), которые позволят значительно снизить задержку и сделать гибкой структуру кадра для адаптации к различным условиям работы системы. В последующих релизах, вероятно, появятся другие типы радиодоступа, отличные от ортогонального OFDM, которые позволят сделать более эффективной связь M2M.

Новая архитектура сети позволит реализовать новые подходы в управлении качеством обслуживания, снижения задержек в обработке данных, управления пользовательскими и сессионными данными, объединения в цепочки сетевых элементов, необходимых для реализации того или иного сервиса. Все это проще реализовать в облачной среде, на использование которой и будут нацелены нововведения в ядре.

Возможно ли полноценное внедрение Интернета вещей (IoT) без перехода сетей на технологии 5G?

В.Тихвинский. Без перехода сетей на 5G не будет решена проблема применения бизнес-моделей по оказанию высоконадежных и критичных к задержкам услуг IoT для таких приложений, как беспилотный транспорт, виртуальная (VR) и дополненная реальность (AR), голографические

звонки, требующих односторонней задержки менее 1 мс. Текущее значение временного интервала излучения сигнала (TTI) для сетей LTE, равное 1 мс, обеспечивает на практике 10–20 мс задержки в цепочке E2E. При этом даже новый этап эволюции 4G – LTE-Advanced Pro (релизы 14 и 15) будет обеспечивать задержку в цепочке E2E порядка 2 мс.

В.Густелев. На мой взгляд, вполне разумно отложить массированное внедрение IoT еще на пару лет, объединив строительство необходимой для этого инфраструктуры в один проект с обновлением сетей до пятого поколения. Особенно, если говорить о потребительском рынке: дело в том, что вещи не могут самостоятельно оплачивать свой интернет, а пользователь охотнее согласится на развитие привычной телекоммуникационной услуги, чем станет покупать отдельный канал связи для своего умного холодильника.

Г.Муратов. IoT уже становится повседневностью: мы пользуемся умными парковками, подключенными к мобильной сети часами и трекерами, "интеллектуальными" счетчиками воды и т.д. Они требуют поддержки сети уже сегодня. Первые сети и устройства 5G появятся только к концу следующего года, а на то, чтобы они стали массовыми, уйдет еще до двух лет. Поэтому, в стандарте 4G/LTE появились расширения, предназначенные для работы с подключенными устройствами. За счет примененных инноваций удалось снизить стоимость LTE-модуля в несколько раз по сравнению с тем, который используется сегодня в смартфонах; обеспечить его низкое энергопотребление; увеличить радиус покрытия базовой станции до 7 раз; повысить количество одновременных подключений к одной БС до 100 000.

Стандарты пятого поколения будут развивать эти технологии, однако о конкретных параметрах говорить пока рано.

К.Коловский. Интернет вещей – очень объемное понятие, включающее в себя множество различных услуг с разными требованиями как к сети, так и к цене. Услуги сегмента IoT, предлагаемые сегодня, реализовываются в сетях поколения 4,5G, например, с помощью NB-IoT. Со временем, появление новых сервисов, таких как управление беспилотным транспортом, а также требования более массового и экономичного предоставления услуг Интернета вещей вызовут необходимость перехода на 5G.

Л.Варукина. Интернет вещей – это огромный айсберг, у которого на поверхности для многих видится только один из слоев – устройства

и технологии их подключения к Сети, то, что принято называть связью M2M. Под "водой" – основная часть этого "мира": управление, аналитика, приложения, которые прекрасно будут жить и уже сейчас развиваются без привязки к сотовым технологиям. А в надводной части M2M еще и огромное разнообразие вариантов подключения устройств – Wi-Fi, Bluetooth, LPWA, GPRS, NB-IoT.

Другое дело, что, если для новых сценариев IoT потребуются сверхвысокая скорость, сверхнизкая задержка, связь на значительных расстояниях, то здесь может быть необходимо 5G.

Строительство сетей пятого поколения потребует от операторов связи больших капитальных вложений, в том числе на лицензирование дополнительного радиочастотного спектра. Можно ли ожидать, что они будут компенсироваться меньшими удельными затратами на предоставление услуг абонентам?

В.Тихвинский. 5G будет обеспечивать более высокую спектральную эффективность, и следует ожидать меньших затрат на передачу данных. Однако пока нет правдивых и достоверных оценок расходов оператора на инфраструктуру, конверсию полос частот для 5G, результатов аукционов на выделяемый спектральный ресурс. Пока обсуждать эту тему преждевременно.

В.Густелев. Пожалуй, маржинальность новых продуктов считать преждевременно, но уже сейчас понятно, что ставка будет делаться на увеличение проникновения телекоммуникационных услуг. Грубо говоря, после 2020 года у среднего пользователя будет не две сим-карты, а пять и больше, что должно взбодрить неизменно падающую величину ARPU.

Г.Муратов. Мы ожидаем, что развитие сетей 5G будет опираться на тесное взаимодействие с уже построенными сетями LTE, в том числе операторы будут переиспользовать уже существующую инфраструктуру. Поэтому внедрение новых технологий будет происходить постепенно и увеличивать, а не уменьшать эффективность бизнеса операторов.

К.Коловский. Хорошей новостью для операторов и отрасли в целом стало то, что на первом этапе сети 5G будут внедряться в неавтономном режиме (Non-StandAlone). То есть эти сети станут дополнением к сетям 4G/4.5G в тех местах, где возникнет необходимость расширить емкость, предложить новые услуги. При этом вся сигнализация будет передаваться через LTE, а пользовательский трафик – уже в сети 5G. Таким образом, от операторов

на самом раннем этапе не потребуются больших капиталовложений. Сети 5G могут постепенно развиваться именно в тех местах, где наиболее высок спрос на новые услуги, а со временем, когда их покрытие 5G станет сплошным, операторы смогут перейти на автономный режим работы 5G.

Компенсация расходов операторов на приобретение нового частотного спектра и постепенное развертывание сетей 5G могут быть как за счет снижения себестоимости услуг, так и за счет роста доходов операторов от новых услуг связи.

Л.Варукина. Вероятно, да.

Когда вы ожидаете полной коммерческой готовности инфраструктурного и абонентского оборудования сетей 5G, в частности, в уже выделенных для данного использования российским регулятором частотных диапазонах 3,4-3,8 ГГц и 25-30 ГГц?

В.Тихвинский. Начнем с того, что на глобальной основе полосы частот для сетей 5G будут распределены лишь после ВКР-19 в конце ноября 2019 года, а решение МСЭ-Р о том, какой радиointерфейс будет удовлетворять требованиям Союза к 5G (IMT-2020), будет принято лишь к середине 2020 года. Исходя из этого, все версии инфраструктурного и абонентского оборудования сетей 5G, предъявляемые рынку до середины 2020 года, будут носить проприетарный характер – 4G-LTE.

Относительно утверждения российским регулятором частотного диапазона 3,4-3,8 ГГц в качестве полосы 5G надо отметить, что вопрос остается открытым и, возможно, не будет решен до 2019 года из-за загрузки этих частот РЭС спутниковой радиослужбы.

В.Густелев. Мы считаем, что уже в 2018 году заработают пилотные сети, в определенной мере соответствующие требованиям нового поколения мобильной связи, а в 2019 году крупнейшие производители смартфонов сделают 5G центральной темой своих шоу. Однако полного соответствия стандартам ранее 2020 года ожидать не придется, поскольку до того момента стандартизация вряд ли завершится.

Г.Муратов. Российский регулятор пока не принял никакого определенного решения относительно частот для сетей 5G. Вопрос о сроках появления 5G в нашей стране будет зависеть в том числе от того, когда и на каких условиях регулятор будет выделять новые диапазоны частот.

Что касается мировых трендов, то предстандартные сети 5G уже строятся и запускаются в США. В этом году оператор Verizon Wireless начнет

предкоммерческое предоставление услуг фиксированного БШПД с использованием диапазона 28 ГГц. Одними из первых сети 5G могут появиться в Корее, Японии и Китае. Мы ожидаем, что это произойдет уже в следующем году.

Сам стандарт, как ожидается, появится до конца текущего года (в части радиointерфейса). Производители сетевых решений и устройств смогут представить свои первые продукты, соответствующие стандарту, во второй половине 2018 года.

К.Коловский. Первое коммерческое сетевое оборудование, а также стационарное абонентское оборудование – беспроводные роутеры, должно появиться уже в 2018 году. Со смартфонами – сложнее, они, вероятно, станут производиться уже после 2020 года. Ну и стоит ожидать появления в ближайшие годы различных встраиваемых модулей сегмента IoT. Указанные в вопросе диапазоны частот – одни из самых популярных в мире, и стоит ожидать, что большая часть оборудования будет их поддерживать. Но, насколько я понимаю, в России эти диапазоны выделены операторам только для тестирования технологии, а не для коммерческих сетей. Надеюсь, что выделение частот для коммерческой эксплуатации не затянется надолго.

Л.Варукина. В России еще не принято решение о частотных диапазонах для систем 5G. Есть решение ГКРЧ только о возможности тестирования таких систем в указанных в вопросе диапазонах частот в 2018 году. С нетерпением ждем решения российского регулятора по частотам 5G. В мире ожидаем в 2018 году запуск первых коммерческих сетей 5G. К этому моменту будем иметь коммерческое оборудование, соответствующее спецификациям релиза 15 3GPP.

Когда операторам связи целесообразно начинать развертывать сети 5G: сразу после появления на рынке соответствующего стандарта оборудования или только тогда, когда в отдельных зонах будет ощущаться недостаток емкости сети LTE?

В.Тихвинский. Для поддержания конкурентных позиций и уровня капитализации компаний на рынке операторы мобильной связи начнут развертывание сетей сразу после определения регулятором процедур получения полос частот и лицензий на услуги 5G. Было бы странно ожидать другой стратегии поведения со стороны операторов и их инвесторов.

Относительно появления оборудования, соответствующего стандартам 5G. Считаю, что его

ждать никто не станет, и будет наблюдаться "парад" объявлений о внедрении на сетях оборудования 4G-LTE, что мы и наблюдаем уже сегодня на этапах тестирования "сырых" решений вендоров теми же операторами.

В.Густелев. Операторы связи поступят разумно, если синхронизируют свои планы с появлением на рынке смартфонов с поддержкой хотя бы 4G-LTE. Ключевые производители абонентского оборудования наверняка будут серьезно вкладываться в рекламу своих флагманов, обеспечивая операторам достаточное количество ранних, высокомаржинальных пользователей.

Г.Муратов. Недостаток емкости LTE уже ощущается многими операторами. Сроки запуска услуг на базе новых технологий будут зависеть от стратегии каждого из них. Для многих это будет, прежде всего, демонстрацией технологического лидерства. Остальное будет зависеть от внешних факторов, многие из которых нам на сегодняшний день неизвестны: готовность существующей инфраструктуры оператора, стоимость, сроки и условия выделения новых частот, цена и характеристики пользовательских устройств, скорость развития новых медiateхнологий: VR, AR и т. д.

К.Коловский. Это вопрос бизнес-стратегии, а не технологий. На мой взгляд, строительство сетей 5G нужно начинать при наличии бизнес-модели, спроса на новые или более массовые услуги. Развертывание, как я уже говорил, должно быть адресным, постепенным.

Л.Варукина. Для запуска сетей 5G должны совпасть несколько условий:

- легализация технологии в стране, включая принятие нормативной базы (например, СОРМ), выделение спектра. К тому же желательно, чтобы спектр соответствовал мировым тенденциям, а еще лучше европейским, что дает гарантию развитой экосистемы 5G;
- наличие экосистемы 5G – абонентского и инфраструктурного оборудования.

Думаю, что сразу после выделения подходящего спектра под 5G операторы приобретут необходимые лицензии – частоты никогда лишними не бывают. Уже сегодня есть зоны высокой концентрации трафика, где требуется расширение емкости сетей. Емкость можно нарастить или за счет уплотнения сети (не всегда доступно), или путем использования новых частотных слоев для создания необходимой емкости. ■