

## ЖДАТЬ 5G осталось два года

Рассказывает **Теодор Сайзер (Theodore Sizer)**, руководитель исследовательских программ Nokia Bell Labs в области беспроводной связи



Технологии 5G входят в новую стадию развития – из объекта исследований они превращаются в предмет промышленной реализации. Значимая роль в этом процессе принадлежит Nokia Bell Labs – научно-исследовательскому центру, который после одного из самых громких поглощений в мире телекоммуникаций стал частью корпорации Nokia.

Год назад на Mobile World Congress 2015 мы подробно беседовали\* с руководителем исследовательских программ Bell Labs в области беспроводной связи Теодором Сайзером о путях развития 5G. Прошел год, очень многое изменилось – и собственно в развитии технологий, и в глобальном понимании того, что означает 5G. Мы вновь встретились с Т.Сайзером уже на MWC 2016, чтобы узнать у этого специалиста о наиболее актуальных тенденциях в области 5G.

**Господин Сайзер, какие наиболее важные изменения в понимании концепции беспроводных систем связи 5G, в развитии технологий произошли за минувший год?**

Здесь можно выделить два аспекта: прогресс в ожиданиях и в развитии самих технологий. Мы видим, что беспроводной трафик продолжает свой впечатляющий рост, что значимо само по себе. Общий тренд неизменен – все хотят постоянно быть на связи. Но я вижу, что в этом году гораздо больше специалистов рассуждают о новых применениях беспроводных технологий. Например, я вижу всплеск дискуссий и новых идей по использованию беспроводных решений

в автомобильной промышленности, в среде производителей автомобильной электроники. Гораздо чаще стали говорить о коммуникациях "автомобиль-автомобиль". Такие компании как Bosch, например, изучают новые пути применения беспроводных технологий в своем бизнесе. В Германии разворачивается серьезная инициатива по использованию беспроводных технологий в промышленных целях, для реализации концепции Industry 4.0. Появляются все новые типы приложений, для поддержки которых нужны технологии 5G. Так, на фоне продолжающегося роста трафика возникают новые классы возможностей, требующих более скорого внедрения сетей 5G.

С другой стороны, мы видим, что сами телекоммуникационные технологии, которые относят к 5G, становятся все более и более зрелыми. То, о чем мы еще год назад говорили, как о предположении, о зыбкой возможности, становится реальностью. Мы совместно работаем с нашими потребителями и партнерами над развитием этих технологий. Они уже достигли такого уровня зрелости, что с марта должен начаться реальный процесс стандартизации, первые обсуждения 5G на уровне международных стандартизирующих организаций.

**5G – это сумма различных технологий и подходов. На каких технологиях стоит концентрироваться в первую очередь?**

\* См.: Первая миля, 2015, № 3, с. 38–43.

Отмечу две фокусные точки. Первая связана с потребностью во все более гибкой радиосети. Сегодня сети уже обладают достаточной гибкостью, они поддерживают и передачу видео, и веб-серфинг, и телефонию. Но этого мало – в ближайшем будущем потребуются и массово передавать очень короткие пакеты данных, и обеспечивать информационный обмен с очень малой задержкой. Это важно и для Интернета вещей, и для организации связи "автомобиль-автомобиль", и для многих других задач. Поэтому необходимы новые подходы к созданию гибких, адаптивных радиосетей.

Другой очень важный аспект связан с тем, почему сети 5G называют "системой систем". И в этом же кроется их коренное отличие от технологий 4G. Системы 5G включают в себя и технологии 4G и 3G, 2G и Wi-Fi. Конечно, появятся и новые технологии, например, связь в миллиметровом диапазоне или мультиантенные системы massive MIMO. Эти технологии очень важны, поскольку позволят предоставить пользователям очень высокую скорость передачи данных, большую емкость, новые сервисы и т.п. Но новые технологии станут частью системы систем 5G, новым дополнением к более низкочастотным и более традиционным технологиям, таким как LTE или Wi-Fi.

Так что с наступлением 5G прежние технологии не уйдут. И наша работа – научить их работать совместно. Ведь конечному пользователю важно получить информацию, и ему дела нет до того, как она к нему попадает – через сеть Wi-Fi или 5G. Мой телефон 10 лет назад имел всего один радиointерфейс, и я мог одновременно говорить только с одним собеседником. Сегодня мой телефон содержит шесть радиотрактов, и я одновременно могу



Прототип базовой станции, поддерживающий 1,2 млн. соединений

работать в сетях Wi-Fi и LTE, GSM или WCDMA. Такая мультистандартность позволяет выходить на связь различными способами, в зависимости от того, где находится пользователь, в какой сети. Объединить различные технологии в одну телекоммуникационную среду – одна из основных задач 5G.

Итак, гибкие радиосети и система систем – вот две ключевые области, которые, по нашему мнению, в первую очередь необходимы для развития 5G. Именно на них направлены наши исследования.

**Вскоре начнется процесс стандартизации 5G. На каких аспектах этой глобальной экосистемы нужно сосредоточить внимание?**

Полагаю, работа начнется сразу в нескольких направлениях. И ключевым фактором здесь станут два глобальных события 2018 года – XXIII зимние Олимпийские игры в Пхенчхане (Ю.Корея) и Чемпионат мира по футболу

в России. Что нужно людям при столь масштабных мероприятиях – высокая скорость передачи данных в условиях очень большой плотности абонентов. Поэтому именно проблема скорости требует сегодня очень большого внимания. Весь вопрос, как ее достичь.

Сегодня дискуссии идут в двух направлениях. Первое – насколько реалистичны высокие ожидания от новых миллиметровых частотных диапазонов, каково в них реальное распространение сигналов, как практически использовать эти диапазоны. Проблем здесь немало, поскольку миллиметровые радиоволны практически не проходят сквозь стены, не могут огибать углы. Это означает новый подход к организации радиосвязи в зданиях, другой тип беспроводных решений везде, где проблематична связь "точка-точка" и нет условий прямой видимости. Одновременно необходимо исследовать особенности распространения сигналов миллиметрового диапазона

в сельской местности, в городах и на их окраинах. Все это вместе формирует одну группу вопросов для стандартизации.

Второй аспект в обсуждениях – новые формы сигналов, новые сигнальные конструкции. Например, в радиоканале LTE используют технологию OFDM. Эта технология очень хороша для быстрой передачи данных. Но малоэффективна, когда необходимо передавать небольшие информационные пакеты, причем достаточно редко. Поэтому очень важно понять, как можно улучшить формы сигналов, чтобы обеспечить гибкость, необходимую для новых приложений, требующих низкой задержки или передачи коротких пакетов. Какие новые решения нужны в радиотрактах, в архитектуре сетей?

Вот эти два вопроса – распространение сигналов в миллиметровых диапазонах и выбор новых сигнальных форм – и выступают сегодня основными. Не готов сказать, какой из них первый, какой – второй. Полагаю, оба они – первые, поскольку ждать с решением любого из них мы не можем.

**Современные телекоммуникационные решения базируются**

**на достижениях полупроводниковых технологий. Ведет ли Bell Labs исследования в этой области, сотрудничаете ли с полупроводниковыми компаниями?**

Нужно разделять исследования в таких областях, как цифровая обработка сигнала и аналоговые СВЧ-тракты. Для цифровой обработки лучше всего подходят стандартные компоненты, например, процессоры Intel. Возможностей современных программируемых платформ, равно как и 10 лет назад, достаточно для решения наших задач, специализированные заказные микросхемы здесь не нужны.

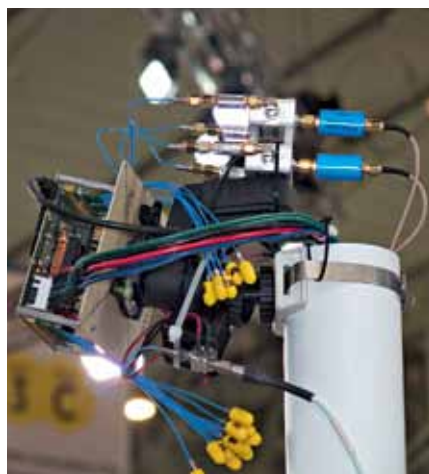
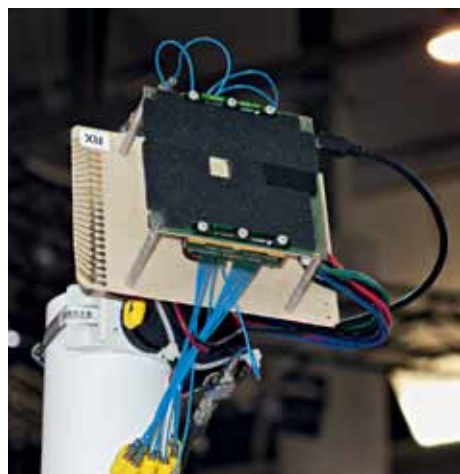
Совсем другой вопрос – обработка аналоговых сигналов, радиомодули. Оборудование становится все компактнее, работает в новых диапазонах частот, все более актуальны вопросы потребляемой мощности. Для всего этого необходимы новые технологии создания элементной базы для аналоговых СВЧ-трактов. Мы занимаемся этими вопросами. Например, одна из технологий, которую мы исследуем в Bell Labs, – создание специализированных микросхем со встроенными антеннами. Мы будем использовать их для микроволновых приложений. В целом, задача интеграции всей радиочасти в одну СБИС очень актуальна,

поскольку сегодня цены на решения для радиотрактов очень высоки, и их интеграция в одну микросхему позволяет радикально снижать стоимость изделий. Аналогичная задача для цифровой обработки означает ее реализацию на стандартных программируемых платформах. Поэтому лишь в некоторых вопросах мы сотрудничаем с такими компаниями, как Intel и Qualcomm. Но в остальном все делаем сами.

**Мы говорим о 5G как о беспроводной сети. Однако в таких глобальных сетях беспроводной сегмент – это лишь верхушка айсберга, в основе которого лежат транспортные и опорные сети, на основе оптических волокон. Bell Labs известна своими основополагающими достижениями в области волоконно-оптической связи. Проводите ли вы исследования в сфере взаимодействия оптического и беспроводного сегментов?**

Безусловно, между этими сегментами взаимодействие очень велико. Вы не упомянули еще одну составляющую – медные телефонные линии, для которых используются технологии xDSL. Здесь у нас также есть ряд перспективных разработок. Сегодня в эксплуатируемых сетях мы можем передавать по медным линиям потоки до 1 Гбит/с. А в лаборатории транслируем по медным линиям потоки 10 Гбит/с – речь идет о DSL-технологии XG-FAST.

Мы разработали платформу, которая позволяет передавать данные одновременно и в миллиметровом диапазоне, и по медным линиям. Почему это важно? Размеры сот постоянно уменьшаются, поскольку нужно увеличивать их емкость и скорости передачи данных. Соответственно, расстояние между базовыми станциями соседних сот будут составлять около сотни метров. На таких



Прототип базовой станции миллиметрового диапазона

расстояниях технология передачи данных по медным линиям становится сопоставимой с беспроводными. Поэтому мы видим возможности для конвергенции этих технологий и создания решений, одновременно подходящих и для медных линий, и для беспроводных соединений.

Кроме того, мы проводим работы в области интеграции с технологиями пассивных оптических сетей (PON), чтобы обеспечить в них очень низкую задержку. Основная проблема PON – это именно задержка распространения сигнала, поскольку сам принцип построения таких сетей подразумевает распределение общего ресурса между несколькими пользователями. И если один из них серьезно загружает сеть, у других могут возникать проблемы со скоростью отклика. Поэтому мы работаем над интеграцией беспроводных технологий и PON, а также интеграцией беспроводных технологий и технологий передачи по медным линиям.

### Когда мы увидим первые реальные устройства 5G?

Полагаю, в 2018 году, поскольку Чемпионат мира по футболу в России и Зимние Олимпийские игры в Южной Корее – достаточно мощный толчок для продвижения новых технологий. Столь значимые события оказывают громадное давление на весь телекоммуникационный мир, особенно на производителей телефонов. Это дает уверенность в том, что мы увидим реальные системы 5G в 2018 году.

Со своей стороны, мы в Nokia Bell Labs активно способствуем скорейшему приходу эры 5G. Например, на выставке MWC 2016 мы демонстрируем прототип базовой станции 5G, которая поддерживает одновременно 1,2 млн. соединений. Напомню, типичная



Управление транспортными средствами через беспроводную сеть со сверхнизкими задержками

базовая станция LTE поддерживает не более 2 тыс. Столь большое число одновременно обслуживаемых устройств важно для Интернета вещей, когда на заданной площади будет необходимо подключать сотни и тысячи небольших датчиков и устройств. Автомобили, датчики температуры и дождя, датчики освещения в парках и т.п. – и все они должны обслуживаться глобальной сетью 5G. И наше решение позволяет это реализовать.

Еще один представленный на выставке образец отражает концепцию 5G как системы систем. Мы интегрировали в одном устройстве шесть различных технологий, включая LTE и LTE-Advanced, Wi-Fi, LTE в диапазоне 3,5 ГГц, связь в миллиметровом диапазоне. Объединяя их вместе, мы достигли пиковой скорости доступа 30 Гбит/с.

Демонстрируем мы и прототип устройства, которое объединяет возможности связи по медным линиям (XG-Fast) и в миллиметровом диапазоне со скоростью 10 Гбит/с. Беспроводной канал

реализован на интегральной схеме, которая содержит 16 антенных портов. Сам антенный массив 4×4 реализован на плате. Рабочий частотный диапазон – от 6 до 90 ГГц. Это первое поколение такого рода устройств, во втором поколении будет реализовано 256 антенных каналов (массив 16×16).

Еще одна возможность наших решений – построение систем связи со сверхнизкой задержкой, на уровне 1 мс. Ее демонстрирует макет, где игрушечные машинки движутся по восьмерке. Они управляются по беспроводной сети. Малые задержки позволяют предотвращать их столкновения. Использовать для этой задачи современные сети LTE невозможно.

Решений много, и все это говорит, что вскоре мы увидим реальные системы 5G. Полагаю, ждать осталось всего два года. Это уже не долго.

Спасибо за интересный рассказ!

С Т.Сайзером беседовал  
И.Шахнович