**Тимур Омар, Манат Иманкул**

**(Астана, Казахстан)**

**ОРГАНИЗАЦИЯ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ В 5G**

Мобильность – ключевой показатель деятельности предприятия и влияет практический на каждый аспект бизнеса. Мобильные технологии позволяют повысить производительность работы и создать имидж более инновационной компании для клиентов. Мобильные сети перманентно эволюционируют и практически неограниченны физическими барьерами. Необходимость расширения существующих сетей за счет использования мобильной связи делает беспроводные сети актуальным направлением IT-технологий. Для мультисервисных сетей есть возможность организации беспроводных инфраструктур, подключенных к имеющимся проводным.

Сегодня сети 4G предоставляют втрое более высокую скорость передачи по сравнению с сетями 3G. Трафик в сетях передачи стремительно продолжает расти. В будущем пропускной способности сетей 4G станет недостаточно. Мировой мобильный трафик почти удваивается каждый год и этот экспоненциальный рост продолжается. Число подключенных к мобильным сетям устройств также увеличивается и этот рост сопровождается появлением новых способов их применения, что приведет к возникновению новых требований к сетям, которые варьируются в зависимости от устройств и от конкретной цели использования. Рост числа мобильных абонентов требует быстрого создания коммуникаций между ними. Базой архитектуры следующего поколения станет технология SDN (Software Defined Networks), поз­во­ляющая про­грам­ми­ро­вать сеть как еди­ное целое. В SDN ло­ги­ка управ­ле­ния вы­но­сит­ся в кон­трол­ле­ры, спо­соб­ные от­сле­жи­вать ра­бо­ту всей cети. Се­те­вым устрой­ствам до­ста­точ­но сле­до­вать ин­струк­ци­ям кон­трол­ле­ра по об­ра­бот­ке тра­фи­ка.

Существующие современные сети мобильной связи строятся из базовых станций (БС), формирующих соты (зоны радиопокрытия). Ряд расположенных друг с другом БС организуют зону действия мобильной сети. Центр коммутации подвижной связи MSC (Mobile Switching Centre) обслуживает группу сот и обеспечивает все виды соединений, необходимых в пределах функционирования мобильной станции, а также выполняет функции коммутации радиоканалов и представляет собой интерфейс между стационарными и мобильными сетями, реализуя маршрутизацию вызовов и функцию управления вызовами.

Сегодня технологии радиоинтерфейса достигают теоретических пределов канальной пропускной способности, и дальнейшим путем наращивания емкости сетей становится их пространственное уплотнение и совершенствование методов управления распределением радиоресурсов.

В перспективе индустрии мобильной связи придется переходить на новый стандарт. При создании стандарта технологии 5G учитываются усовершенствованные возможности HSPA (High Speed Packet Access), LTE (Long Term Evolution) и других технологий радиодоступа, предназначенных для конкретных сценариев и определенных целей. В связи с тем, что практически во всех нынешних смартфонах есть чип, позволяющий работать в мобильной сети, и чип, позволяющий работать в сети Wi-Fi, произойдет конвергенция (взаимопроникновение, слияние) технологий LTE и Wi-Fi.

Цели создания новых систем 5G: очень высокая емкость сети; высокоскоростное соединение огромного числа абонентов и устройств; поддержка высокой мобильности при высоком качестве сервисов; повсеместная поддержка массовых межмашинных соединений М2М (machine-to-machine, mobile-to-machine или machine-to-mobile) (в сетевое взаимодействие вовлекаются физические объекты); снижение потребления энергии сетевыми объектами; повышение скорости передачи за счет использования дополнительных ресурсов радиочастотного спектра и др. Обеспечить бесперебойную работу 50 млрд устройств к 2050 г. – архисложная задача. Вместе с ростом числа подключаемых устройств будут значительно возрастать и требования к сети [1].

Потоковое видео, файлообменные сети и облачные сервисы – популярные приложения, которые в будущем потребуют еще более высоких скоростей и мгновенных откликов (измеряемых единицами мс). В условиях непрерывного роста числа устройств и их производительности, коммуникационная сеть должна представлять собой комбинированную проводную/беспроводную систему, беспроводный сегмент которой обеспечивает скорости порядка 10 Гбит/с, достигаемые за счет применения пространственного мультиплексирования с модуляцией высокого порядка (с технологией MIMO (Multiple Input Multiple Output)). Малая задержка прохождения сигнала в обе стороны – всего 1 мс – позволит реализовать интерактивное потоковое видео высокой четкости, необходимое для приложений виртуальной реальности. Комбинированная сеть будет поддерживать любое оборудование – от простых мобильных технологий до смартфонов, планшетов и др., обеспечивая контроль и управление миллиардами датчиков и множеством одновременно работающих потоковых служб [1].

В исследовательском центре Bell Labs компании Alcatel-Lucent считают, что технология беспроводной и мобильной связи пятого поколения 5G заставит пересмотреть характер сетей мобильной связи и способы подключения к сетям мобильных устройств. С внедрением 5G мобильные сети перестанут обладать сотовой структурой. Вместо БС центральными элементами сетевой архитектуры станут мобильные устройства и серверы, которые будут соединяться друг с другом напрямую. В новой структуре, которая не будет уже ячеисто-ориентированной, а будет устройство-ориентированной, устройства будут соединяться между собой и обмениваться многочисленными потоками информации с использованием разнородных коммуникационных узлов. Предполагается, что устройства в сетях 5G будут функционировать параллельно на нескольких диапазонах частот, используя один диапазон для приема, а другой – для отправки данных. Сеть 5G будет адаптироваться под запросы любого расположенного в зоне ее покрытия мобильного устройства.

При высокоплотных запросах к сети необходимо обеспечить скорость передачи до нескольких Гбит/с, что позволит синхронизировать локальные хранилища с облачными и сетевыми дисками, передавать видео сверхвысокой четкости и поддерживать работу приложений виртуальной и дополненной реальности. Добавление виртуальных ресурсов осуществляется намного быстрее, чем развертывание дополнительного физического оборудования, что позволит более эффективно, гибко управлять работой сетей.

По сравнению с предыдущими поколениями мобильных сетей сети 5G порождают несколько новых проблем проектирования и тестирования. БС будут использовать антенные решетки с управляемой диаграммой направленности и/или несколько принимаемых/передающих потоков (MIMO), позволяющих увеличить пропускную способность [1, с. 6]. 5G в основном будет сосредоточена на двух фундаментальных аспектах для устранения узких мест в инфраструктуре: огромная емкость и массовые подключения. Сети 5G будут поддерживать новые разнообразные наборы услуг, приложений и пользователей с чрезвычайно широким диапазоном требований, а также гибко и эффективно использовать весь имеющийся радиоспектр для экстремально различных сценариев развертывания сети.

5G-технологии и построенные на их базе инфокоммуникационные сети будут отвечать потребностям глобального цифрового общества. 5G-технологии будут основываться на сверхшироких полосах частот с субмиллисекундными задержками. Максимально полное и эффективное использование радиоспектра, облегченный доступ ко всему спектру и технологии программируемого радиоинтерфейса дадут возможность сопоставления наилучшим образом подходящих комбинаций частоты и радиоресурсов для востребованных в данный момент сервисов. Радиоинтерфейс и подсистемы (RAN, Radio Access Networks) будут полностью переработаны для создания нового стереотипа мобильного доступа с почти неограниченной емкостью, «огромным» количеством соединений и «ультрабыстрой» скоростью передачи данных.

Глубокая интеграция программно-конфигурируемых сетей и технологий облачной архитектуры дополнительно будут содействовать созданию требований по условиям настройки мобильных сетевых технологий, которые обеспечат наилучшие показатели качества, позволят снизить потребление энергии. Для будущих версий стандартов 4G уже разработаны новые технологии самоорганизующихся сетей, программно-определяемые радиосистемы, поддерживающие несколько стандартов радиоинтерфейса, а также программно-определяемые сети, основанные на облачных технологиях. Все это будет расширено для 5G.

5G-технологии будут снабжены встроенной поддержкой новейших видов сетей и решений: ультраплотные радиосети с собственным бэкхолом (транспортной сетью); соединения устройство-устройство D2D (device-to-device); динамический рефарминг радиоспектра; совместное использование инфраструктуры радиодоступа. В основе систем мобильной связи 5G лежит усовершенствование существующих технологий с расширением возможностей их взаимодействия между собой, то есть дальнейшее углубление принципов использования сетей нового поколения на основе гибких многофункциональных, самообучающихся и самонастраивающихся структур [3]. Создание высококачественного доступа к высокоскоростным мобильным услугам станет возможным путем внедрения технологии интеллектуальных антенн с многочисленными управляемыми элементами, высокой степенью координирования между БС. Для обеспечения обработки сверхвысокого объема пользовательского трафика и гигабитных скоростей передачи данных предстоит внедрение сверхплотного развертывания сетей, БС в которых будут использовать очень широкую полосу пропускания в верхних диапазонах частот с помощью новых технологий радиодоступа [4]. Хотя сверхплотные сети будут функционировать в ином диапазоне частот и базироваться на новых технологиях радиодоступа, они должны быть гармонично интегрированы с уже действующим уровнем мобильных сетей.

**Литература:**

1. Вайтакр Я. Потребность в 5G. Проблемы разработки и тестирования // Вестник связи. - №8, 2014. – с. 4-6.
2. Конарев Д.П., Голышко А.В. Мобильные перспективы 2020 // Вестник связи. - №6, 2014. – с. 48-53.
3. Мельник С.В. 5G – работа над ошибками предыдущих поколений // Вестник связи. – 2014, №7. – с. 29.
4. Ericsson. Аналитический доклад. Технологии мобильной связи пятого поколения (5G). Анализ и перспективы. Июнь 2013 г.