

Берем курс на широкополосный мобильный доступ

Двигаясь в направлении высокопроизводительной
инфраструктуры, полностью основанной на IP,
с помощью технологии LTE/SAE



Краткое содержание

Оглавление

| | |
|----|---|
| 02 | Краткое содержание |
| 03 | Предпосылки |
| 04 | Движущие силы рынка и ожидания |
| 05 | Преимущества для пользователей |
| 06 | Ожидания операторов |
| 08 | Системный подход |
| 09 | Стандартизация радиointерфейса LTE и расширенной пакетной системы |
| 10 | Оптимизация совокупной стоимости владения с использованием решений Nokia Siemens Networks для LTE/SAE |
| 14 | Заключение |
| 15 | Сокращения |
| 15 | Литература |

По оценкам Nokia Siemens Networks, к 2015 году количество пользователей, подключенных к Всемирной паутине, составит пять миллиардов, а объем трафика в сетях возрастет в 100 раз по сравнению с текущим уровнем. Наряду с традиционными технологиями доступа по кабельным сетям будет развиваться и беспроводной доступ в Интернет. Помимо доступа к сети с ноутбуков, широкое распространение получит доступ с мобильных телефонов, поддерживающих расширенные возможности работы с данными и приложениями. Для организации широкополосного доступа там, где возможности проводных сетей ограничены, будут использоваться беспроводные сети. Все больше пользовательских сообществ будет пользоваться мультимедийными сервисами, и это обстоятельство также будет способствовать росту требований к пропускной способности сетей. Операторам сетей мобильной связи благодаря этому предоставляется новая возможность для развития бизнеса, однако, чтобы воспользоваться ею, операторам необходимо будет повышать производительность и эффективность своих сетей.

Стремясь перейти с технологии HSPA на новую ступень эволюционной лестницы, проект партнерства в области 3G (3GPP) стандартизировал в версии 8 (Rel8) технологию, именуемую «эволюция в долгосрочной перспективе / эволюция системной архитектуры» (Long Term Evolution/System Architecture Evolution, LTE/SAE). Она предназначена для того, чтобы:

- «выжать» максимум из скудных ресурсов спектральной полосы: технология LTE/SAE, которую можно использовать при парном или непарном выделении частот с шириной полосы от 1.4 МГц до 20 МГц, позволяет добиться в четыре раза большей спектральной эффективности по сравнению с технологией HSDPA Release 6;
- обеспечить пользователям условия работы, сопоставимые с наилучшими домашними широкополосными каналами, существующими на сегодняшний день: LTE/SAE обеспечивает пиковую скорость передачи данных до 173 Мбит/с и снижает задержку до 10 мс;
- использовать возможности одноуровневой сетевой архитектуры, полностью основанной на IP, и нового радиointерфейса для значительного сокращения стоимости передачи в расчете за 1 Мбайт; при этом будущие инновационные решения позволят обеспечить еще более высокую производительность. К примеру, схема MIMO (4x4 Multiple Input/Multiple Output, поддержка многомерных антенн 4x4) позволяет увеличить скорость в канале от базовой станции к абоненту до 326 Мбит/с.

Nokia Siemens Networks придерживается экономически выгодной стратегии внедрения LTE/SAE, которая позволяет операторам GSM-/WCDMA-, CDMA-сетей, а также сетей, строящихся с нуля, развивать свой бизнес и наращивать прибыльность в эпоху повсеместного проникновения широкополосного мобильного доступа, приближающуюся семимильными шагами.

Предпосылки

За последнее десятилетие Интернет изменил жизни многих людей. Услуги, предоставляемые через Web, сегодня заменяют многие процессы, протекающие в автономном режиме. Интернет стал основной платформой доставки текста, музыки, видео и другого мультимедийного контента. Все эти факторы способствовали развитию широкополосного доступа. Учитывая, что скорость распространения широкополосного доступа превышает скорость распространения голосовой сотовой связи, Nokia Siemens Networks предполагает, что к 2015 году доступ к Интернету будут иметь пять миллиардов пользователей, а объемы трафика в сетях возрастут в 100 раз. Широкополосный мобильный доступ повторяет путь развития мобильной телефонии и постепенно становится широко распространенной услугой, которая доступна пользователям в любом месте и в любое время.

Все большее количество людей пользуется широкополосным мобильным доступом, наслаждаясь просмотром видео и другим «увесистым» мультимедийным контентом. Это совпадающее во времени развитие двух технологий создает благоприятные коммерческие возможности для операторов, которые отреагировали на новые задачи запуском HSDPA и тарифов с фиксированной оплатой в 2006 году, привлечших множество корпоративных пользователей. Несмотря на то что этот сегмент пользователей невелик по сравнению с огромным рынком пользователей – физических лиц, во многих сетях общий объем мобильного трафика вырос на 400% в течение 6 месяцев после ввода названных услуг в эксплуатацию.

Пользователи широкополосного мобильного доступа вправе ожидать, что оператор обеспечит услуги, скорость передачи данных, сервисы VoIP и мультимедийные возможности на уровне, эквивалентном современному уровню услуг в фиксированных широкополосных сетях, причем по доступной цене. Вот почему NGMN Ltd., объединение мобильных операторов, ведущих активную деятельность в глобальном масштабе, преисполненное решимости вывести производительность и стоимость решений для широкополосного мобильного доступа на уровень предложений DSL, подняло планку для следующего поколения мобильных сетей (NGMN) и задокументировало свои требования в аналитическом материале [1]. Стремясь удовлетворить требования, изложенные в этом документе, Nokia Siemens Networks и ее родительские компании приняли участие в исследованиях технологии Long Term Evolution (LTE) и System Architecture Evolution (SAE), проводимых Проектом партнерства в области 3G (3GPP). Технология LTE/SAE нацелена на улучшение производительности и сокращение затрат за счет применения более эффективного радиоинтерфейса, более гибкого использования спектра радиочастот и одноуровневой архитектуры пакетной сети. Конечной целью описываемой технологии является создание беспроводных широкополосных коммуникаций, соизмеримых по своим параметрам с каналами DSL в фиксированных сетях связи.

Этап исследований в работе 3GPP над технологией LTE/SAE завершился в середине 2006 года, после чего начался этап разработки спецификаций новой системы радиодоступа (LTE) и пакетной опорной сети с расширенными возможностями (SAE).

3GPP завершил первую партию спецификаций к концу 2008 года. Это дает возможность проводить первые испытания на пользователях силами партнеров в текущем 2009 году, а в начале 2010 года приступить к первым коммерческим внедрениям.

Движущие силы рынка и ожидания

Эволюция пользовательских услуг

В новых услугах акцент будет делаться на передаче данных и мультимедийного контента – наряду с голосовой связью или в ее контексте.

На рисунке 1 представлены некоторые из этих услуг и приведены типовые требования к пропускной способности и сетевой задержке. Цветом выделены услуги, которыми двигаются основные драйверы роста. При том что голосовая связь остается наиболее популярной услугой для крупных пользовательских сегментов, в ближайшие годы мобильная связь будет развиваться под влиянием нескольких различных тенденций:

- Универсальные, не зависящие от метода доступа в Интернет приложения займут место разобщенных приложений для мобильных и стационарных устройств.
- Приложения Web 2.0 позволят пользователям участвовать в работе сообществ, генерировать контент и взаимодействовать в виртуальных мирах.
- Большую популярность приобретут потоковые сервисы, позволяющие доставлять индивидуальный видеоконтент и предоставлять доступ к услугам мобильного ТВ по требованию.
- Мобильные, интерактивные удаленные игры и игры в реальном времени, без сомнения, займут сами по себе одно из ведущих мест на рынке услуг.
- Инструменты мобильного офиса, включающие в себя смартфоны, ноутбуки, средства повсеместного широкополосного доступа и расширенные решения для обеспечения безопасности, позволят освободить бизнес-пользователей от привязки к офисному рабочему месту.

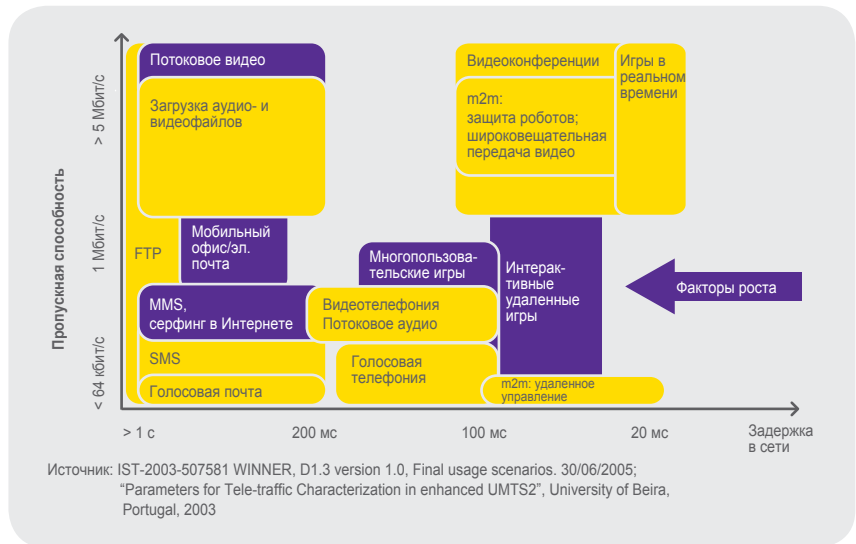


Рисунок 1. Требования к задержке и пропускной способности для различных услуг

Основным фактором, способствующим воплощению этих тенденций в мобильной связи, является уровень удовлетворенности пользователей, который будет зависеть от:

- способности сети поддерживать высокие пиковые скорости передачи данных и высокую среднюю пропускную способность сети при передаче данных;
- скорости отклика (малой задержки) на уровне данных пользователей и в каналах сигнализации;
- гарантированного радиопокрытия, обеспечивающего возможность полноценного пользования услугами, вкуче с приемлемой пропускной способностью вплоть до границы действия отдельной соты;
- непрерывности обслуживания при переходе от одной сети доступа к другой;
- конкурентоспособных цен – с учетом того, что многие пользователи предпочитают тарифы с фиксированной оплатой благодаря их прозрачности и возможности управлять затратами.

По мере освоения персональных мобильных услуг наряду с услугами, предназначенными для стационарного использования в домашних хозяйствах, пользователи без всякого сомнения захотят использовать основное преимущество мобильных операторов – мобильность. Таким образом, ключевым фактором, который позволит оправдать ожидания пользователей, станет возможность предоставить доступ к сети там и тогда, где они этого пожелают.

Из рисунка 2 видно, что в сетях, в которых голосовая связь является доминантной услугой, доходы практически пропорциональны увеличению объемов трафика. В сетях, в которых доминантной услугой является передача данных, при условии использования тарифов с фиксированной оплатой объемы трафика растут практически экспоненциально; однако доходы при этом возрастают не намного или остаются неизменными, а на некоторых рынках могут даже уменьшаться. Для того чтобы сохранить прибыльность бизнеса в долгосрочной перспективе, операторы вынуждены внедрять новые сетевые технологии, которые, во-первых, обеспечивают значительное сокращение затрат, а во-вторых, позволяют максимально «отвязать» эти затраты от объемов передаваемого трафика.

Выше объемы трафика – ниже тарифы

Согласно прогнозам, общие объемы трафика (голосовая связь и передача данных) в мобильных сетях будут быстро расти. В некоторых европейских сетях HSPA наблюдается близкий к экспоненциальному рост трафика данных. По прогнозам аналитиков, средняя цена в расчете за 1 Мбайт будет падать по мере того, как голосовые и прочие услуги будут способствовать увеличению объемов трафика. Повсеместной тенденцией на рынке становится выбор в пользу тарифов с фиксированной оплатой. Основным фактором, вынуждающим бизнес в ряду конкурентов, становится наличие пакетов аналитиков, средняя цена и мультимедийного контента с привлекательным содержанием и фиксированной ценой. Голосовые услуги, в свою очередь, быстро становятся «предметом широкого спроса», и ценовое давление на них неизбежно будет расти. Это вынуждает операторов реагировать путем постепенного перевода голосовых услуг на пакетную технологию VoIP. Рост популярности фиксированных тарифов заставляет операторов изыскивать способы снижения себестоимости передачи трафика в расчете за 1 Мбайт. Для того чтобы умерить аппетиты приложений, агрессивно поглощающих полосу, в особенности пиринговых систем обмена файлами, и, соответственно, предотвратить перегрузку сети, необходимо обеспечить применение честных политик, регламентирующих использование доступной полосы.

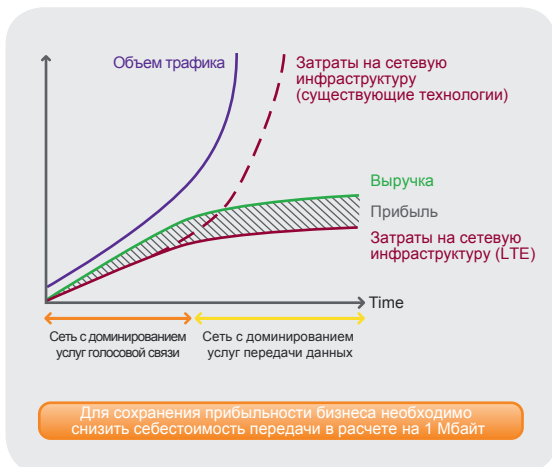


Рисунок 2. Увеличение объемов трафика требует применения технологий, обеспечивающих низкую стоимость передачи в расчете за единицу

Технологический прогресс

Оптимизация алгоритмов цифровой обработки сигналов и развитие антенных технологий позволят приблизить уровень эффективности использования спектра частот радиointерфейсов к теоретическому пределу.

Совершенствование IP-транспорта (повсеместное внедрение Gigabit Ethernet) и методов управления качеством обслуживания (QoS) позволит увеличить производительность, эффективность и надежность пакетных сетей передачи данных и голосовой связи до показателей операторского уровня. Все перечисленные факторы в сочетании с интеграцией поддержки IP в сетевых устройствах и реализацией методик VoIP с эффективным использованием спектра частот вскоре позволят заговорить об инфраструктуре, полностью основанной на IP, как о реальности. Технология LTE/SAE дает операторам возможность реализовать все услуги в рамках единой пакетной сети, основанной на использовании протокола IP. Это позволит изначально сделать IP-приложения настолько же мобильными, насколько мобильна голосовая связь в современных мобильных сетях. Упомянутые технологические усовершенствования наряду с упрощением архитектуры будут также способствовать сокращению эксплуатационных затрат и, соответственно, расходов, сопутствующих жизненному циклу сети.

Преимущества для пользователей

Большинство потребителей не испытывает особого интереса к используемым технологиям, однако их интересует неограниченный доступ к Интернету и персонализированным услугам в любое время и в любом месте.

Ожидания потребителей от услуг доступа к Интернету и от уровня производительности сети сформировались на основе ощущений от работы с домашними широкополосными каналами.

В свою очередь, представления пользователей, какой должна быть производительность сети, формируются в зависимости от таких параметров, как пиковая скорость передачи пользовательских данных, средняя пропускная способность канала пользователя, пропускная способность соты, задержки в канале сигнализации и задержка при передаче пользовательских данных. Одним из основных факторов успеха мобильных продуктов является способность увеличить производительность широкополосного мобильного доступа таким образом, чтобы это было ощутимо для пользователей.

На рисунке 3 приведен сравнительный анализ пиковых скоростей передачи данных, средней пропускной способности соты, емкости и задержек VoIP для технологии LTE/SAE и для более старых версий технологий WCDMA/HSPA. На физическом уровне технология LTE/SAE с поддержкой многомерных антенн MIMO 2x2 обеспечивает скорость передачи данных в канале от базовой станции к абоненту до 173 Мбит/с, а с поддержкой MIMO 4x4 – до 326 Мбит/с.

При разработке технологии LTE/SAE в нее изначально были заложены такие возможности, как сосуществование, совместимость, роуминг и хендовер между сетями и услугами LTE/SAE и существующими сетями и услугами 2G/3G, поэтому LTE/SAE обеспечивает полную поддержку мобильности с первого же дня.

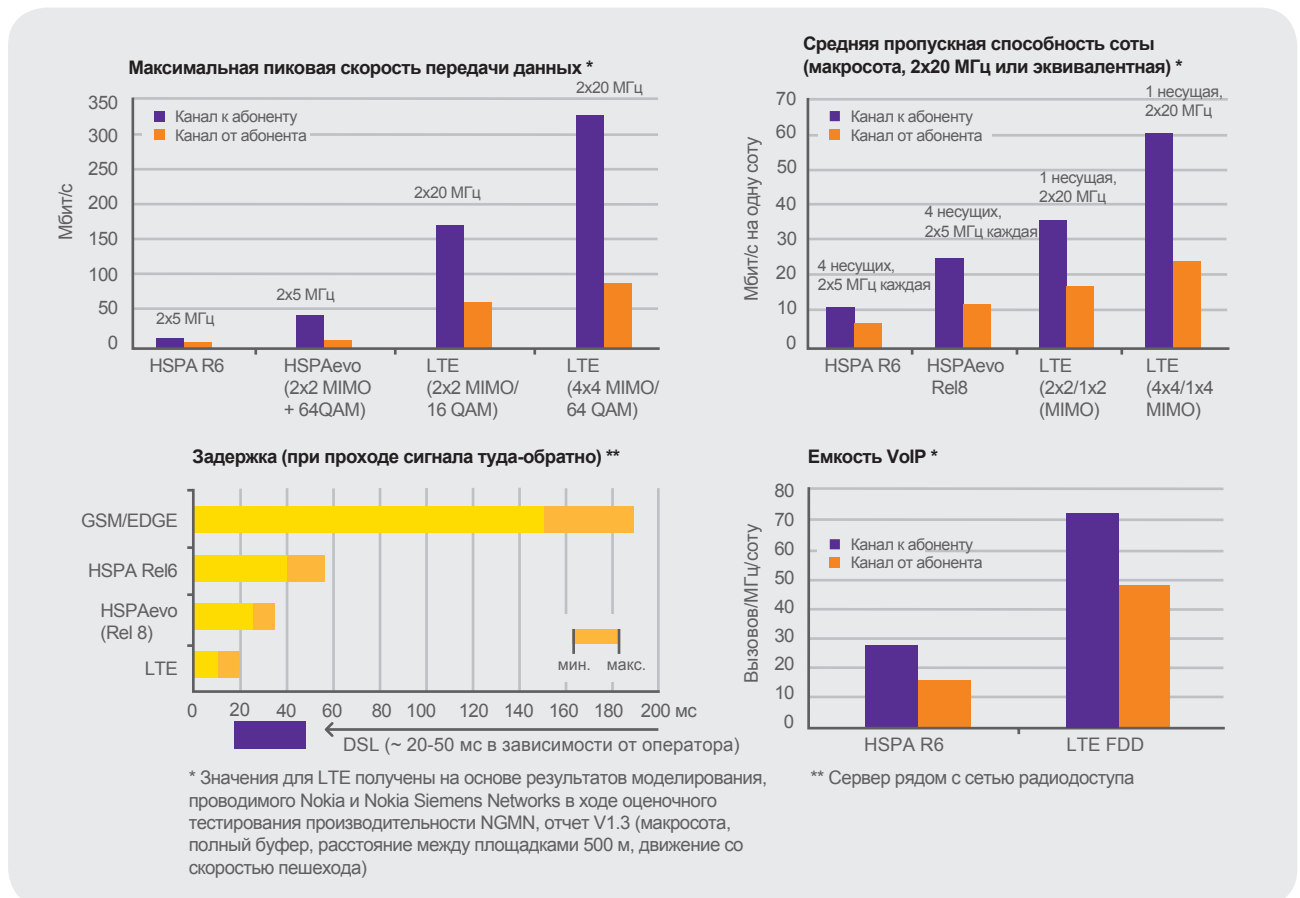


Рисунок 3. Сравнительный анализ пропускной способности (максимальной, обычной) и задержки: LTE демонстрирует превосходную производительность

Ожидания операторов

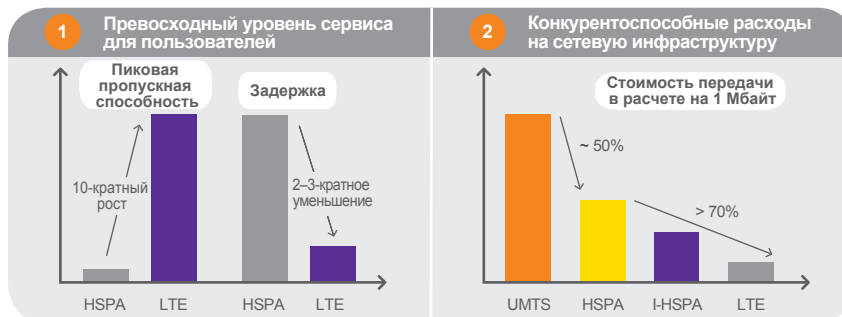


Рисунок 4. Основные составляющие успеха операторов

Преимущества для пользователей, описанные выше, с точки зрения операторов означают потенциальный доход. Чтобы использовать этот потенциал и превратить его в реальную прибыль, операторам необходимо оптимизировать структуру доходов и расходов. Увеличение объемов трафика и снижение стоимости в расчете на 1 Мбайт делают задачу оптимизации затрат еще более насущной.

Производительность и гибкость радиоинтерфейса

Задача сокращения затрат на передачу в расчете на 1 Мбайт напрямую связана с повышением эффективности и применимости радиоинтерфейса за счет:

- повышения эффективности использования спектра радиочастот и битовой скорости передачи на сотах, а также гибких возможностей выделения ресурсов пропускной способности благодаря максимально эффективному использованию спектра частот;
- работы в частотном диапазоне 3G – если требуется, то параллельно с системой 3G – и в новом частотном диапазоне, который вскоре будет выделен для данной технологии;

- рефарминга частотных диапазонов, таких как GSM, и, возможно, перехода на диапазоны с более низкой частотой для использования возможностей спектра и увеличения зоны покрытия при меньшем уровне вложений – в особенности в сельской местности, где плотность трафика не так велика. Для рефарминга диапазонов GSM и CDMA необходимо решение, которое позволяет выделять небольшую часть диапазона частот, поскольку изначально операторы, скорее всего, не смогут выделить под новую технологию значительную часть диапазона из-за наличия трафика GSM или CDMA;
- снижения задержки при передаче пользовательских данных через радиоинтерфейс с целью сокращения совокупного времени загрузки интернет-страниц и, как следствие, улучшения общей производительности на прикладном уровне;
- поддержки быстрого доступа к услугам для минимизации загрузки системы и увеличения количества одновременно обслуживаемых пользователей.

Крупные операторы сформулировали свои требования к производительности радиоинтерфейса LTE в аналитическом материале [1]:

- Высокая эффективность использования спектра частот (в 3–4 раза больше, чем в HSPA Rel 6 для канала к абоненту и в 2–3 раза больше, чем в HSPA Rel 6 для канала от абонента) и производительность на границе соты.
- Высокая пиковая скорость передачи данных, свыше 100 Мбит/с в канале к абоненту и свыше 50 Мбит/с в канале от абонента для полосы частот шириной 20 МГц.
- Низкая задержка (задержка при передаче сигнала туда-обратно не больше 20 мс).
- Гибкая и масштабируемая полоса частот, которую можно выделить в любом месте частотного спектра IMT2000 (от 450 МГц до 2.6 ГГц) как для парных (режим FDD), так и для непарных (режим TDD) частотных диапазонов.

Сложность сетевой инфраструктуры

Общее мнение экспертов таково: сложность системных архитектур и разнообразие протоколов являются основными причинами роста стоимости сетевых устройств и терминалов. Снизить уровень сложности и уменьшить разнообразие можно путем:

- упрощения сетевой архитектуры с помощью одноуровневой иерархии и значительного сокращения числа точек конвертации протоколов (или преобразования контента);
- внедрения открытых, оптимизированных интерфейсов и сокращения количества доступных протоколов;
- развертывания коммуникационной/VoIP-инфраструктуры и оборудования, основанных на протоколе IP, в опорных сетях и радиосетях;
- повсеместного использования недорогих транзитных каналов от базовых станций, например, Ethernet операторского класса вместо выделенных линий E1/T1;
- внедрения технологий автонастройки и автооптимизации, позволяющих снизить стоимость установки и обслуживания.

Конфигурирование услуг

Последние исследования показывают, что ожидания пользователей трудно предугадать в долгосрочной перспективе. По мнению аналитиков, услуги станут частью коммерческих предложений, ориентированных на ближайшую перспективу. Это означает, что операторам необходимо подумать о том, как обеспечить:

- инструменты создания услуг с высокой степенью персонализации и предоставления услуг всех типов, включая услуги, самостоятельно конфигурируемые конечным пользователем;
- индивидуальную поддержку всех видов доступа с помощью общей платформы управления услугами и их конфигурирования;
- комфортное качество работы пользователей для всех видов услуг и диверсифицированных пакетов, включая гибкие пакеты услуг, независимо от вида доступа;
- простые и прозрачные процедуры тарификации, позволяющие обеспечить лояльность абонентов.

Многokrатное использование ресурсов

Рассматривая варианты внедрения новых сетевых технологий, операторы рассчитывают на то, что существующие инвестиции будут защищены, а имеющаяся инфраструктура можно будет задействовать максимально полно. Таким образом, основной акцент делается на задачах, на которые приходится основная часть совокупной стоимости владения операторов, например, таких как:

- развертывание элементов инфраструктуры LTE на существующих площадках и совместное использование общих элементов инфраструктуры (например, антенных мачт; элементов инфраструктуры площадок, таких как источники питания, кондиционеры и оборудование для обеспечения безопасности; фидерных кабелей и даже антенн);
- совместное использование транзитного оборудования элементами LTE/SAE и элементами существующих сетевых технологий, развернутыми на одной и той же площадке;
- внедрение универсальных платформ управления сетью;
- в зависимости от варианта реализации существующих сетевых элементов – возможности сокращения капитальных и эксплуатационных затрат за счет перевода имеющихся аппаратных платформ на технологию LTE/SAE или даже частичного совместного использования аппаратной платформы сетевых элементов с действующими технологиями 2G/3G.

Размер экосистемы

Мобильные системы, основанные на стандартах 3GPP, обладая долей, превышающей 85%, представляют собой крупнейшую экосистему в мобильной отрасли, и это обстоятельство дает как операторам, так и конечным пользователям огромные ценовые преимущества:

- невероятное разнообразие терминалов, начиная с простых и дешевых, поддерживающих только голосовую связь, и заканчивая терминалами с богатыми мультимедийными возможностями;
- ценовые преимущества терминалов и продуктов для построения сетевой инфраструктуры, связанные с огромным количеством производимых продуктов и большим числом различных поставщиков, предлагающих эти продукты.

Операторы рассчитывают на то, что технология LTE/SAE сможет использовать ресурсы этой огромной экосистемы, поскольку большинство терминалов будет поддерживать несколько режимов работы (UMTS/LTE или GSM/UMTS/LTE). В этом случае операторы смогут воспользоваться преимуществами универсальной платформы для терминалов и ценовыми преимуществами, связанными с количеством производимых терминалов.

Взаимодействие с системами радиодоступа, не относящимися к классу 3GPP, и переход с таких систем

Вполне естественным ожиданием операторов и изначальной целью разработчиков стандарта LTE/SAE было обеспечение оптимального взаимодействия с существующими сетями GSM/WCDMA, включая непрерывность предоставления услуг при переходе из сети LTE/SAE в сеть GSM/WCDMA и обратно. Однако операторы систем радиодоступа, не относящихся к классу 3GPP, таких как CDMA, также вправе ожидать наличия легкой возможности эволюции их сетей на платформу LTE/SAE, с тем чтобы они могли воспользоваться преимуществами масштаба экосистемы 3GPP, занимающей более 85% рынка мобильной связи. Эксперты 3GPP учли эти пожелания и разработали спецификацию улучшенного взаимодействия между сетью LTE/SAE и системами радиодоступа, не относящимися к классу 3GPP. В частности, данный стандарт поддерживает прозрачную мобильность и хендовер между сетями LTE и CDMA2000.

Системный подход

В свете усилий, предпринимаемых для стандартизации LTE/SAE, 3GPP разработал спецификации радиointерфейса, сетевой архитектуры и системных интерфейсов. На **рисунке 5** изображена обобщенная сетевая архитектура LTE/SAE. 3GPP стандартизировал сетевую архитектуру пакетной сети, передача данных в которой осуществляется полностью на основе протокола IP. LTE/SAE полностью избавлена от наследия сетей с коммутацией каналов. Таким образом, для голосовой связи применяется технология VoIP. Магистральная сеть IP будет обеспечивать поддержку гарантированного качества обслуживания (QoS) по требованию с помощью исключительно простой, но обладающей при этом обратной совместимостью модели QoS. При разработке сетевой архитектуры ставилась задача использовать Ethernet операторского класса везде, где только возможно, и, в частности, для подключения базовых станций LTE с расширенными возможностями (eNode B).

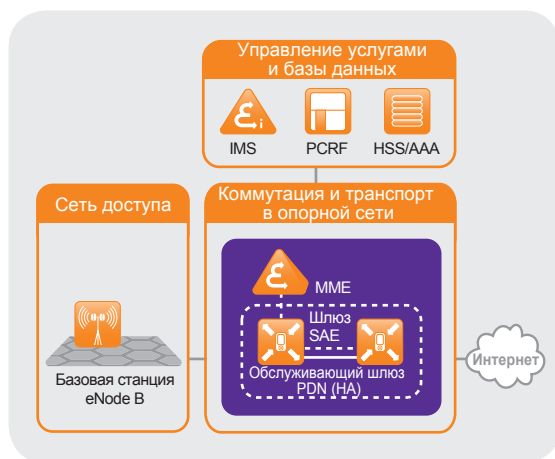


Рисунок 5. Целевая архитектура LTE/SAE

Упрощенная сетевая архитектура

Архитектура опорной сети WCDMA для коммутации пакетов включает в себя обслуживающий узел GPRS – SGSN (Serving GPRS Support Node) и шлюзовой сервисный узел GPRS – GGSN (Gateway GPRS Serving Node). Архитектура радиосети включает в себя базовые станции Node B и контроллер радиосети RNC.

Архитектура LTE/SAE оптимизирована для повышения производительности сети, обеспечения максимальной пропускной способности при передаче данных и минимизации задержек. В отличие от модели с четырьмя узлами на уровне данных пользователей (Node B, RNC, SGSN, GGSN) архитектура LTE использует гораздо более простую конфигурацию, которая включает в себя только базовую станцию с расширенными возможностями (e-Node B) и шлюз SAE (SAE GW). Шлюз SAE состоит из двух логических объектов уровня пользователя, обслуживающего шлюза (Serving Gateway, Serving GW) и шлюза общедоступной сети передачи данных (PDN Gateway, PDN GW). Обслуживающий шлюз играет роль точки привязки пользовательского уровня, которая обеспечивает мобильность между системами доступа GSM и WCDMA/HSPA, стандартизованными в соответствии со спецификациями LTE и 3GPP. Шлюз PDN служит для сопряжения между Интернетом или интрасетями и точкой привязки пользовательского уровня, что позволяет обеспечить мобильность между LTE и системами доступа, не относящимися к классу 3GPP, такими как сети CDMA. Кроме того, шлюз PDN выполняет функции управления политиками и тарификации. Исходя из требований роуминга, обслуживающий шлюз располагается в гостевой сети, а шлюз PDN – в домашней сети.

Интерфейс между обслуживающим шлюзом и шлюзом PDN стандартизирован для поддержки сценариев роуминга. Однако обе роли можно реализовать на одной физической платформе.

Протоколы сигнализации на уровне управления обрабатываются модулем управления мобильностью MME (Mobility Management Entity).

Сеть доступа функционирует без центрального контроллера (BSC, RNC), поэтому базовые станции (eNode B) обмениваются друг с другом управляющими данными и информацией о пользователях через стандартизированные интерфейсы. Кроме того, они непосредственно подключены к опорной сети.

По сравнению с предшественниками эта архитектура, во-первых, предусматривает меньшее количество интерфейсов, а во-вторых, является более простой в силу меньшего числа точек конвертации протоколов и преобразований контента.

Высокопроизводительный радиointерфейс

Радиointерфейс LTE значительно отличается от интерфейсов, существующих в более ранних технологиях. **Рисунок 6** иллюстрирует технологии, которые были использованы при создании радиointерфейса LTE.

Современная технология ортогонального мультиплексирования с разделением по частоте (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM) позволила достичь целевых показателей производительности и экономии затрат благодаря низкой совокупной стоимости владения.

Исходя из пропускной способности, имеющейся в каналах от базовой станции к абоненту, оператор может разместить в них множество поднесущих. В канале от абонента до базовой станции используется технология одной несущей FDMA (SC-FDMA) для предотвращения больших различий между пиковой и средней потребляемой мощностью. Это позволяет оптимизировать архитектуру радиочастотного тракта и увеличить время работы терминалов от батарей.

Использование мощных инструментов частотно-временного планирования, технологии поддержки многомерных антенн, гибридных автоматических повторных запросов (Hybrid Automatic Repeat Request, HARQ) и модуляции более высокого порядка (до 64 QAM) в сочетании со скоростными методами адаптации каналов и небольшим интервалом передачи (TTI) в районе 1 мс позволяет повысить эффективность использования радиочастотного спектра.

В принципе, операторам вообще не нужно приобретать новый спектр радиочастот. Радиointерфейс LTE может работать в том же спектре, что и радиointерфейс WCDMA/HSPA, в том числе параллельно с ним – например, на другой несущей. Гибкие возможности выделения ресурсов спектра радиочастот (включая масштабирование ширины полосы) позволяют размещать несущие в любых точках спектра, лицензированного для предоставления услуг 2G или 3G.

LTE обладает уникальной гибкостью с точки зрения использования радиочастотных ресурсов – она поддерживает частотные диапазоны шириной 1,4, 3, 5, 10, 15 и 20 МГц. Неширокие полосы частот в 1,4 и 3,0 МГц оптимально подходят для рефарминга GSM и CDMA – в том случае, если изначально операторы не смогли выделить под новую технологию диапазоны с более широкой полосой.

Радиointерфейс LTE может использоваться как в парных (режим FDD), так и в непарных (режим TDD) диапазонах частотного спектра. При первоначальном развертывании за пределами Китая предполагается использование радиointерфейса LTE в режиме FDD в парных диапазонах.

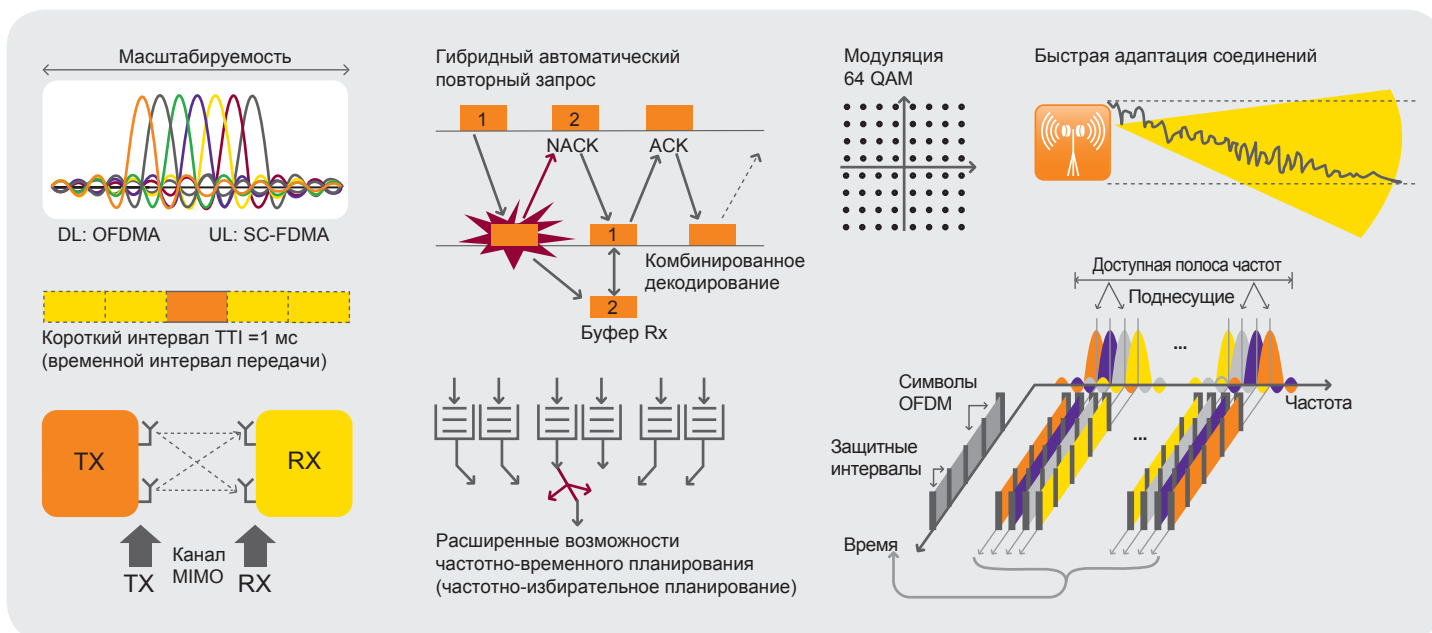


Рисунок 6. Преимущества LTE.
В канале меняется только амплитуда и фаза поднесущих

Стандартизация радио-интерфейса LTE и расширенной пакетной системы

3GPP (Проект партнерства в области 3G) стандартизирует систему LTE/SAE в своей версии 8.

Рабочие группы по сети радиодоступа приступили к работе над стандартизацией LTE/SAE в декабре 2004 года. Вначале был проведен анализ осуществимости полностью основанной на IP, одноуровневой архитектуры опорной сети на основе усовершенствованной UTRAN и системной архитектуры SAE. В июне 2006 года проект перешел в стадию отдельных элементов работ. В декабре 2007 года все функциональные спецификации LTE (этап 2) были завершены. Функциональные спецификации SAE были доведены до ключевых контрольных точек в плане взаимодействия с сетями класса 3GPP и CDMA.

Все спецификации LTE/SAE были завершены к концу 2008 года, а спецификация физического уровня радиоинтерфейса (составляющая основу для проектирования микросхем) для режима FDD была завершена уже к середине 2008 года.

Оптимизация совокупной стоимости владения с использованием решений Nokia Siemens Networks для LTE/SAE

На основе LTE/SAE можно построить мобильную сеть с поддержкой мультимедиа, которая позволит предоставлять услуги широкополосного беспроводного доступа с качеством на уровне фиксированных сетей и ценовой эффективностью IP-технологий. Передовые опыт и знания Nokia Siemens Networks в области архитектурного и системного проектирования позволят операторам плавно перейти от существующих ныне сетей на платформу LTE/SAE.

Nokia Siemens Networks обладает богатым опытом в области внедрения и модернизации сложных системных архитектур. Компания привержена стратегии плавной миграции и подготавливает свои продукты таким образом, чтобы они поддерживали использование технологии LTE/SAE. «Послужной список» Nokia Siemens Networks включает в себя следующие успешные проекты по эффективному переходу между платформами:

- Легкий ввод в эксплуатацию EDGE без простоя систем.
- HSPA (HSDPA и HSUPA) – обновление всей установленной базы оборудования посредством загрузки нового программного обеспечения.
- Возможность совместной работы сетей 2G/3G, которая позволяет осуществить плавный переход от 2G к 3G выгодным с точки зрения затрат образом.
- Узлы SGSN и GGSN для пакетной опорной сети, которые на сегодняшний день умеют обрабатывать как трафик 2G, так и трафик 3G.

В течение многих лет Nokia Siemens Networks и ее родительские компании способствовали развитию технологий радиодоступа и сетевых технологий путем:

- участия в международных исследовательских программах;
- реализации совместных исследовательских проектов в этой сфере с различными отраслевыми партнерами и научными учреждениями;
- поддержки усилий 3GPP по стандартизации LTE/SAE.

Первые демонстрации работы радиоинтерфейса LTE в реальных условиях, состоявшиеся на Всемирном конгрессе по технологиям 3G в Гонконге в декабре 2006 года и на Всемирном конгрессе 3GSM в Барселоне в феврале 2007 года, лишним раз подчеркивают лидерство Nokia Siemens Networks в области LTE/SAE. В ходе этой демонстрации (см. рисунок 7) была осуществлена передача в реальном времени видео в формате телевидения высокой четкости (HDTV) с пиковой скоростью передачи данных 160 Мбит/с через радиоинтерфейс на основе предварительных спецификаций LTE на радиоинтерфейс HSPDA.

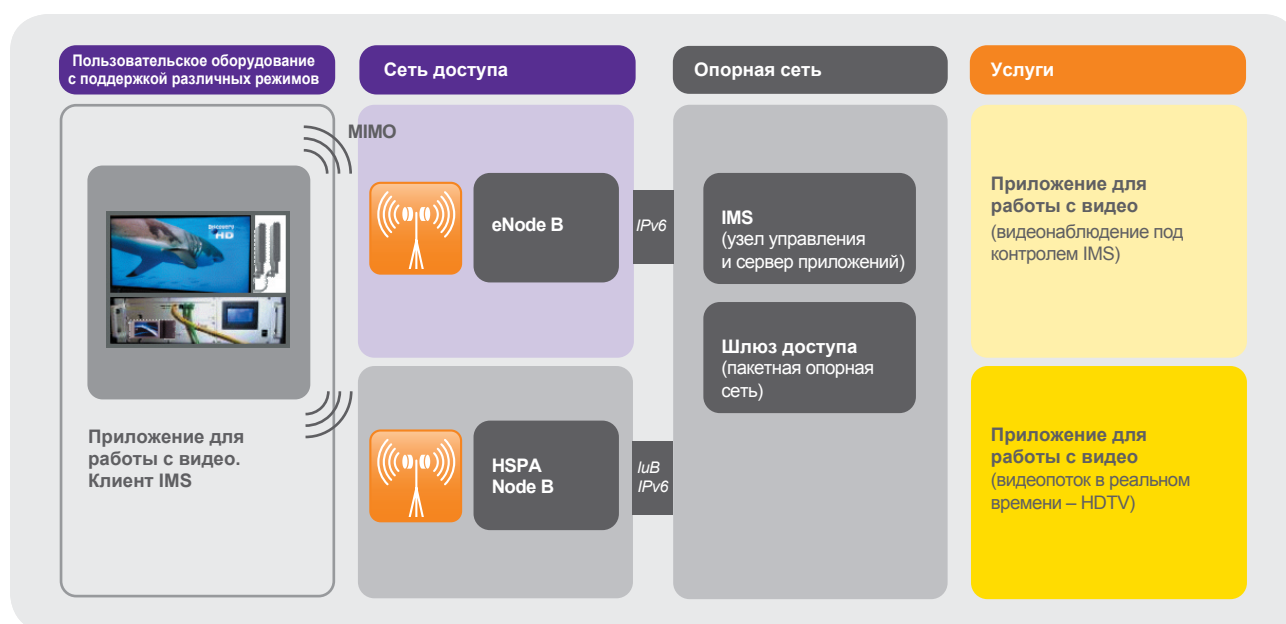


Рисунок 7. Демонстрационный стенд LTE от Nokia Siemens Networks: первый показ работы радиоинтерфейса NGMN с демонстрацией работы приложений и взаимодействия с традиционными системами 3G – непрерывность предоставления услуг на одной аппаратной платформе

В дальнейшем Nokia Siemens Networks инициировала вместе с Nokia и шестью другими поставщиками и операторами так называемую Программу испытаний LTE/SAE (LTE-SAE Trial Initiative, LSTI). Цель этой программы состоит в том, чтобы продемонстрировать на ранних этапах возможности LTE/SAE путем выполнения ряда совместных тестов, в том числе теста производительности радиоканала, тестов на совместимость, испытаний в реальных условиях эксплуатации и полномасштабных испытаний в сети заказчика (см. **рисунок 8**). Благодаря тому, что уже на ранних стадиях готовности эксперты, отвечающие за стандартизацию, и компании, работающие в отрасли, получили ценную информацию о производительности и совместимости LTE-SAE, сроки появления коммерческого продукта, как ожидается, удастся существенно сократить. Тем временем к программе присоединились новые операторы, производители терминалов и наборов микросхем. Программа остается открытой для любой организации, которая хочет принять активное участие в реализации названных выше целей.

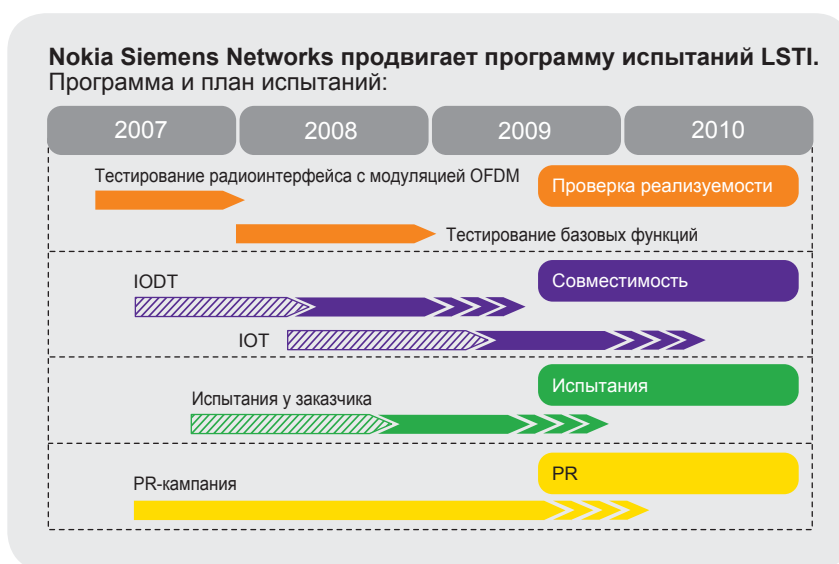


Рисунок 8. Программа и план испытаний в рамках LSTI

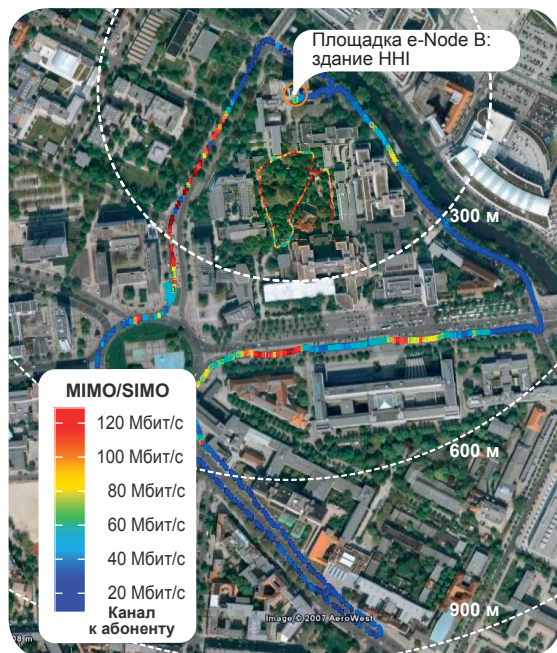


Рисунок 9. Многопользовательские испытания в реальных условиях в центре Берлина инфраструктуры LTE от Nokia Siemens Networks

Первые экспериментальные тесты производительности физического уровня радиointерфейса LTE (выполненные независимо друг от друга несколькими компаниями) завершились к концу 2007 года и успешно продемонстрировали, что спецификации физического уровня радиointерфейса LTE, во-первых, могут быть воплощены в реальности, а во-вторых, что их реализация позволит оправдать ожидания в плане производительности.

В декабре 2007 года Nokia Siemens Networks продемонстрировала возможность LTE в ходе многопользовательских испытаний с различными сценариями развертывания в реальных условиях городской застройки – в центре столицы Германии, Берлине. При этом с использованием антенной схемы MIMO 2x2 удалось добиться пиковой скорости передачи данных 173 Мбит/с, а скорость передачи данных на удалении в несколько сотен метров составила более 100 Мбит/с (см. **рисунок 9**). Это испытание, помимо прочего, показало, что будущие сети LTE могут успешно функционировать на основе существующих площадок с базовыми станциями.

Стратегия оператора по достижению конкурентного превосходства в области широкополосной мобильной связи строится на трех фундаментальных положениях:

- Чтобы обеспечить быстрое расширение абонентской базы, необходимо стать частью крупной экосистемы, которая включает в себя множество различных – равно как и самых новых – пользовательских устройств. Это стало очевидным на фоне недавнего оттока абонентов из сетей CDMA в сети GSM. GSM/WCDMA – это крупнейшая экосистема мобильных коммуникаций в мире, не имеющая сколько-нибудь серьезных конкурентов.
- После того как объем трафика достигнет критического уровня, существует только один способ обеспечить масштабируемость сети при минимальных затратах – использовать одноуровневую сетевую архитектуру и транспортную сеть на основе Ethernet. До настоящего времени в качестве образца можно было опираться лишь на фиксированные широкополосные сети. Сегодня технология I-HSPA (Internet-HSPA) позволяет использовать одноуровневую архитектуру в сотовых сетях.
- Повсеместное распространение широкополосного мобильного доступа обуславливает необходимость оптимизации использования скудных ресурсов частотного спектра, построения экономичных сетей и обеспечения высокой производительности сети, соответствующей ожиданиям пользователей.

Nokia Siemens Networks сохраняет приверженность плавному, эволюционному пути развития каждого оператора, следуя плану, согласно которому установленная база и стратегия каждого оператора становятся частью уравнения (см. **рисунок 10**).

- Операторы сетей 3G, которые внедрили I-HSPA, уже располагают одноуровневой сетевой инфраструктурой, аналогичной LTE/SAE. Это дает им возможность с минимальными затратами перейти на платформу LTE/SAE.
- Операторы сетей 3G, располагающие функционирующей сетью WCDMA/HSPA, могут сразу же перейти на технологию LTE/SAE. Переход на одноуровневую сетевую архитектуру Internet High Speed Packet Access (I-HSPA) может быть выгоден еще с той точки зрения, что помимо наличия одноуровневой сетевой архитектуры на основе IP, пригодной для внедрения LTE/SAE, I-HSPA поддерживает терминалы WCDMA/HSPA. Таким образом, оператор может сразу же почувствовать преимущества масштабирования транспортной и сетевой инфраструктуры, а переход на платформу LTE/SAE с легкостью осуществить позже.

- Операторы сетей 2G (GSM/GPRS) могут перейти на технологию LTE/SAE либо непосредственно, либо одним из описанных выше способов для сетей WCDMA/HSPA – в зависимости от того, как скоро они планируют внедрить услуги широкополосного мобильного доступа и каким частотным спектром они располагают. В силу того что LTE поддерживает работу в диапазонах шириной всего 1.4 МГц, имеющийся в наличии спектр частот можно легко подвергнуть рефармингу, с тем чтобы постепенно перейти от GSM к LTE.
- Операторы сетей CDMA могут перейти на платформу LTE/SAE либо непосредственно, либо по одному из сценариев, описанных выше. Сценарий GSM/EDGE может оказаться удачным вариантом для стратегий, ориентированных в первую очередь на предоставление услуг голосовой связи. То же относится и к операторам, строящим свою сеть с нуля. Операторы, выбирающие сценарий с переходом на I-HSPA, могут получить выгоду от присоединения к экосистеме терминалов HSPA и от использования одноуровневой архитектуры уже сегодня, и быстро оптимизировать производительность широкополосного мобильного доступа.
- Операторы сетей TD-SCDMA, которые в настоящее время развернуты только в Китае, скорее всего, выберут сценарий с непосредственным переходом на платформу LTE, желательно с использованием режима TDD технологии LTE.

Nokia Siemens Networks предлагает все необходимые продукты для комплексного решения по созданию мобильной сети с использованием инновационных технологий и платформ «с запасом на будущее».

- Nokia Siemens Networks разрабатывает инновационные базовые станции, которые позволят операторам в будущем проводить гибкую модернизацию с целью внедрения новых стандартов радиосетей, используя при этом существующие модули, без увеличения занимаемого оборудованием места. Этот подход гарантирует операторам полную защиту инвестиций. В качестве примера можно привести инновационную платформу базовых станций Flexi-Multimode с поддержкой нескольких радиостандартов, с возможностью добавления поддержки технологии LTE посредством обновления программного обеспечения. Эта платформа имеет модульную структуру и позволяет модернизировать площадки сети 2G/3G для поддержки LTE. Для этой цели она обеспечивает совместное использование двумя сетями оборудования радиочастотного тракта, поддерживающего LTE: антенн, фидеров и – если сеть 2G/3G функционирует в том же спектре частот, что и сеть LTE – радиочастотных модулей. Поддержка различных стандартов радиосвязи на одной и той же площадке позволяет также совместно использовать систему транзитных каналов. Выделенные, хотя и идентичные, аппаратные модули линейного тракта и управляющие модули позволяют обслуживать различные стандарты радиосвязи независимо друг от друга, в бесперебойном режиме. Все перечисленные факторы дают оператору возможность минимизировать склад запасных частей, логистические расходы и трудозатраты на установку.

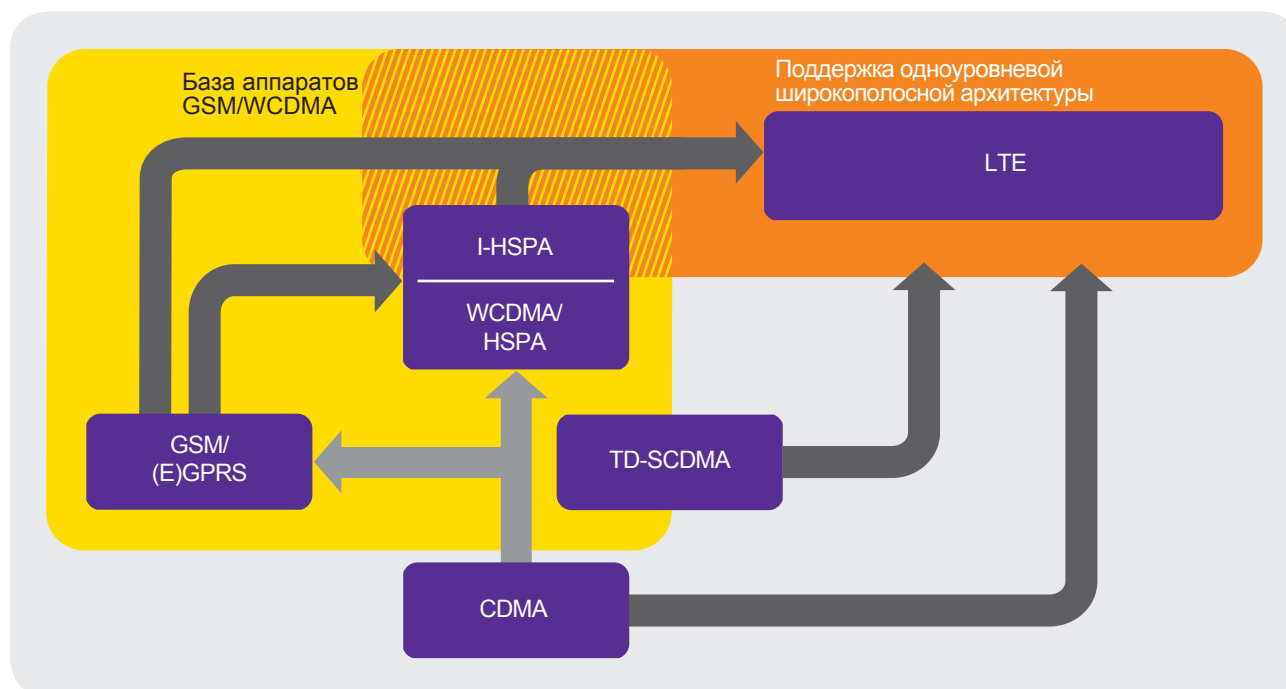


Рисунок 10. Эволюция архитектуры существующих сетей 2G/3G в направлении LTE

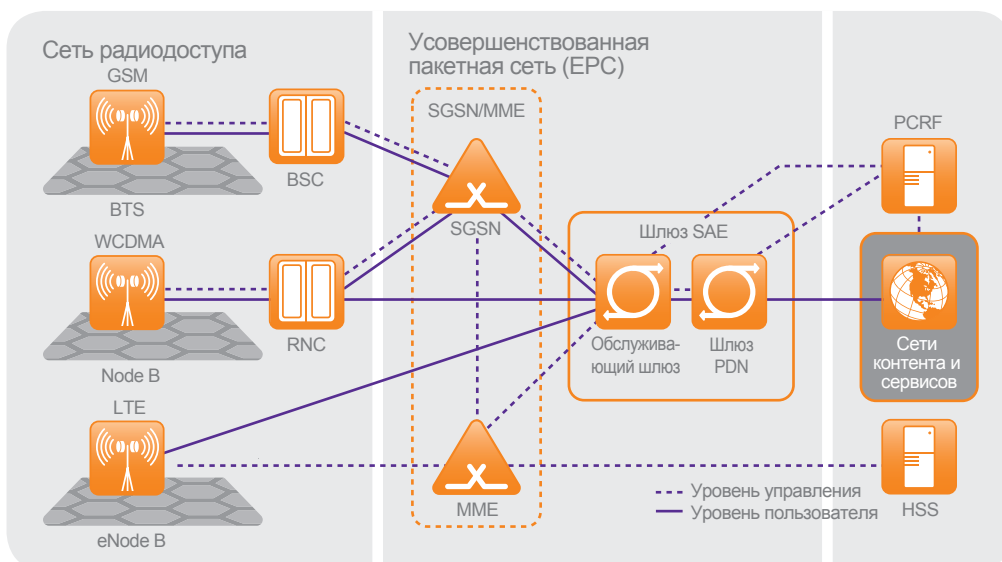


Рисунок 11. Архитектура сети 3GPP Rel8 LTE/SAE (упрощенный вариант)

- Узлы сети с коммутацией пакетов обеспечивают связь различных технологий и интерфейсов доступа с функциями управления услугами и функциями баз данных. Сервисные узлы SGSN и GGSN возьмут на себя функции MME и шлюза SAE в сети SAE. Операторы могут также разместить функции SGSN и MME на отдельных физических узлах (см. **рисунок 11**).
- Мощный инструмент переноса всех услуг, мультимедийная IP-подсистема (IMS), предлагает универсальный механизм управления услугами.
- Система сетевого управления Nokia Siemens Networks поддерживает общие операционные процедуры.

Эти продукты созданы на основе высокопроизводительных технологий, которые легко адаптируются к требованиям конкретного внедрения. Кроме того, они обладают всеми преимуществами надежных систем операторского класса.

Данный подход гарантирует минимальные затраты при переходе на новую платформу, доступность и стабильную работу систем уже на ранних этапах и защиту инвестиций в масштабе всего решения LTE/SAE.

Решение LTE/SAE от Nokia Siemens Networks предлагает операторам возможности для внедрения и эксплуатации платформы LTE/SAE с минимальными затратами:

- Не требуется никаких подготовительных работ на площадках: платформы базовых станций от Nokia Siemens Networks позволяют с легкостью активировать радиомодули LTE на существующем оборудовании, без увеличения занимаемого места.
- Гибкий подход: при необходимости операторы могут эксплуатировать сеть LTE параллельно с сетями GSM/EDGE, WCDMA/HSPA или другими системами радиодоступа, такими как CDMA, WLAN или WiMAX.
- Безболезненная миграция: LTE/SAE полностью поддерживает функции безопасности, роуминга, управления качеством обслуживания (QoS) и другие подобные функции.
- Инфраструктура, пригодная для поддержки новых технологий: текущие приложения 2G/3G могут работать на платформе LTE.

Заключение

Возможности для бизнеса, открывающиеся в связи с развитием широкополосного мобильного доступа, требуют создания высокопроизводительных сетей для широкополосного мобильного доступа, полностью основанных на IP. Требования и решение, основанное на стандарте LTE/SAE, были рассмотрены выше. Несколько пользовательских исследований приводят к заключению о том, что в последующие годы трафик в мобильных сетях будет расти прогрессирующими темпами. Основными факторами роста будут:

- широкополосный доступ в Интернет, характеристики которого будут эквивалентны с точки зрения пользователя характеристикам доступа по каналам DSL;
- видеоконтент, предоставляемый по требованию, и приложения Web 2.0;
- использование услуг мобильной связи вместо традиционных услуг голосовой связи в фиксированных сетях;
- конвергенция услуг вокруг различных технологий доступа.

Технологии WCDMA/HSPA внесли серьезный вклад в исследование эффективных методов обмена мобильными данными и мультимедийной информацией. В то время как технология LTE/SAE предлагает более высокий уровень производительности сети и снижение стоимости передачи в расчете на 1 Мбайт, что позволит создать платформу для широкополосного мобильного беспроводного доступа, отвечающую требованиям будущего.

LTE/SAE предлагает операторам сетей 2G/3G естественный, эволюционный путь развития благодаря таким особенностям, как:

- защита инвестиций за счет возможности максимального использования существующих площадок и сетевых элементов;
- превосходный уровень сервиса для пользователей благодаря высокой пропускной способности и низкому уровню задержки, что открывает широкие возможности для роста абонентской базы;
- низкая стоимость передачи в расчете на 1 Мбайт благодаря одноуровневой архитектуре сети, полностью основанной на IP, и высокой эффективности использования частотного спектра, позволяющим операторам вводить тарифные планы с фиксированной оплатой с минимальными затратами;
- масштабируемая ширина задействуемой полосы частот – от 1.4 МГц до 20 МГц, что позволяет операторам использовать нижние и другие выгодные с точки зрения затрат частотные диапазоны там, где им доступны лишь небольшие участки спектра, обеспечивая покрытие в масштабе всей страны при гораздо меньших затратах.

Будучи лидером отрасли, Nokia Siemens Networks обладает четким видением и стратегией внедрения LTE/SAE. Решение LTE/SAE от Nokia Siemens Networks, позволяющее по максимуму использовать возможности существующих системных компонентов, позволяет на ранних этапах миграции перейти на одноуровневую сетевую архитектуру – возможно, с переходом на технологию I-HSPA в качестве промежуточного шага. Эта высокопроизводительная сеть широкополосного мобильного доступа полностью соответствует стандарту 3GPP LTE/SAE и обладает высоким уровнем надежности и совместимости. Благодаря постепенной стратегии миграции, позволяющей получить отдачу уже на ранних этапах, предложение LTE/SAE от Nokia Siemens Networks позволит оптимизировать совокупную стоимость владения внедряемого решения.

Сокращения

| | | | |
|---------|--|---------|--|
| 3GPP | Проект партнерства в области 3G | LSTI | Программа испытаний LTE-SAE |
| AAA | Аутентификация, авторизация и учет | m2m | Машина-машина |
| aGW | Шлюз доступа | MGW | Медиашлюз |
| AS | Сервер приложений | MIMO | Поддержка многомерных антенн |
| ASN | Служебная сеть доступа | MME | Модуль управления мобильностью |
| BS | Базовая станция | NGMN | Следующее поколение сетей мобильной связи |
| BSC | Контроллер базовых станций | OFDM | Ортогональное мультиплексирование с частотным разделением |
| BSS | Подсистема базовых станций | PCF | Функция управления политиками |
| BTS | Базовая (трансиверная) станция | PCRF | Функция управления политиками и взаимодействия с системами тарификации |
| CDMA | Множественный доступ с кодовым разделением каналов | PDN-GW | Шлюз пакетной сети передачи данных |
| DSL | Цифровая абонентская линия | PDSN | Узел обслуживания пакетных данных |
| EDGE | Увеличенные скорости передачи данных в рамках эволюции GSM | PS | Коммутация пакетов |
| EGPRS | Расширенная услуга пакетной радиопередачи данных | PSTN | Телефонная сеть общего пользования |
| eNode B | Базовая станция (Node B) с расширенными возможностями | QAM | Квадратурная амплитудная модуляция |
| ePDG | Усовершенствованный шлюз пакетных данных | QoS | Управление качеством обслуживания |
| FDMA | Множественный доступ с разделением по частоте | RAN | Сеть радиодоступа |
| FMC | Конвергенция сетей фиксированной и мобильной связи | RF | Радиочастота |
| FTP | Протокол передачи файлов | RNC | Контроллер радиосети |
| GGSN | Шлюзовой сервисный узел GPRS | SAE | Эволюция системной архитектуры |
| GSM | Глобальная система мобильной связи | SAE GW | Шлюз SAE |
| HA | Домашний агент | SC-FDMA | Множественный доступ с одной частотой несущей |
| HLR | Опорный регистр местоположения | SGSN | Шлюзовой сервисный узел GPRS |
| HSDPA | Высокоскоростной пакетный доступ в канале к абоненту | SMS | Услуга передачи коротких текстовых сообщений |
| HSPA | Высокоскоростной пакетный доступ | UE | Оборудование пользователя |
| HSUPA | Высокоскоростной пакетный доступ в канале от абонента | UL | Канал передачи от абонента к базовой станции |
| HDTV | Телевидение высокой четкости | UMTS | Универсальная система мобильной связи |
| HSS | Сервер собственных абонентов | VoIP | Голос поверх IP |
| I-HSPA | Высокоскоростной пакетный доступ к сети Интернет | WCDMA | Широкополосный множественный доступ с кодовым разделением |
| IMS | Мультимедийная IP-подсистема | | |
| IP | Протокол Интернет | | |
| ISD | Расстояние между площадками | | |
| LTE | Эволюция в долгосрочной перспективе | | |

Литература

[1] Аналитический материал по NGMN версии 3.0: Next Generation Mobile Networks Beyond HSPA and EVDO
http://www.ngmn.org/fileadmin/content/documents/downloads/White_Paper_-_Beyond_HSPA_and_EVDO.pdf

Nokia Siemens Networks
P.O. Box 1

FI-02022 NOKIA SIEMENS NETWORKS
Адрес: Karaportti 3, ESPOO, Финляндия

Многоканальные телефоны:
+358 71 400 4000 (Финляндия)
+49 89 5159 01 (Германия)
+7 495 7372112 (Россия)

№ C401-00143-WP-200711-3-RU
Copyright © 2008 Nokia Siemens Networks.
Все права защищены.

Nokia Siemens Networks и логотип в виде волны являются зарегистрированными товарными знаками Nokia Siemens Networks. Любые другие наименования продуктов и компаний, упомянутые в настоящем документе, могут быть товарными знаками или товарными наименованиями соответствующих владельцев.

Эта публикация предназначена только для информирования читателей и не может составлять часть какого-либо контракта. Продукты и услуги, описанные в настоящей публикации, могут отсутствовать в наличии. Информация может быть изменена без предварительного уведомления.