

WiMAX И LTE – ПРОТИВОСТОЯНИЕ ИЛИ ЭВОЛЮЦИЯ?

Тенденции рынка 4G

М.Альшуллер / mark.altshuller@alvarion.com
С.Портной, д.т.н. / sergey.portnoy@alvarion.com

Сегодня телекоммуникационный мир стоит на пороге революции – массового перехода к технологиям широкополосной беспроводной передачи данных (ШБД). Все революционные предпосылки созрели – есть уже отработанная технология WiMAX и вплотную подошла к началу промышленного воплощения технология LTE. Казалось бы, налицо конкуренция, потери инвестиций для тех, кто уже сделал выбор в пользу "не той" технологии и т.д. Но так ли это? Компания Alvarion выступала как один из ведущих производителей оборудования WiMAX, и поворот к LTE должен нанести серьезный удар по ее бизнесу. Однако это лишь поверхностный взгляд. При более глубоком анализе очевидно, что WiMAX в современном его варианте – это, в том числе, и этап перехода к LTE, буде оператор проявит такое желание.

4G – ПУТИ РАЗВИТИЯ

Проанализируем тенденции развития 4G (очень условно понимая под этим термином технологии WiMAX и LTE и предполагая их грядущее развитие – пока это все же технологии 3,9G), основываясь на динамике рынка (рис.1). WiMAX-индустрия преодолела "критическую точку" развития и предлагает сегодня очень широкий спектр конкурентоспособных пользовательских устройств с весьма привлекательными ценами. Это сотни типов USB-устройств, ноутбуков, КПК, стационарных точек доступа (шлюзов в сеть WiMAX) и т.п. Это делает WiMAX единственной реально отработанной технологией широкополосного беспроводного доступа (ШБД) для операторов с лицензией на непарные частотные полосы (временное дуплексирование, TDD) в 2- и 3-Гц диапазонах. Как показывает анализ компании Infonetics, индустрия WiMAX в 2009 году достигла уровня 1,5 млрд. долл. и к 2012 году подни-

нется до 3 млрд. со среднегодовым темпом роста 24%.

Индустрия LTE делает ставку на развитие операторов сетей 3GPP и планирует начать развертывать первые сети в 2010–2011 годах (собственно, 3GPP-ориентированные компании уже приступили к этому). В целом, развитие LTE пойдет двумя путями: LTE с частотным (FDD) и временным (TDD) разносом дуплексных каналов ("парным" и "непарным" спектром).

FDD-LTE в основном продвигается компанией Verizon в США в диапазоне 700 МГц и корпорациями NTT и KDDI в Японии в диапазоне 1,5 ГГц. Это – наиболее агрессивные проекты LTE, в которых поставлена задача коммерческого запуска во второй половине 2010 года. Причем основной фокус развития направлен на обеспечение передачи данных в "горячих зонах", в то время как голос будет передаваться по существующим 3G-сетям. Технология LTE в соответствии со специфика-

циями уровня Release 8 по своим возможностям практически эквивалентна WiMAX на основе стандарта IEEE 902.16e (условно назовем WiMAX 16e). Но в LTE Release 8 нет таких сервисов WiMAX 16e, как передача голоса, модель продаж пользовательских устройств, поддержка на сетевом уровне модели VPN. LTE Advanced (Release 10) по возможностям эквивалентен WiMAX 16m. Но коммерческое развертывание сетей LTE Advanced ожидается после 2013–2014 годов и связано с резким увеличением емкости сетей и поддержкой штатных телефонных сервисов 3GPP (голос, SMS).

Главный драйвер технологии TDD-LTE – рынок КНР в диапазоне 2,6 или 2,3 ГГц. Реально коммерческое развертывание таких сетей ожидается с 2012 года. TDD-LTE – это основная альтернатива для операторов WiMAX, которые владеют спектром в 2-Гц диапазонах. Резонно заключить, что TDD-LTE станет привлекательна для современных опе-

раторов WiMAX в районе 2013–2014 годов, когда индустрия TDD-LTE, стимулируемая рынком Китая, создаст экосистему, конкурентную с WiMAX, включая и ассортимент конечных устройств.

Современные операторы 3G осознают новые вызовы. Они уже ощутили, что основная прибыль протекает не от сервисов на базе транзакций (голосовые услуги, SMS), а от услуг на основе передачи данных. Появление новых устройств и потребность пользователей в постоянном доступе к Интернету побуждает операторов инвестировать в инфраструктуру сетей 3G (переход к UMTS, HSPA).

Всплеск пользовательского спроса на мобильное подключение к Интернету и соответствующий рост трафика данных просто чудовищны. Все это требует увеличения пропускной способности от инфраструктуры 3G. С другой стороны, средняя выручка на одного абонента ARPU (Average Revenue Per User) не возрастает с такой же скоростью, что противоречит требованиям инвестировать в инфраструктуру сетей.

Корень проблемы в том, что 3G-технологии изначально не разрабатывались для массового предоставления услуг высокоскоростной передачи данных. Но сегодня абоненты привыкли к скоростям доступа на основе проводных DSL-технологий и готовы платить за мобильность, персонализацию и повсеместность доступа. В этой ситуации, с одной стороны, у операторов 3G-технологий быстро не появятся адекватные бизнес-модели. С другой, – эти технологии в средне- и долгосрочной перспективе не способны воплотить ожиданий пользователей. Все это – следствие масштабного увеличения трафика данных.

4G-технологии, напротив, стимулируют операторов к развитию услуг на основе именно трафика данных, улучшая пропорцию "доллар/бит". 4G-технологии (путь к ним) олицетворяют WiMAX и LTE. Обе они основываются на технологии OFDMA и полностью-IP плоской сетевой инфраструктуре. И WiMAX, и LTE создавались для более полного удовлетворения требований пользователей и для лучшего предоставления услуг на массовом рынке ШБД.

В текущий и последующие годы динамика рынка ШБД поставит беспроводных операторов перед

реальным сложным выбором стратегических приоритетов и стратегий развития.

Сотовые операторы – это мощнейшие игроки на телекоммуникационном рынке, которые полностью контролировали рынок беспроводной связи последние два десятилетия. Этот рынок тратит десятки миллиардов долларов ежегодно на развитие сотовой инфраструктуры, на внедрение новых технологий и сервисов. У сотовых операторов есть ясный план технологического развития на основе развития стандартов 3GPP. Большинство таких операторов сегодня уже используют различные уровни 3G – UMTS, HSPA, HSPA+. И большинство из них выбрало 3GPP (исключая малый сегмент, использующий технологии 3GPP2) и использует частотный дуплекс (парный спектр) в диапазонах 800, 900, 1800, 1900, 2100 ГГц. Таким операторам прямая 4G-дорога к FDD-LTE. Однако этот переход от UMTS/HSPA к LTE непрост по ряду причин и требует значимых капиталовложений. Действительно:

- LTE не обладает обратной совместимостью с устройствами UMTS/HSPA. Следовательно, операторы вынуждены будут развертывать LTE как надстройку над существующими сетями 3G. Это требует дополнительного частотного ресурса и аппаратных расширений в каждой базовой станции. Такая доработка базовых станций может быть весьма существенной

и затрагивать не только аппаратуру контроллера базовой станции, но и ВЧ-радиочасть (трансиверные модули), а также антенно-фидерную систему. Более того, оператор вынужден параллельно эксплуатировать две сети в течение нескольких лет, предоставляя услуги 3G-сети в полном объеме;

- чтобы предоставить большую полосу и пиковые скорости, у операторов должно быть больше спектральных полос (желательно 20 МГц FDD для LTE);
- развертывание сетей 4G требует существенного развития опорных и транспортных сетей, поскольку каждая базовая станция может "потреблять" десятки и даже сотни Мбит/с.

Операторы ШБД – это новый, растущий сегмент, представляющий в основном технологию мобильного WiMAX (IEEE 802.16e). Среди таких операторов – ClearWire в США, Yota и "Комстар" в России, UQ в Японии и т.д. Эти операторы изначально входили в мир WiMAX, ориентируясь на услуги широкополосного доступа. Они принесли новый опыт 4G с широкой гаммой абонентских устройств, позволяющих предлагать привлекательные сервисные пакеты (129 сертифицированных коммерчески доступных WiMAX-устройств от 45 производителей на 10 января 2010 года). Операторы ШБД по сути бросают вызов существующим сотовым операторам. WiMAX развертывается в 2- и 3-ГГц TDD диапазонах,

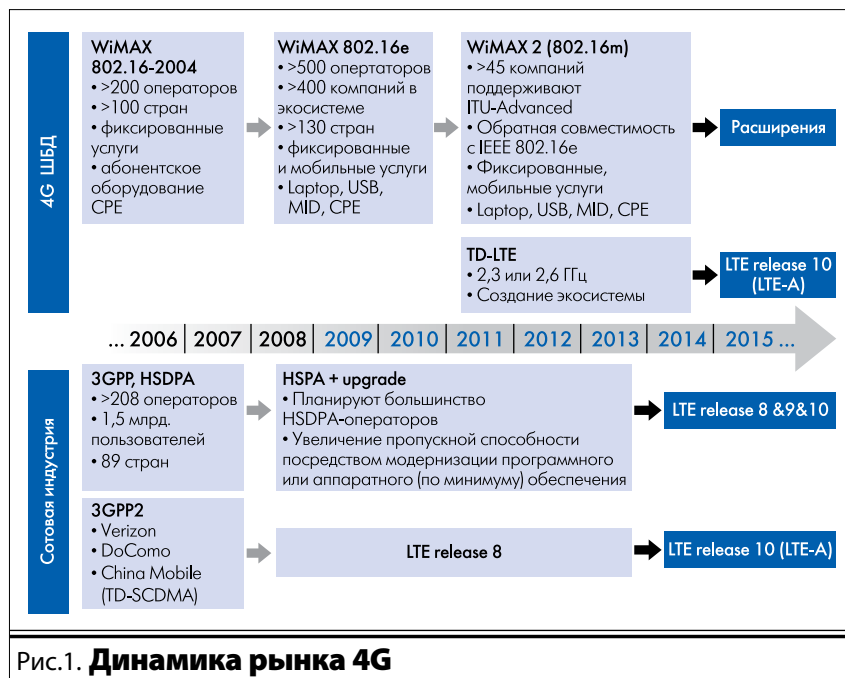


Рис.1. Динамика рынка 4G

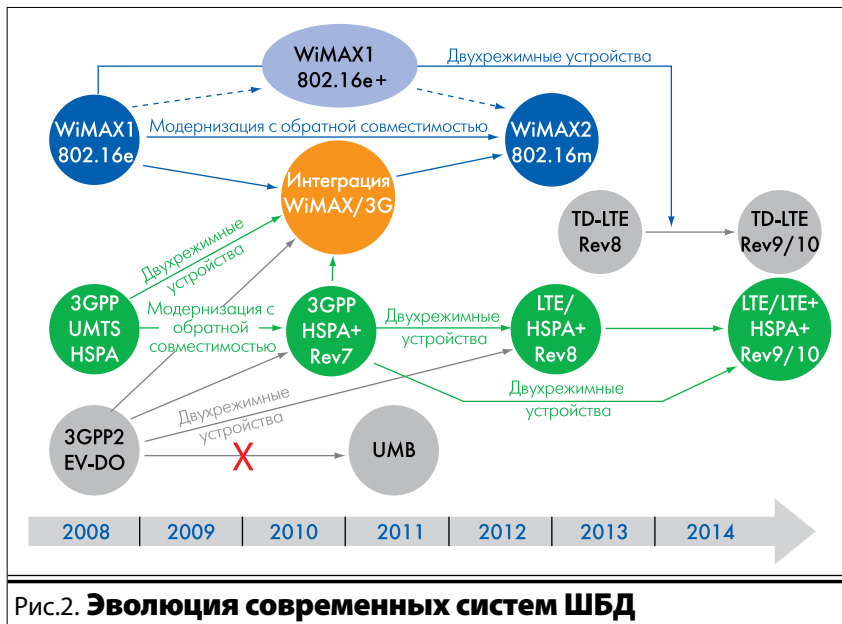


Рис.2. Эволюция современных систем ШБД

которые доступны во всем мире. Доступность спектра, зрелость технологии и большая экосистема – вот основа для глобального развертывания WiMAX.

Анализируя все эти реалии эволюции, сотовые операторы 3G должны сделать реальный выбор между WiMAX и LTE как шаг к 4G. Особенно эта дилемма актуальна для сотовых операторов, обладающих спектром в WiMAX-диапазонах (2- и 3-ГГц). Дилемма не проста, поскольку оба пути (WiMAX и LTE) имеют свои достоинства и недостатки.

Прежде всего, необходимо сломать устойчивый и ошибочный стереотип – мол, для 3G-операторов переход к LTE проще, чем к WiMAX. Казалось бы, логично – раз LTE – это эволюционный стандарт 3GPP, то и переходить к нему легче. На самом деле, для 3G-операторов переход что к WiMAX, что к LTE требует практически одинаковых инвестиций (не включая стоимость получения частот). Хотя LTE представляется как эволюция 3GPP, эта технология требует сходных с WiMAX аппаратных узлов и сетевой структуры. Да и общего между WiMAX и LTE гораздо больше, чем между LTE- и 3G-сетями.

Почему нужно выбирать WiMAX:

- преимущество во времени перед LTE, примерно 3–4 года (Time to Market) – это уже действующая технология с обширной экосистемой;
- частотное регулирование – в большинстве стран мира у операторов

есть широкие спектральные полосы в диапазонах 2- и 3-ГГц (от 20 МГц и более). Этот ресурс уже позволяет масштабируемое развертывание сетей и предоставление услуг. Диапазоны 2,3, 2,5 и 3,5 ГГц освоены WiMAX-индустрией. Напротив, распределение LTE-спектра находится на самой начальной стадии и доступные полосы малы;

- открытая политика отчислений роялти в индустрии WiMAX обеспечивает более привлекательную структуру цен для абонентских устройств и сетевого оборудования, диверсифицируя этот рынок. Вот почему столь быстро появилось так много разнообразных абонентских устройств – в свое время на рынке 3G аналогичных устройств было гораздо меньше. Рынок абонентских устройств WiMAX развивается усилиями тайваньских производителей оригинального оборудования (ODM), производителями ноутбук и микросхем (такими как Intel, Veceem, Mediatek, Sequance);
- модель розничных продаж WiMAX – основной драйвер индустрии WiMAX. Эта модель позволяет продавать абонентские устройства повсеместно, а не в ограниченном числе точек продаж, с подключением через беспроводный канал. То есть купил и сам подключился. Такая модель продаж – инновационное бизнес-решение в сотовой индустрии. Она снижает операционные расходы и капитальные затраты

операторов, поскольку в ней абонентские устройства не субсидируются операторами, а покупаются абонентами как любые другие товары потребительской электроники.

Почему нужно выбирать LTE:

- большая, чем у WiMAX, промышленная основа, поддерживаемая и крупными сотовыми операторами, и наиболее крупными производителями (основные: Qualcomm, Ericsson, NSN и др.). Это обещает развитую экосистему и поддержку глобального роуминга в мировом масштабе;
- врожденная интеграция с 3G-сетями (поддержана стандартами 3GPP и индустрией) обещает мягкую интеграцию сервисов, совместную работу и связность в сетях 3G/LTE с двухрежимными устройствами.
- оптимальна для операторов с парным спектром (FDD) (за исключением KHP).

Наиболее общий подход к развертыванию сетей 4G для сотовых операторов, уже эксплуатирующих 3G-сети национального масштаба, – создание "горячих зон" или островков 4G. Горячие зоны – это районы в крупных городах или других густонаселенных территориях, где у оператора возникает большой спрос на пропускную способность трафика данных. Такой подход выводит трафик данных из сети 3G в густонаселенных районах, сохраняя возможность предоставлять услуги по всей территории страны – разумеется, для этого нужны двухрежимные абонентские устройства. На этом этапе оператор может продолжать предоставлять обычные телефонные услуги в 3G-сети (голос, SMS). Данный этап развития сети требует интеграции сетей 3G/4G только для услуг передачи данных.

На последующей стадии расширения сети 4G для покрытия больших территорий (уровня страны) оператор должен начать переносить все 3G-услуги в сеть 4G (включая голос и SMS). Мотивация для перехода к этой стадии может быть различной, например, чтобы освободить занимаемые 3G-сетью частоты для расширения сети 4G или чтобы вообще прекратить эксплуатацию сети 3G для снижения операционных расходов.

В любом случае подобная эволюция займет несколько лет. И

Таблица 1. **Этапы перехода к WiMAX 2 (позиция компании Alvarion)**

	16e	Расширение 16e (этапы 1a и 1b)	16e+ (этап 1c)	16m
Срок	Сейчас	1 кв. 2011 года	2 кв. 2011 года	2012 года
Спектральная эффективность, бит/с/Гц	5	Улучшение на 20–50% при реальном развертывании	Более 10	15
Максимальная скорость, Мбит/с	50		Более 200	300
Максимальная ширина полосы, МГц	10	10	20	20

важно, чтобы были технологические возможности для такого перехода. Очевидно, что реальные пути в мир 4G для сегодняшних приверженцев технологий WiMAX, 3GPP и 3GPP2 будут несколько различаться. Проанализируем их (рис.2).

ПУТИ ПЕРЕХОДА К 4G

Путь WiMAX

Коммерческое развертывание сетей WiMAX 16e началось с 2008 года. Следующий этап эволюции индустрии WiMAX связан с внедрением стандарта IEEE 802.16m (WiMAX 2), нацеленного на удовлетворение требований IMT-Advanced. Завершение разработки спецификаций WiMAX 2 и соответствующих требований к профилям оборудования ожидается в 2010 году, в то время как первые коммерческие системы будут развертываться с 2012 года. WiMAX 2 нацелен на увеличение производительности сетей, прежде всего – на повышение пропускной способности (до 300 Мбит/с) и улучшение временных задержек (в частности, для игровых приложений). Предполагается мягкий переход от WiMAX (802.16e) к WiMAX 2 (802.16m) с сохранением обратной совместимости между этими системами. Это позволяет операторам гораздо эффективнее использовать инвестиции. Параллельно эволюционному пути к WiMAX 2 технология WiMAX предполагает интеграцию с сетями 3G (HSPA, cdma2000 EV-DO). Эта интеграция сама по себе может дать новое качество, что делает такой симбиоз (WiMAX + 3G) конкурентом LTE.

С начала 2010 года в WiMAX-индустрии началась деятельность, направленная на расширение возможностей систем WiMAX Release 1 (так называемые "16e+"), полностью поддерживаемая компанией Alvarion.

Главная задача деятельности в сфере 16e+ – быстрое внедрение новых опций на основе оборудования, соответствующего уже существующим профилям WiMAX Release 1. Эти опции должны повысить пропускную способность сети на 30–50% и улучшить эффективность покрытия территории. Таким образом, промежуточный этап 16e+ введен, чтобы оптимизировать инвестиции операторов и производителей по сравнению с непосредственным переходом к WiMAX 2, а также ускорить увеличение емкости сетей, что требуется для предоставления сервисов уровня 4G. На последней конференции по расширению WiMAX Release 1 в Санта Клара в мае 2010 года с подачи компании Alvarion обсуждался трехэтапный план эволюции WiMAX Release 1 (табл.1.).

Этапы 1a и 1b означают внедрение дополнительных возможностей, включая полную взаимную совместимость оборудования, в течение первого квартала 2011 года. Задачи этапа 1c пока точно не определены, но Alvarion нацелена главным образом на удвоение производительности сетей WiMAX Release 1 (табл.2).

Основное требование при введении всех новых опций на всех этапах – обратная совместимость с конечным оборудованием WiMAX Release 1, т.е. абоненты не должны пострадать. В отдельных случаях, (например, при работе в полосе 20 МГц или при работе в разнесенных частотных полосах) решение будет находиться совместно с производителями чипсетов.

Отметим, что возможен переход WiMAX-операторов, работающих в 2- и 3-Гц непарных диапазонах, к технологиям TDD-LTE. Alvarion рассматривает этот путь как возможный вариант эволюции WiMAX. При этом предполагаются две фазы в поддержке TDD-LTE – в диапазоне 2,5 ГГц в 2013 году и в диапазоне 3,5 ГГц – в 2014 году. Конечно, возможна поддержка LTE в других частотных диапазонах (700 МГц, 1,5 ГГц и др.), в зависимости от потребностей рынка.

Путь 3GPP

По этому пути идут операторы сетей GSM, UMTS, HSPA (такие как

Таблица 2. **Этапы внедрения новых возможностей в системы WiMAX 16e+**

Класс свойств	Функции	Этап	
Повышение производительности (пропускная способность и зона покрытия)	Синхронизируемая технология MIMO в восходящем канале	1a	
	Неравномерное повторное использование частот (FRR)		
	Управляемая возможность HARQ	1b	
	Модуляция 64-QAM в восходящем канале		
	HARQ Cat. 5/6		
	Поддержка VoIP		
		MIMO 4x4 в нисходящем канале	1c
		2xMIMO 2x2 (синхронизируемая MIMO в нисходящем канале)	
MIMO 2x2 в восходящем канале			
Снижение числа частотных номиналов, устранение интерференции	Использование фрагментированного спектра (10+10)-20 МГц	1b или 1c	
	Динамическое FRR (восходящий и нисходящий каналы)		
Другие возможности	Формирование диаграммы направленности	1b	
	Ретрансляция (опорная сеть на основе базовых станций)	1b	
	Множественные широкополосные каналы		
	Опции безопасности (с IEEE 802.16m)	1c	
	SON	1c	

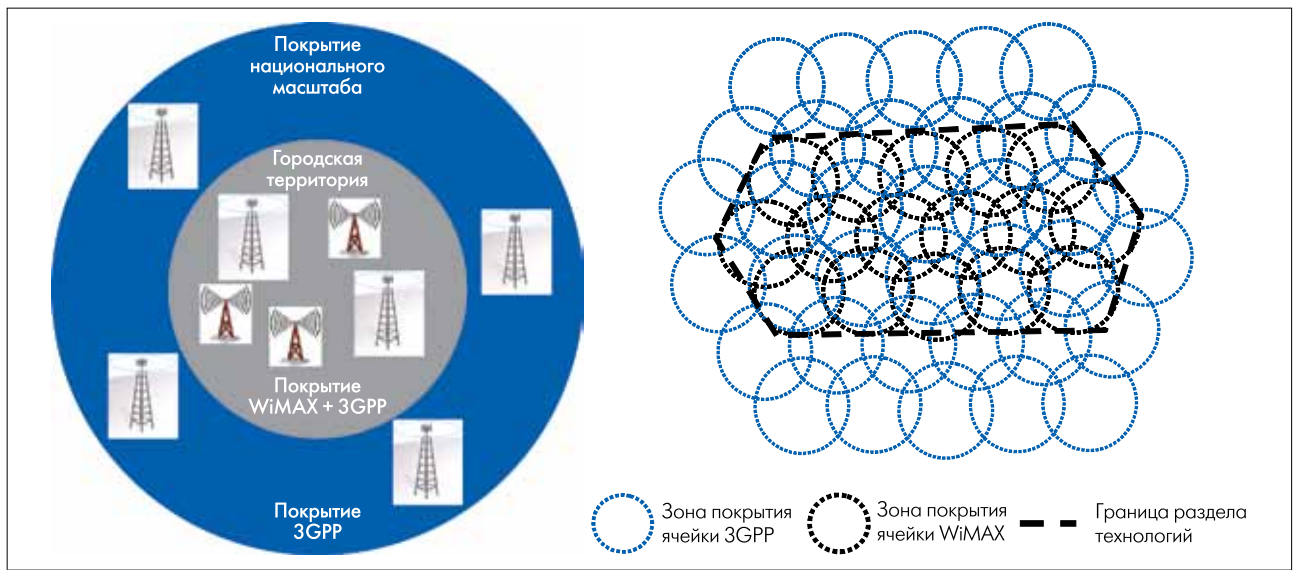


Рис.3. Взаимодействие сетей WiMAX и 3GPP при интеграции

компании AT&T, Vodafone, Orange и др.). Рост объема трафика данных при дефиците пропускной способности сетей HSPA побуждает их уже сегодня заниматься модернизацией сетей. Большинство операторов модернизируют сети до уровня HSPA+, что требует минимума инвестиций. Также большинство операторов 3GPP рассматривают переход к LTE как следующий шаг эволюции. Однако вряд ли это будет именно эволюция, поскольку LTE требует новых частотных диапазонов и полного обновления инфраструктуры сети по сравнению с существующими 3G-сетями. Все это, вкупе с отсутствием свободных частот, задержит переход к LTE большинством производителей оборудования 3GPP. Некоторые операторы могут решить пропустить этап LTE Release 8 и ждать появления Release 10 (т.е. уже полноценной технологии 4G), тем

более, что реальные возможности технологии LTE Release 8 по сравнению с HSPA+ не столь значимы, что ставит большой вопрос – стоит ли инвестировать в нее серьезные средства?

Путь 3GPP2

Представители этого пути – операторы, использующие стандарты CDMA 1x, cdma2000 EV-DO (Verizon, Sprint, NTT и др.). Их естественным технологическим развитием был стандарт UMB, но сегодня работы в области UMB практически остановлены, поскольку проиграна гонка за конкурентами в лице LTE и WiMAX. Соответственно перед 3GPP2-операторами открываются лишь две возможности – LTE или WiMAX. С другой стороны, отсутствие возможности для эволюционного технологического развития заставляет их первыми вступать в клуб 4G. Так, в США компания Sprint в лице

ClearWire выбрал WiMAX, а Verizon и NTT – LTE.

Наконец, упомянем про рынок КНР, который изначально шел своим путем, широко развернув сети с технологией TD-SCDMA. И сейчас у них одна дорога в 4G – с технологией TDD-LTE.

Рассмотрим несколько возможных технологий эволюции к 4G более подробно.

ИНТЕГРАЦИЯ 3G-WiMAX

Предположим, что инфраструктуры сетей WiMAX и 3G принадлежат единому оператору, причем с инфраструктурой сети уровня HSPA. Очень важен случай, когда создаваемая сеть WiMAX должна сосуществовать с сетью 3GPP (рис.3). Причем сеть 3G (UMTS/HSPA) имеет национальный масштаб, а сеть WiMAX покрывает горячие зоны в городских районах. В горячих зонах сети 3G и WiMAX перекрываются. В этом случае традиционные телефонные сервисы предоставляются в сети 3GPP, а услуги ШБД – в сети WiMAX.

Сообщество 3GPP определило архитектуру взаимодействия между системами 3GPP и беспроводными локальными сетями (WLAN) в семействе стандартов 3GPP TS .234 (основные – TS 24.234, TS 29.234 и TS 33.234). Однако подход 3GPP связан с незащищенным доступом в сеть. Аналогичный подход использовался WiMAX-форумом на ранних стадиях формирования спецификаций сетевой инфраструктуры как модель взаимодействия между

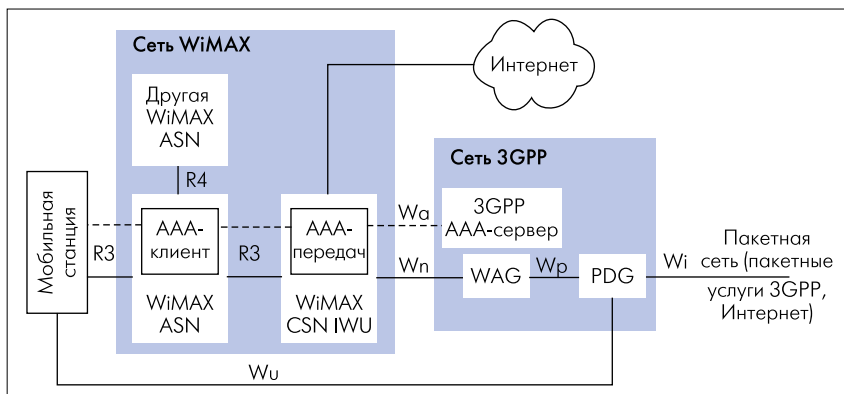


Рис.4. Интеграция WiMAX и 3GPP по принципу незащищенной сети

Таблица 3. **Сценарии интеграции сетей 3G с не-3G сетями(на основе TR 22.934)**

	Сценарии					
	1	2	3	4	5	6
Общий биллинг	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Общая служба работы с абонентами	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Управление доступом на основе 3G		✓	✓	✓	✓	✓
Плата за доступ на основе 3G		✓	✓	✓	✓	✓
Доступ к услугам 3G на основе пакетной коммутации			✓	✓	✓	✓
Доступ к услугам 3G на основе пакетной коммутации с непрерывностью сессии				✓	✓	✓
Доступ к услугам 3G на основе пакетной коммутации с бесшовной непрерывностью сессии					✓	✓
Доступ к услугам 3G на основе коммутации каналов с бесшовной мобильностью						✓

сетями 3GPP и WiMAX (рис.4). Реальные WiMAX-сети обладают механизмами защиты и аутентификации, поэтому WiMAX нельзя рассматривать как WLAN при построении архитектуры интеграции с 3GPP. Поэтому в последних редакциях спецификаций сетевой инфраструктуры взаимодействие WiMAX и 3G рассматривается как защищенное (доверительное).

Технология WiMAX допускает различные сценарии интеграции, в зависимости от сервисной модели оператора. Для сетей 3G обобщенные сценарии интеграции со "сторонними" технологиями изложены в спецификации TR 22.934 (табл.3). Объединяя взгляд со стороны 3GPP и WiMAX, сформулируем три обобщенных сценария.

Сценарий А основан на Сценариях 1–3 TR 22.934, которые отражают довольно мягкий подход к интеграции. Этот сценарий применим, если оператор заинтересован в применении 3G/WiMAX-устройств в основном для доступа в Интернет (и/или к порталу оператора или к другому заданному локальному ресурсу) и использует единый биллинг и управление доступом для всех своих абонентов. В этом сценарии основная интеграция между WiMAX и 3GPP происходит в области аутентификации, биллинга и системы работы с клиентами. На уровне сетевых устройств WiMAX и 3G это означает организацию взаимодействия между серверами авторизации, аутентификации и учета (AAA) WiMAX и серверами реестра местоположения и реестра домашних абонентов 3GPP (HLR/HSS) (рис.5).

Сценарий А не требует и не подразумевает каких-либо непрерывных IP-сессий (т.е. сессий с сохранением IP-адреса). Когда 3G/WiMAX-устройство входит в зону WiMAX, оно должно послать запрос на отключение от сети 3G и присоеди-

ниться к сети WiMAX, получив при этом новый IP-адрес. Большинство Интернет-приложений нечувствительны к разрыву IP-сессии, поэтому Сценарий А вполне приемлем для широкого использования (по крайней мере на начальной стадии развертывания сети WiMAX).

Сценарий В – это Сценарий А плюс Сценарий 4. В него добавляется требование непрерывности услуг на основе пакетной коммутации, что автоматически требует непрерывности IP-сессий. Этот случай предусмотрен сетевыми спецификациями WiMAX (рис.6) в рамках базовой модели сети.

В целом, Сценарий В позволяет сохранять IP-адрес при миграции устройства WiMAX- и 3GPP-доменами. Устройство 3G/WiMAX выполняет все процедуры подключения при входе в новый сегмент (3G или WiMAX), но его IP-адрес не изменяется. Конечно, при таком переходе в рамках Сценария В возникают задержки, длительность

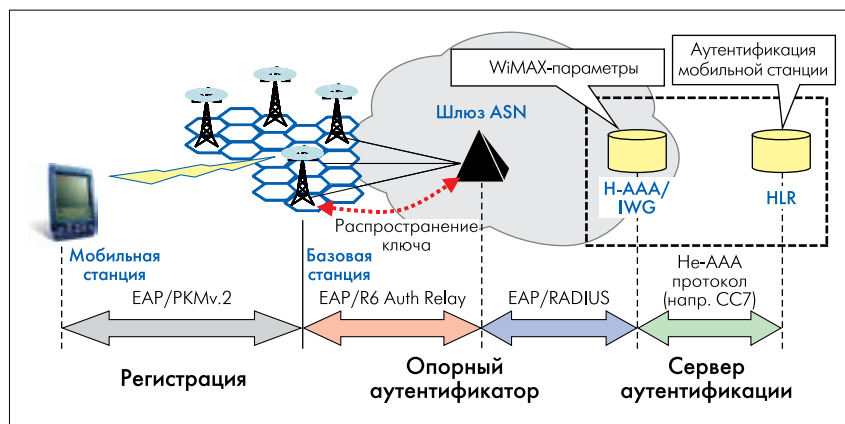


Рис.5. **Организация взаимодействия сетевых устройств WiMAX и LTE**

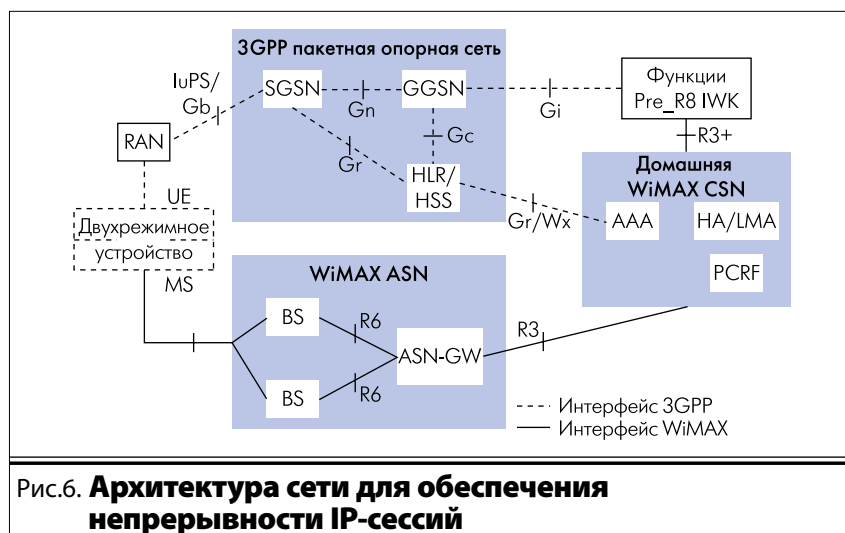


Рис.6. **Архитектура сети для обеспечения непрерывности IP-сессий**

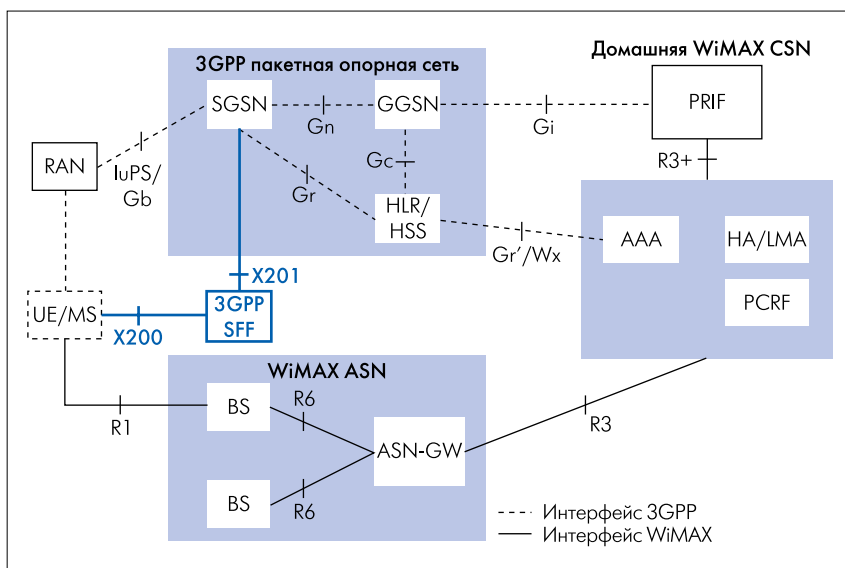


Рис.7. Архитектура сети для обеспечения бесшовной непрерывности IP-сессий

которых может быть достаточной для нарушения нормальной работы TCP/IP-приложений (передача файлов, трансляция видео и т.п.). Например, службы VoIP едва ли смогут работать при таких прерываниях. Однако данный сценарий обеспечивает сохранение регистрации приложений (например, при работе в режиме клиент-сервер), поскольку IP-адрес не меняется.

Сценарий С – это Сценарий В плюс Сценарий 5. Он добавляет возможность "бесшовного" перехода между доменами WiMAX и 3GPP (рис.7). Он особенно актуален, когда оператор намерен в WiMAX-сети предоставлять услуги VoIP и другие сервисы, чувствительные к прерываниям. Подразумевается, что на начальном этапе развертывания WiMAX для голосовых услуг используется сеть 3GPP с коммутацией каналов (а не пакетов), поэтому возможность VoIP может быть менее важна для оператора и его клиентов. Таким образом, значимость Сценария С проявляется, когда оператор полностью переводит все свои услуги на основу IP-сети (т.е. с коммутацией пакетов).

Сценарий 6 выходит за рамки интеграции WiMAX/3G, поскольку едва ли найдется оператор, желающий интегрировать мобильность на основе сети 3GPP с коммутацией каналов с сетью WiMAX. Такая возможность может быть использована в будущем при взаимодействии 3GPP IMS с публичными назем-

ными мобильными сетями PLMN (Public Land Mobile Net).

ИНТЕГРАЦИЯ С IMS

Спецификации WiMAX-форума определяют взаимодействие с 3GPP IMS для случаев, когда оператор 3GPP намерен использовать услуги IMS в WiMAX-сети. В этом случае необходима поддержка непрерывности IP-сессии при взаимодействии между сетями WiMAX и 3GPP (сценарии В и С) (рис.8). Спецификация NWG DRAFT-T33-101-R015v02-B определяет специальные требования для IMS-клиентов в мобильных станциях WiMAX/3G и другие функциональные требования IMS в сети WiMAX.

ПЕРЕХОД ОТ WiMAX К LTE – РЕШЕНИЕ ALVARION

Действующие операторы WiMAX тоже стоят перед выбором следующих эволюционных преобразований. Их дилемма – WiMAX 2 или LTE (причем для большинства –

TDD-LTE). Но в силу технологической общности WiMAX и LTE смена технологии – это не перестройка всей сети, а скорее модернизация, апгрейд. При этом переход к LTE почти всегда включает две стадии – совместную работу сетей WiMAX и LTE и полный переход к LTE. Покажем на примере решений компании Alvarion, насколько это несложно.

СОВМЕСТНАЯ РАБОТА WiMAX И LTE

Предположим, что у оператора достаточно частотного ресурса для поддержки двух сетей – WiMAX и TDD-LTE (минимум 20 МГц – по 10 МГц для WiMAX и TDD-LTE, каждая сеть использует один частотный номинал). То есть предполагается работа двух параллельных сетей. Но оператор должен максимально использовать возможности уже установленного оборудования – сетевых устройств, шлюзов сети доступа, базовых станций, антенных систем и т.д. Решения Alvarion позволяют интегрировать систему управления (как базовой станицей, так и всей сетью), организовать общую опорную и транспортные сети с разделением потоков WiMAX и LTE непосредственно в базовой станции. Также можно интегрировать сетевую инфраструктуру (SAE/ASN), включая серверы AAA/HSS.

Возможен и вариант, когда оператор создает две независимые сети, но хочет использовать единые ВЧ-системы (трансиверные и антенно-фидерные системы), т.е. мультиплексировать ВЧ-сигналы от независимых базовых станций LTE и WiMAX.

С точки зрения абонентского оборудования, возможен вариант как независимого использования WiMAX- и LTE-устройств (каждый тип работает в своих частотных полосах). Кроме того, возможны и двухрежимные абонентские

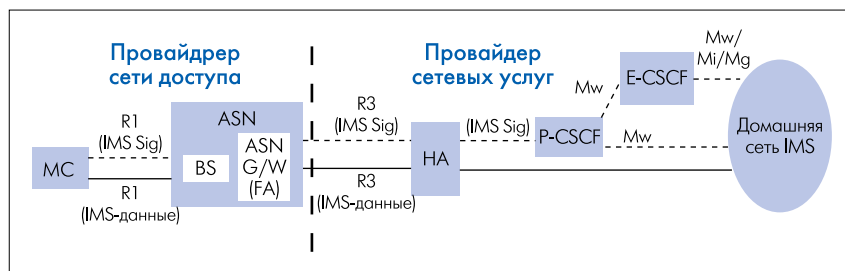


Рис.8. Взаимодействие WiMAX с 3GPP IMS (как определено в спецификации WiMAX NWG DRAFT-T33-101-R015v02-B)

устройства, поддерживающие как WiMAX, так и LTE.

В частности, аппаратура базовых станций BreezeMax позволяет параллельно с WiMAX ввести функциональность LTE. Этот апгрейд не требует какой-либо смены ВЧ-оборудования на мачтах (крышах, тубах), что очень существенно экономит время и деньги. Все изменения затронут внутренний блок базовой станции. Напомним, конструктивно BreezeMax – это шасси с системами электропитания, вентиляции, интерфейсами к наземным сетям и устройствами управления. Для нас важно, что радиосигнал WiMAX формируют четыре параллельных устройства доступа (AU). Каждое такое устройство включает внутренний (в корзине BreezeMax) и внешний блоки. Внутренний блок – это WiMAX-модем, он выдает сигнал на промежуточной частоте, который по фидерной системе подается во внешний блок (радиоблок) – трансивер, связанный с антенной системой. Для того, чтобы базовая станция начала работать в режиме LTE, достаточно добавить (заменить) внутренний блок AU с функциями LTE. Если необходимо использовать общий ВЧ-трансивер и антенную систему, добавляется блок мультиплексора для объединения выходных сигналов на промежуточной частоте от устройств доступа WiMAX и LTE (рис.9).

Поскольку элементы наземной сети WiMAX и LTE (ASN и SAE) архитектурно и структурно схожи, а функции таких основных узлов, как шлюзы доступа (ASN GW), серверы аутентификации, авторизации и учета (AAA) и т.п. реализуются программно (на базе решений Cisco, Bridgewater и т.п.), серьезных технологических проблем с интеграцией инфраструктуры сетей нет. В частности, Alvarion активно работает над обеспечением совместной работы своего оборудования с производителями элементов сетевой инфраструктуры, включая совместную работу элементов корневых сетей WiMAX и LTE.

Очевидно, что подобный подход позволяет не только обеспечить совместное существование двух разногигиных сетей с максимальным совместным использованием оборудования, но и очень быстро – буквально за одну ночь –

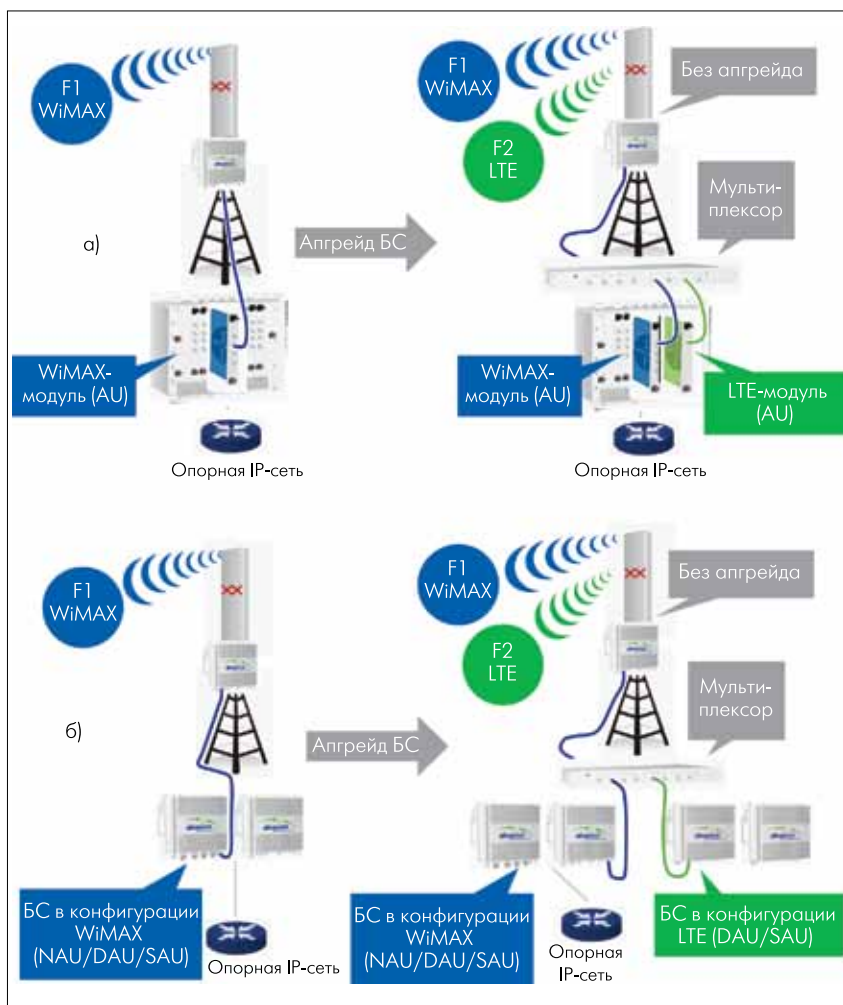


Рис.9. Примеры модернизации базовой станции BreezeMax для обеспечения функциональности LTE: а) с заменой модулей устройств доступа, б) с параллельным подключением базовых станций

полностью перейти с технологии WiMAX на LTE.

Но тут возникают две большие проблемы с существующим парком абонентского оборудования – как заставить его единомоментно сменить режим работы? Прежде всего, WiMAX и LTE используют различные протоколы аутентификации и защиты данных: EAP-TLS на основе заранее предоставленного сертификата в WiMAX, в то время как в LTE применяются идентификационные карты USIM (аналог SIM-карты в GSM-телефоне). Как решать эту проблему, пока не понятно. Кроме того, абонентские устройства должны допускать аппаратную смену технологии работы (принцип Software Defined Radio). Однако производители чипсетов такую возможность пока не предоставляют. Решением может стать применение двухрежимных, авто-

матически переключающихся устройств WiMAX/LTE.

Таким образом, сегодня многие производители четко осознают, что телекоммуникационный мир движется к тесной интеграции технологий, с переходом уже в самое ближайшее время к сетям 4G. Неважно, какую именно сеть сегодня эксплуатирует тот или иной оператор – проблемы выбора технологии и перехода к 4G ему не избежать. И общая задача производителей – сделать этот переход как можно более мягким. Собственно, основа такой возможности заложена в саму природу технологий WiMAX и LTE, и производители уже работают над коммерчески доступными решениями. В частности, компания Alvarion намерена предложить свое решение в области LTE-Advanced (Release 10) к 2014 году.