С.Портной,
А.Иванов

ВЫБОР СИСТЕМ ШИРОКОПОЛОСНОГО БЕСПРОВОДНОГО ДОСТУПА – МНЕНИЕ ЭКСПЕРТОВ

Интерес операторов, интеграторов телекоммуникационных решений и других участников рынка к широкополосному беспроводному доступу (ШБД) постоянно растет. Если раньше этой технологией интересовались лишь небольшие операторы, то сейчас это – бизнес телекоммуникационных "гигантов" вроде "Голден Телеком", "Комстар", "Синтера" и др. Существенный толчок для этого дало появление и стремительное развитие технологий WiMAX.

Основой идеологии WiMAX Forum являются:

- сертификация оборудования ШБД, т.е. стандартизация требований к оборудованию базовых (БС) и абонентских станций (АС) различных производителей;
- разработка архитектуры сети, алгоритмов аунтефикации и авторизации для обеспечения совместимости;
- требования к физическому уровню: частотному диапазону, режиму дуплексирования и ширине канала.

Совокупность требований к физическому уровню получила название "профиль WiMAX" (табл.1).

WiMAX-продукты должны быть сертифицированы в соответствии с сертификационными профилями: 5 фиксированных WiMAX-профилей и 13 мобильных WiMAX-профилей (табл.2). Каждый сертификационный профиль соответствует специфическому распределению частот.

ОБ АВТОРАХ

С.Л.Портной – маркетинговый директор WiMAX Forum Россия и СНГ

А.Е.Иванов – руководитель регионального сервисного центра Alvarion в компании

Сертификация оборудования в WiMAX Forum проходит в три этапа. На первом этапе производитель, желающий участвовать в сертификации, регистрирует свое оборудование в соответствующем профиле. Для начала сертификации необходимо три производителя в выбранном профиле для фиксированного WiMAX и четыре производителя – для мобильного WiMAX. На втором этапе оборудование каждого производителя проходит аттестационные испытания, которые состоят из двух основных частей: проверка на соответствие стандарту MAC-уровня и PHY-уровня. Завершающий этап – тестирование на функциональную совместимость оборудования разных изготовителей: к базовой станции одного производителя подключаются абонентские устройства других производителей.

Последний этап тестирования разделен WiMAX Forum на две волны, различные для фиксированного и мобильного WiMAX. В фиксированном WiMAX в первой волне сертификации проверяются ключевые возможности подключения к сети, предоставление сервиса, распределение полосы пропускания. Во второй волне тестируются процедуры аутентификации, совместимости протоколов радиосвязи, возможность выделять гарантированную полосу пропускания каждому

Таблица 1. Профили WiMAX

	Фиксированный WiMAX	Эволюционный WiMAX	Мобильный WiMAX	
Стандарт	IEEE 802.16-2004	IEEE 802.16e-2005	IEEE 802.16e-2005	
Мультиплексирование	OFDM	OFDM	OFDMA	
Номинальное число поднесущих	256	256	512, 1024	
Дуплексный режим	TDD, FDD, HFDD	TDD, FDD, HFDD	TDD	
Модуляция	BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM	BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM (опционально)	QPSK, 16-QAM, 64-QAM (в восходящем канале – опционально)	
Классы мощностей, дБм	0–14 dBm	0–14	16 QAM	QPSK
	14–17	14–17	18–21	20–23
	17–20	17–20	21–25	23–27
	20–23	20–23	25–30	27–30
	Свыше 23	Свыше 23	Свыше 30	Свыше 30

пользователю (QoS). Также проверяются алгоритмы шифрования AES и корректность работы алгоритма автоматического запроса повторной передачи (ARQ).

В случае мобильного WiMAX в первой волне проверяется соответствие требованиям стандарта параметров режима OFDMA, протоколов QoS, AES, H-ARQ (гибридный ARQ), протокола управления ключами шифрования для обеспечения авторизации абонентских устройств на базовой станции (PKMv2), алгоритма контроля мощности абонентских устройств, режимов ожидания (sleep и idle mode) и сжатия заголовков.

Во второй волне испытаний планируется проверить хэндовер, QoS более высокого уровня, поддержку протокола IPv6, максимального размера передаваемого фрейма (MBS). Кроме этого, возможна проверка механизмов MIMO, таких как многоканальный прием/передача (как на базовой, так и на абонентской станциях) и формирования луча диаграммы направленности антенн.

Уже проведены две волны сертификации оборудования фиксированного WiMAX, были сертифицированы 28 типов оборудования следующих производителей:

- Alvarion – АС: BMAX PRO-S CPE, BreezeMAX Si; БС: BreezeMAX Macro Modular Base Station, BreezeMAX Micro Base Station
- Airspan – АС: EasyST, MicroMAX-SoC BSR; БС: MacroMAX
- Axxcelera – АС: ExcelMAX FD CPE; БС: ExcelMAX BS
- Aperto – АС: PacketMAX, ProST; БС: PacketMAX 5000
- Proxim – Tsunami MP16 3500
- Redline – АС: RedMAX Subscriber Station; БС: RedMAX Base Station
- Siemens – АС: Gigaset SE461 WiMAX; БС: WayMAX@ vantage
- Sequans – АС: SQN 1010-RD (FDD); БС: SQN2010-RD
- SR Telecom – БС: Symmetry Base Station
- Selex – АС: YSEMAX БС: YSEMAX
- Telsima – БС: StarMAX 2140-3.5G, StarMAX 4120-3.5G
- Wavesat – АС: Wavesat miniMAX 3.5GHz (FDD), Wavesat miniMAX 3.5GHz (TDD)

Информация о новом сертифицированном оборудовании регулярно обновляется на официальном сайте WiMAX Forum www.wimaxforum.org и www.wimaxforum.ru.

Все вышеперечисленное оборудование было сертифицировано в двух фиксированных профилях. Профиль Air1 характеризуется частотным диапазоном 3,5 ГГц, шириной канала 3,5 МГц и режимом дуплексирования с временным разделением (TDD). Профиль Air2 отличается от него режимом дуплексирования с частотным разделением (FDD). Сертифицированного оборудования в других профилях сегодня нет.

Таблица 2. Сертифицированные профили WiMAX

Системы WiMAX	Сертифицированные профили			
	Название	Частотный диапазон, ГГц	Дуплекс	Ширина канала, МГц
Фиксированный WiMAX (IEEE 802.16-2004, OFDM)	Air1	3,4–3,6	TDD	3,5
		3,4–3,6	TDD	7
	Air2	3,4–3,6	FDD	3,5
		3,4–3,6	FDD	7
		5,725–5,850	TDD	10
Эволюционный WiMAX (IEEE 802.16e-2005, OFDM)	ETG8	4,935–4,990	TDD	5
Мобильный WiMAX (IEEE 802.16e-2005, OFDMA)	1B	2,3–2,4	TDD	5 и10
	1A	2,3–2,4	TDD	8,75
	3A	2,496–2,690	TDD	5 и 10
	5AL	3,4–3,6	TDD	5
	5BL	3,4–3,6	TDD	7

Появление первых сертифицированных устройств мобильного WiMAX ожидается в 2008 году, причем для сертификации уже выбраны пять мобильных профилей: 1A, 1B, 3A, 5AL, 5BL и ETG8 (табл.2).

При переходе от фиксированного к мобильному WiMAX предъявляются дополнительные требования к оборудованию и технологии в целом. Так, в мобильном WiMAX уже используется мультиплексирование OFDMA, позволяющее передавать в одном фрейме информацию для нескольких АС. Для увеличения зоны покрытия вне прямой видимости требуется увеличить мощность передатчика. Такой подход применим на базовой станции, но увеличение мощности абонентского устройства невозможно по санитарным нормам. Поэтому необходимо внедрение технологии MIMO-антенн на базовой станции, существенно увеличивающее стоимость системы в целом, но обеспечивающее дополнительный энергетический выигрыш в 3–6 дБ по уровню принимаемого сигнала от АС. Дополнительно увеличить зону покрытия возможно за счет использования технологии формирования луча диаграммы направленности антенны в требуемом направлении. Эта технология позволяет получить более мощный сигнал за счет высокого коэффициента изотропного усиления. С появлением мобильности возникает потребность в алгоритмах безопасной аутентификации и авторизации как абонентских устройств, так и пользователей и быстрой перерегистрации при переходе от одной базовой станции к другой без потери связи.

Пока идет сертификация оборудования, рынок ШБД активно развивается на оборудовании WiMAX-класса, но еще не сертифицированного WiMAX Forum. Это оборудование не предусматривает взаимодействие сетей различных операторов, но предоставляет сервисы класса WiMAX. В России к таким операторам относятся такие компании, как:

- "Энфорта", сеть построена на оборудовании BreezeACCESS VL компании Alvarion (Израиль) и Revolution 5000 компании Infinet Wireless (Россия);
- Synterra, проект Synterra WiMAX, оборудование NextNET фирмы Motorola (США),
- "РМ Телеком", оборудование Canopy (Motorola) и BreezeACCESS VL;
- Flex, оборудование BreezeACCESS VL и Revolution 5000;
- "Инфосети", оборудование PacketWave 1000 компании Aperto Networks (США) и многие другие.

Все перечисленные сети динамично развиваются, что говорит о востребованности услуги радиодоступа на рынке.

WiMAX Forum предлагает несколько частотных диапазонов: 2,3; 2,5; 3,5; 4,9 и 5,8 ГГц. Практически все они пригодны для использования на территории Российской Федерации. Уже появились и сети, построенные на сертифицированном WiMAX Forum оборудовании в диапазоне 3,5 ГГц. Это сети таких компаний как:

- "Центр Телеком", оборудование BreezeMAX компании Alvarion (Израиль);
- "Новые Телекоммуникации", оборудование WayMAX компании Siemens (Германия);
- Tron (дочерняя компания "Энфорты"), оборудование BreezeMAX;
- "Самарская сеть MetroMAX", оборудование компании Airspan (США).

Результаты использования оборудования WiMAX-класса действительно впечатляют. В компании "Седиком" проводилось многократное тестирование оборудования BreezeACCESS VL (частотные диапазоны 4,9–5,091; 5,15–5,35; 5,47–5,725 и 5,725–5,850 ГГц; оборудование работает с шириной канала 10 и 20 МГц, система использует OFDM с 64 поднесущими и дуплексирование с временным разделением каналов TDD). Тестирование показало интересный результат: пропускная способность оборудования при передаче UDP-трафика с использованием модуляции QAM-64 и корректирующего кода со скоростью кодирования 3/4 составляет 42 Мбит/с при ширине канала 20 МГц. При измерении голосовой емкости системы удалось получить порядка 50 одновременных голосовых сессий на сектор для кодека G.711a с качеством речи по оценке MOS 4,3 и средним джитером 7 мс. Использование самоинсталлируемого абонентского устройства возможно на рассто-

янии 300–1600 м от базовой станции при отсутствии прямой видимости (NLOS) в условиях плотной городской застройки.

Аналогичные испытания были проведены и с сертифицированным WiMAX Forum оборудованием BreezeMAX 3500. Для этой системы доступны частотные диапазоны 3,3–3,4; 3,4–3,6 и 3,6–3,8 ГГц, поддерживается ширина канала 3,5 и 1,75 МГц, модуляция – OFDM с 256 поднесущими, дуплексирование с частотным разделением каналов (FDD). Оборудование BreezeMAX 3500 показало пропускную способность 10,5 Мбит/с при ширине канала 3,5 ГГц. Голосовая емкость составила порядка 50 одновременных голосовых сессий на сектор для кодека G.711a с качеством речи по оценки MOS 4,5 и средним джитером 5 мс. Использование самоинсталлируемого абонентского устройства ("коробочный" вариант подключения) возможно на расстояние 550–2600 метров от БС при отсутствии прямой видимости в условиях плотной городской застройки.

В 2007 году на российском рынке появилось оборудование, готовое к сертификации по профилям мобильного WiMAX. Это системы таких производителей, как Alcatel, Alvarion, Nortel, Telsima и др. Инженерами авторизованного локального сервисного центра Alvarion компании Седиком совместно с двумя крупными операторами были проведены полевые испытания оборудования BreezeMAX – доступные частотный диапазоны оборудования 2,300–2,360; 2,496–2,690 и 3,4–3,6 ГГц, ширина канала – 3,5 и 5 МГц, модуляция – OFDM с 256 поднесущими, дуплексирование TDD. На расстоянии 1,3 км от БС в условия NLOS на уровне 1 м от земли с использованием самоинсталлируемой АС удалось достичь суммарной пропускной способности 12 Мбит/с для UDP-трафика и 9,2 Мбит/с для трафика TCP. Причем для АС, удаленной от БС на 3,4 км, в условиях NLOS плотной городской застройки суммарная пропускная способность достигла 1,058 Мбит/с. Измерения голосовой емкости сектора показали устойчивую работу 70 голосовых сессий кодека G.729 с качеством речи по оценки MOS 4,15 и средним джитером 5 мс. В процессе испытаний абонентские комплекты успешно регистрировались на RADIUS-сервере и получали сервис согласно прописанному профилю в учетной записи для конкретного абонента.

Таким образом, оборудование WiMAX-класса доказало свою эффективность при построении и эксплуатации сетей ШБД. Оператору при выборе оборудования следует подойти к вопросу комплексно: оценить пропускную способность сектора базовой станции, измерить зону покрытия базовой станции, проверить работу QoS, проверить корректность регистрации абонентских устройств на сервере аутентификации и авторизации, оценить возможности NMS – системы управления сетью, так как эта система является частью единого комплекса.

ГЛОНАСС/GPS антенны компании 2J-antennae

Компания 2J-antennae заявила о своей готовности приступить в ближайшее время к массовому производству совмещенных ГЛОНАСС/GPS антенн. Они будут выпускаться в нескольких различных типах корпусов с креплением на магнит, на двусторонний скотч или в отверстие.

Первые образцы будут доступны для заказа уже в четвертом квартале 2007 года. По заявлениям компании, стоимость ГЛОНАСС/GPS антенны 2J будет значительно ниже аналогов российского производства.

Частотный диапазон	ГЛОНАСС – 1572 МГц, 1610 МГц
Крепление	По запросу
Волновое сопротивление	50 Ом
Поляризация	RHCP
Усиление	По запросу, min.5dB max. 35dB Типовые значения GPS: 27dB, Glonass: 26dB
VSWR	<2:1
Тип кабеля	RG174
Длина кабеля	По запросу
Тип разъема	По запросу
Размер	80 × 75 мм
Температурный диапазон	-40... +85°C