WiMAX™

**Гибкость, точность и высокая скорость**

Технология WiMAX™ (технология широкополосного доступа в микроволновом диапазоне) основана на современных технологиях связи, таких как OFDMA и MIMO. Благодаря этому WiMAX™ стала стандартом широкополосной сотовой связи с высокими показателями по скорости передачи данных, мобильности и размеру соты. Поддержка VoIP и роуминга — дополнительные приоритетные направления для WiMAX™. Такой подход IEEE к стандартизации, в отличие от 3GPP, по большей части обусловлен традициями компьютерной отрасли; ранее благодаря ему был создан стандарт Wi-Fi. Благодаря широкой поддержке IP технология WiMAX™ нацелена на мобильный Интернет.

Первоначально созданная только для режима TDD, WiMAX™ 1.5 также включает в себя поддержку режима FDD, чтобы сетевые операторы могли реализовать WiMAX™ в диапазонах частот, отведенных ITU для FDD.

WiMAX™ 2.0 (Advanced WiMAX™) представляет собой очередной этап развития, описанный в спецификации IEEE 802.16m. Дальнейшее увеличение скорости передачи данных, по сравнению с IEEE 802.16e, будет достигнуто за счет более высокой пропускной способности канала и применения технологии 4x4 MIMO, что также делает этот стандарт кандидатом для включения в набор технологий IMT Advanced.

**Основы LTE**

Технология Long Term Evolution (LTE) обеспечит конкурентоспособность сетей UMTS в течение следующих десяти лет и далее за счет высокой скорости передачи данных, малых задержек и оптимизированной поддержки пакетной передачи данных. Требования к технологии LTE, также известной как E-UTRA (Evolved Universal Terrestrial Radio Access), установлены в спецификациях 3GPP версии 8. LTE может работать в режиме дуплексной связи с частотным разделением каналов (FDD) либо в режиме дуплексной связи с временным разделением каналов (TDD), которые также обозначаются сокращениями LTE FDD и TD-LTE. Основные технологические аспекты LTE:

* Новые схемы многостанционного доступа на основе ортогонального частотного разделения сигналов (OFDMA) для LTE FDD и TD-LTE
* Масштабируемость полосы пропускания до 20 МГц
* Поддержка технологии антенн с многоканальным входом и многоканальным выходом (MIMO)
* Новые каналы передачи данных и управления
* Новая архитектура сети и протоколов (два узла, на основе IP)

Для LTE (3GPP версии 8) теоретическая пиковая скорость передачи данных составляет 300 Мбит/с в нисходящем канале и 75 Мбит/с в восходящем. Первая коммерческая сеть с поддержкой LTE была запущена в Швеции в декабре 2009 г., и в настоящее время LTE является самой быстро распространяющейся технологией мобильной связи. Коммерчески доступные пользовательские устройства поддерживают максимальные скорости 100 Мбит/с в нисходящем канале и 50 Мбит/с в восходящем канале. Следует отметить, что достижимая скорость обмена данными в реальной сети меняется в зависимости от разных факторов, например, от загрузки сети и условий распространения радиоволн и, как правило, значительно ниже, чем максимальные скорости, достигнутые при испытаниях в лабораторных условиях.

**Основы LTE-Advanced**

С целью превращения LTE в технологию, действительно относящуюся к четвертому поколению (4G), она была усовершенствована путем реализации требований IMT-Advanced, выпущенных Международным союзом электросвязи (ITU). Необходимые улучшения определены в стандарте 3GPP версии 10; эта технология известна под названием LTE-Advanced. Системы, отвечающие требованиям IMT, будут претендовать на использование диапазонов спектра, которые еще предстоит определить, что стало еще одной важной причиной для согласования LTE-Advanced с потребностями в технологиях IMT-Advanced. Благодаря этому развернутые сегодня сети мобильной связи с поддержкой LTE станут основой для перехода к многолетней коммерческой эксплуатации данной технологии. LTE-Advanced дополнительно увеличивает скорость обмена данными до 1 Гбит/с в нисходящем канале и до 500 Мбит/с в восходящем канале.

Технологические компоненты LTE-Advanced:

* Агрегация несущих
* Расширение MIMO (в нисходящем канале до 8x8; в восходящем канале до 4x4)
* Улучшение доступа в восходящем канале (кластеры SC-FDMA) и одновременная передача данных и информации управления (PUSCH и PUCCH)
* Улучшение характеристик доступа на границах сот (технология усовершенствованной координации помех между сотами (eICIC), ретрансляция)