СЕТИ ШИРОКОПОЛОСНОГО БЕСПРОВОДНОГО ДОСТУПА СЕМЕЙСТВА СТАНДАРТОВ IEEE 802.16 (WiMAX)

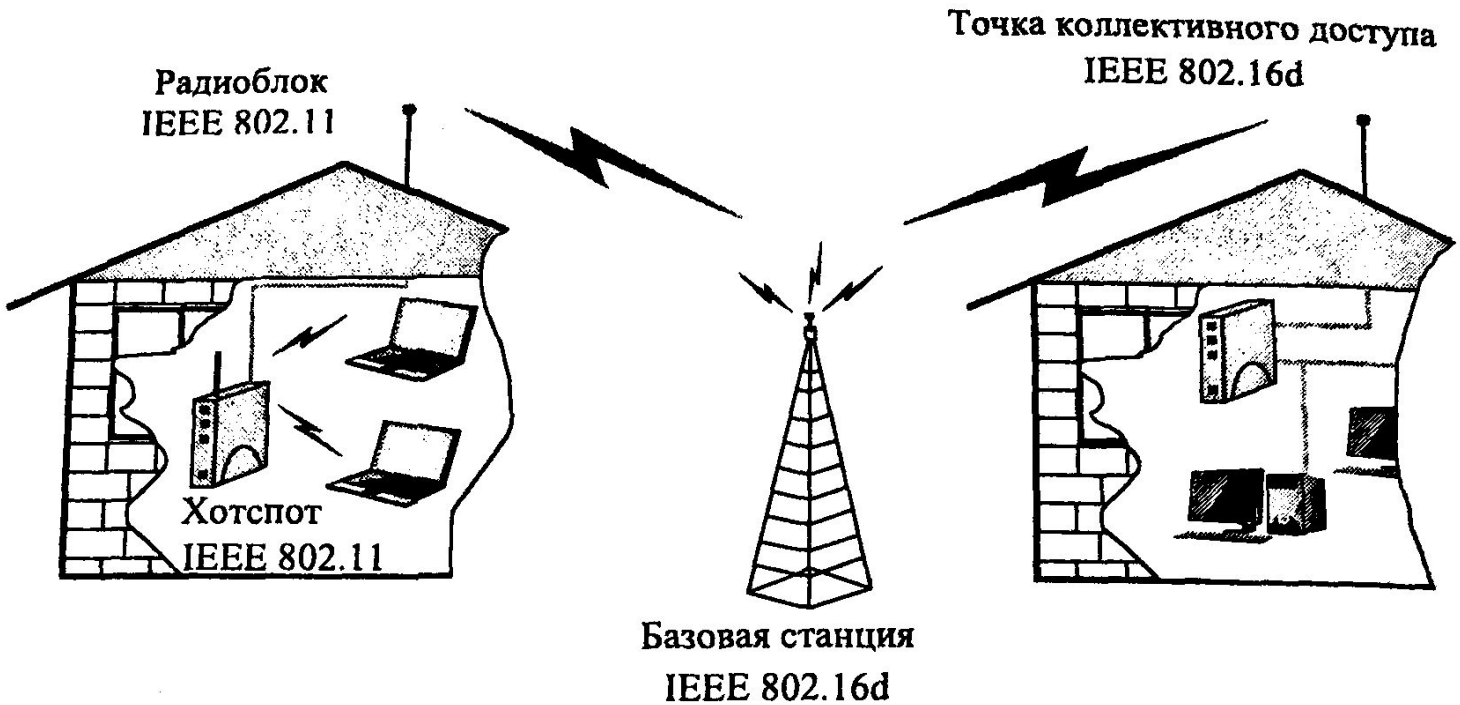
Благодаря поддержке всех градаций мобильности оконечного пользователя, распределенные сети WiMAX стали непосредственными конкурентами сотовых сетей мобильной связи. Они предназначены для решения следующих задач:

- обеспечение беспроводного доступа на большие расстояния и решение проблемы «последней мили»;
- предоставление телекоммуникационных услуг на основе высокоскоростной передачи данных (мультимедиа, видеотелефония и др.);
- поддержка точек доступа без привязки к географическому положению и при отсутствии прямой видимости (NLoS – Non Line of Site);
- подключение и поддержка обслуживания точек доступа Wi-Fi;
- взаимодействие с сетями других видов.

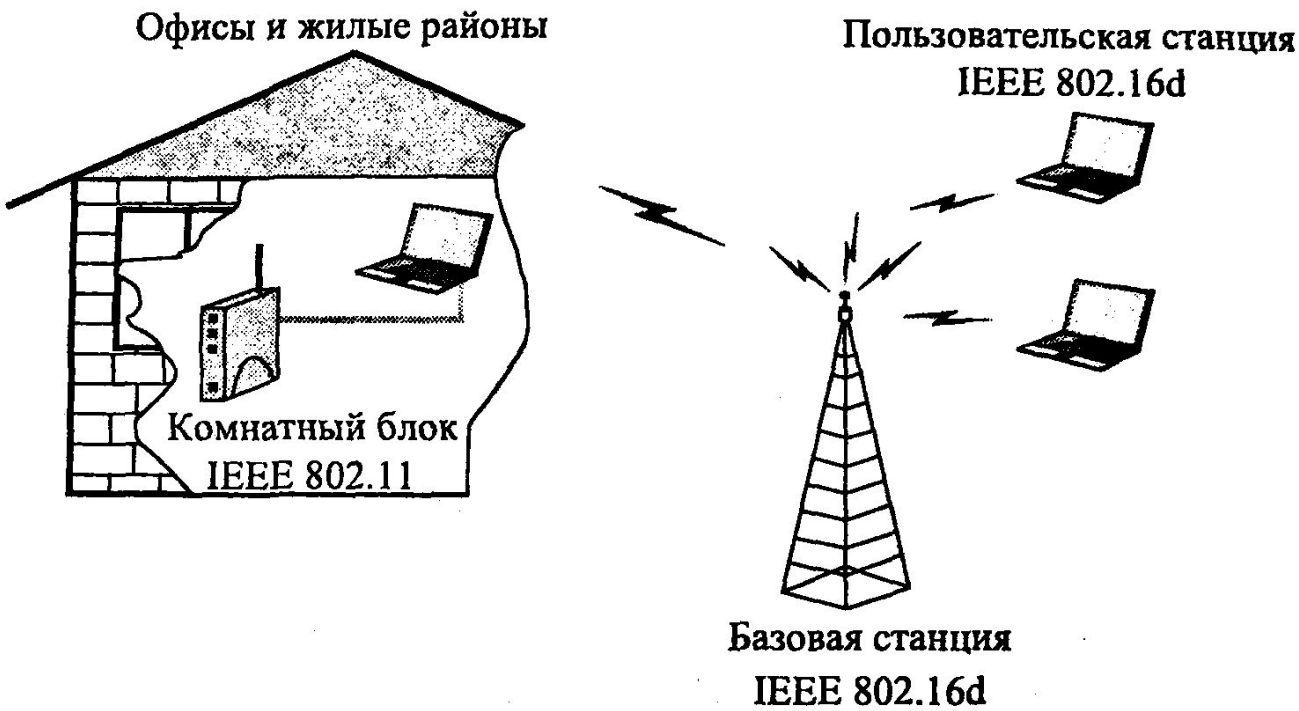
Семейство стандартов IEEE 802.16

Стандарт	802.16	802.16a	802.16d	802.16e
Дата принятия	12.2001	01.2003	07.2004	12.2005
Рабочий диапазон частот	10–66 ГГц	2–11 ГГц	2–11 ГГц	2–11 ГГц
Условие связи	Прямая видимость	Без прямой видимости	Без прямой видимости	Без прямой видимости
Мобильность	Фиксирован-ный	Фиксированный и сеансовый	Фиксированный, сеансовый и перемещаемый	Мобильный
Режим передачи	Одна несущая	Одна несущая, 256OFDM, 2048OFDMA	Одна несущая, 256OFDM, 2048OFDMA	Одна несущая, 256OFDM, многорежим-ный OFDMA
Модуляция	QPSK, 16QAM и 64QAM	QPSK, 16QAM и 64QAM	QPSK, 16QAM и 64QAM	QPSK, 16QAM и 64QAM
Скорость передачи данных	32–134 Мбит/с	1–75 Мбит/с	1–75 Мбит/с	1–15 Мбит/с
Ширина канала	20,25 и 28 МГц	Изменяемая от 1,25 до 20 МГц	Изменяемая от 1,25 до 20 МГц	Изменяемая от 1,25 до 20 МГц
Спецификации физического уровня	WirelessMAN-SC	WirelessMAN-SCa WirelessMAN-OFDM WirelessMAN-OFDMA	WirelessMAN-SC WirelessMAN-SCa WirelessMAN-OFDM WirelessMAN-OFDMA	WirelessMAN-SC WirelessMAN-SCa WirelessMAN-OFDM WirelessMAN-OFDMA

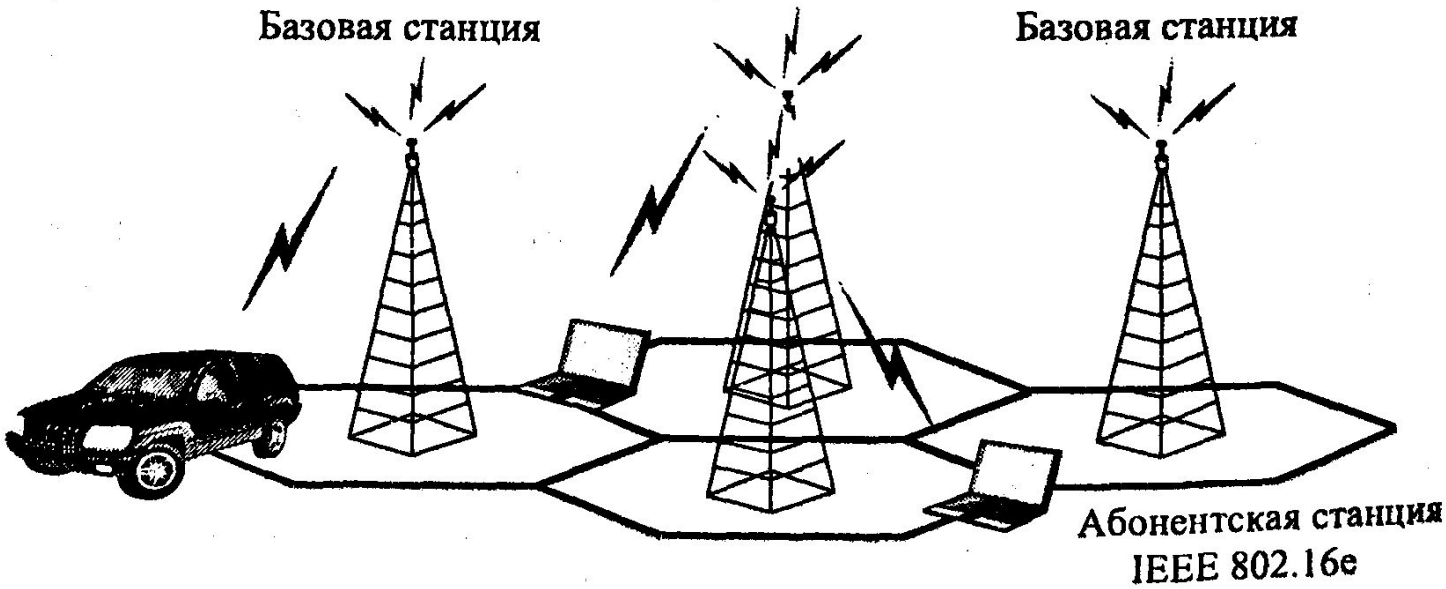
Этапы внедрения и развития сетей стандартов IEEE 802.16



1 этап – развертывание сетей с фиксированным доступом пользователей



2 этап – подключение комнатных блоков пользователей IEEE 802.11 и реализация портативного доступа с ограниченной подвижностью конечных пользователей IEEE 802.16d



3 этап – внедрение мобильного стандарта IEEE 802.16e

Сравнительные характеристики оборудования IEEE 802.11 и IEEE 802.16

	IEEE 802.11	IEEE 802.16
Радиус покрытия	• Передача данных в зоне радиусом до 100 м • Предусмотрено увеличение радиуса зон покрытия за счет применения дополнительных антенных устройств	• Типовой радиус соты 7–10 км (потенциальный– до 50 км) • Отсутствует проблема «скрытых» точек доступа
Области покрытия	• Сети оптимизированы для передачи данных в пределах помещений	• Передача данных вне помещений на большие расстояния, вне зоны прямой видимости • Предусмотрены режимы *OFDM / OFDMA* с различным числом несущих, применение адаптивной модуляции и SMART-антенн (устойчивость к многолучевости при задержке распространения на порядок большей, чем в IEEE 802.11)
Масштабируемость	• Фиксированная ширина полосы частот (20 МГц) • С увеличением числа абонентов скорость передачи данных уменьшается нелинейно	• Ширина полосы от 1.5 до 20 МГц (упрощает планирование сети) • Скорость передачи данных линейно снижается с ростом числа абонентов
Скорость передачи данных	• Скорость передачи данных 54 Мбит/с при ширине канала 20 МГц (спектральная эффективность 2.7 бит/с/Гц)	• Скорость передачи данных 75 Мбит/с при ширине канала 20 МГц (спектральная эффективность 3.8 бит/с/Гц)
Опции качества (*QoS*)	• Опции *QoS* не поддерживаются (разработка в рамках спецификации IEEE 802.11e)	• Предусмотрена поддержка *QoS* для передачи голоса и видео

MAC- уровень стандарта IEEE 802.16

В процессе управления доступом и передачей в прямом канале MAC-уровень отвечает за [3]:

- классификацию протоколов приложений верхних уровней и формирование блоков данных SDU;
- определение типов соединений и присвоение идентификаторов соединений CID (Connection Identifier). Каждый идентификатор CID соответствует своему типу соединения и определяет его параметры;
- хранение пакетов данных, пришедших с верхних уровней в очередях (для каждого потока данных выделяется отдельная очередь);
- принятие решений о количестве пакетов данных той или иной очереди, передаваемых в текущем блоке данных MAC-уровня;
- преобразование блоков данных приложений верхних уровней в PDU-блоки MAC-уровня (протокольная единица данных: Protocol Data Unit);
- шифрование блоков MAC PDU;
- назначение каждому набору MAC PDU соответствующего вида кодирования, модуляции и уровня излучаемой мощности, используя служебную информацию о требуемом уровне QoS по каждому сервисному потоку, о количестве и структуре PDU, а также о состоянии канала передачи;
- размещение блоков MAC PDU во фрейме прямого/обратного канала.

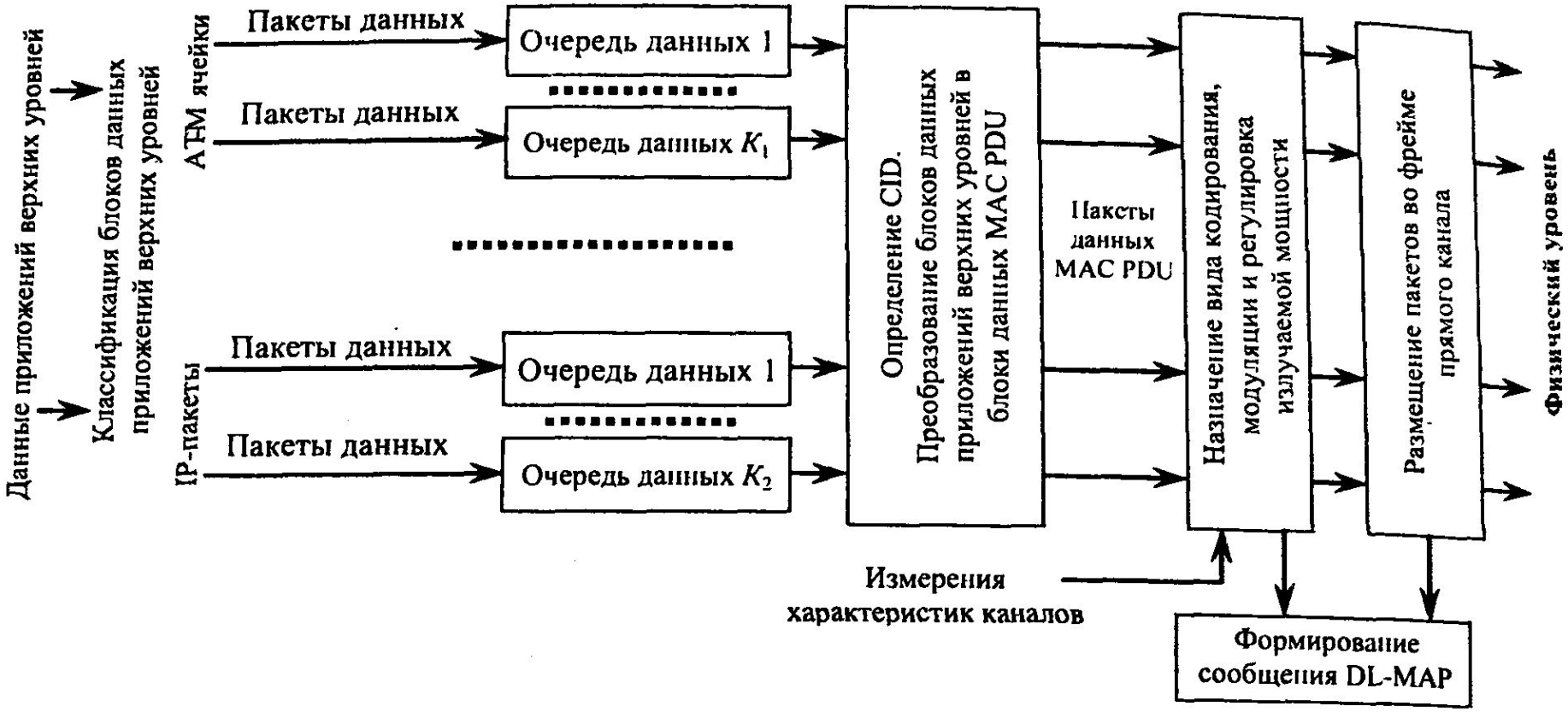


Рис. 1 — Функции MAC-уровня базовой станции при управлении передачей в прямом канале

Рис. 2 — Функции MAC-уровня базовой станции при управлении передачей в обратном канале

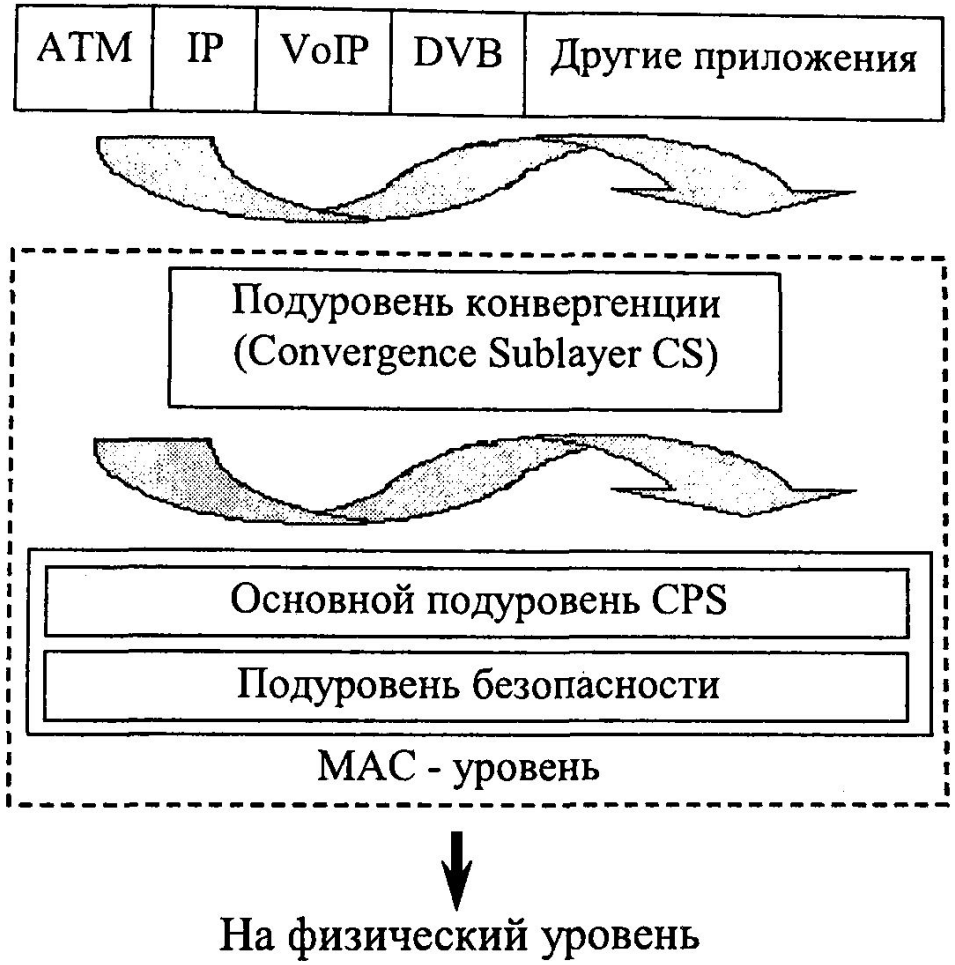


Рис. 3 — Архитектура MAC-уровня стандарта IEEE 802.16

Модификации подуровня конвергенции в стандарте IEEE 802.16 (с. 410)

Поддерживаемый протокол	Модификация подуровня конвергенции
ATM	CS ATM
IP	CS IPv4
IP	CS IPv6
IP	CS Ethernet (802.3)
IP	CS 802.1/Q VLAN (Virtual)
IP	CS IPv4 над Ethernet
IP	CS IPv6 над Ethernet
IP	CS IPv4 над 802.1/Q VLAN
IP	CS IPv6 над 802.1/Q VLAN
IP	CS Ethernet с признаками VLAN (ROHC)
IP	CS Ethernet с признаками VLAN (ERTCP)
IP	CS IPv4 с ROHC (Robust Header Compression)