

Цифровое телерадиовещание в сетях беспроводного доступа

Разделы 1 – 2

Форматы аудио и видео, передаваемых по сетям радиодоступа. Протоколы предоставления абонентам сетей радиодоступа услуг телерадиовещания.

1. Состояние сетей мобильной связи (радиодоступа)

Радиодоступ в 21 веке стал основным способом передачи информации на компьютеры, включая всевозможные варианты мобильных телефонов.

Приведем статистику абонентов радиодоступа (сотовой связи) на декабрь 2016г. (табл.1.1). Приведенные в табл.1.1 данные показывают, что в 2016г. сохраняются тенденции развития сотовых сетей после 2000г. Сети стандарта GSM/UMTS/LTE продолжают свой рост, аккумулируя 93,7% всех абонентов. Быстро развиваются сети нового стандарта LTE, наложенные на сети GSM/UMTS и CDMA2000, а также выделенные сети LTE.

Таблица 1.1

Стандарт	Число абонентов, млн.
Всего	7480
GSM/UMTS/LTE	7010
UMTS (WCDMA)	2300
CDMA2000	470
LTE	1920

Кроме того, широкое распространение получили сети радиодоступа, разработанные прежде всего для организации радиодоступа к персональным компьютерам. К настоящему времени сложилась иерархия этих сетей (рис. 1.1).

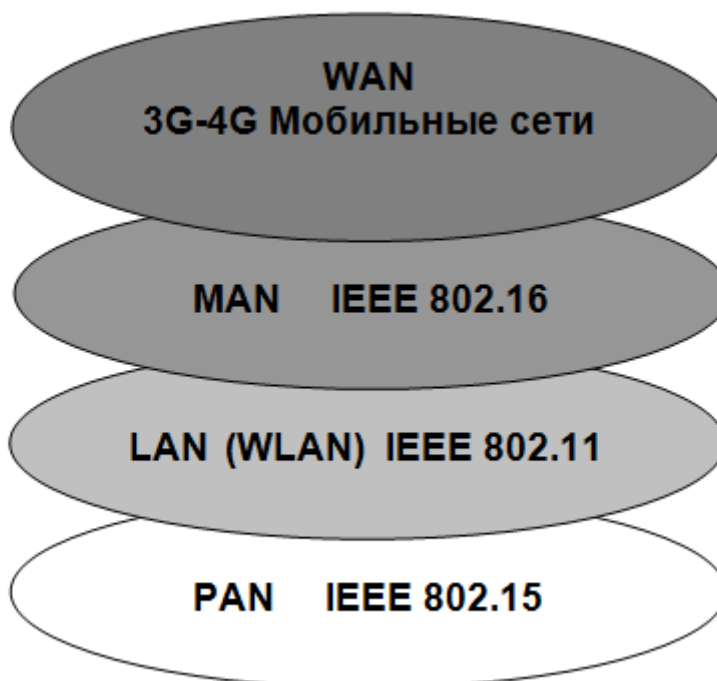


Рис. 1.1. Иерархия сетей беспроводного доступа

На нижнем уровне находятся сети персонального радиодоступа PAN (Personal Area Network). Из стандартов уровня PAN в быту наиболее

распространен стандарт IEEE 802.15.1(Bluetooth). На следующем уровне WLAN (Wireless Local Area Network) самое широкое распространение получили локальные сети стандарта IEEE 802.11 (Wi-Fi). Третий уровень MAN (Metropolitan Area Network) представлен стандартом IEEE 802.16 (WiMAX). Эти стандарты не образуют собственных глобальных сетей, как, например, GSM, а являются продолжением существующих информационных сетей интернета, используя их коммутаторы или маршрутизаторы. Укажем на основные преимущества систем беспроводного доступа:

- развертывание сетей не требует больших затрат и большого времени;
- низкие эксплуатационные расходы;
- возможны разнообразные конфигурации сетей.

В качестве глобальных сетей радиодоступа используют мобильные сети 3 и 4 поколений.

2. Протоколы функционирования сетей радиодоступа. Передача телевидения в сетях Интернета

В основе функционирования систем радиодоступа лежит семиуровневая сетевая модель взаимодействия открытых систем (OSI – open systems interconnection basic reference model), рис. 2.1.

Модель OSI		
Тип данных	Уровень (layer)	Функции
Данные	7. Прикладной (application)	Доступ к сетевым услугам
Поток	6. Уровень представления (presentation)	Представление и преобразование информации
Сеансы	5. Сеансовый (session)	Управление сеансом связи
Сегменты	4. Транспортный (transport)	Прямая связь между конечными пунктами и надежность
Пакеты / Дейтаграммы	3. Сетевой (network)	Маршрутизация и логическая адресация (адресация конечных точек)
Кадры, блоки	2. Канальный (data link)	Передача информации между соседними узлами Физическая адресация.
Биты	1. Физический (physical)	Работа со средой передачи. Модуляция, кодирование информации

Рис. 2.1. Базовая модель протоколов взаимодействия открытых систем

Формирование видео и аудио сигналов происходит на верхних уровнях модели. Далее эти сигналы доставляют как файлы на пользовательский терминал по сети Интернет. Для передачи в Интернете файлы фрагментируют и передают в виде **дейтаграмм**. Дейтаграмма состоит из заголовков и поля данных. Размер поля данных составляет 46 – 1500 байт.

Дейтаграмма имеет 2 заголовка:

- уровня L3 (заголовок Интернет-протокола),
- уровня L4 (заголовок TCP или UDP протоколов) – рис. 2.2.

Заголовок IP	Заголовок TCP/UDP	Поле данных
--------------	-------------------	-------------

Рис. 2.2. Структура дейтаграммы

Уровень L3 обеспечивает маршрутизацию (обмен дейтаграммами) между конечными терминалами: пользователем и сервером услуг. Оба терминала на уровне L3 имеют глобальные адреса Интернета. Уровень L4 определяет позиции файла в терминале (порты), а также определяет протокол передачи. Возможны 2 варианта доставки файлов:

- UDP (User Datagram Protocol) – передача без подтверждения,
- TCP (Transmission Control Protocol) – передача с подтверждением.

Передачу видео в реальном времени ведут по протоколу UDP/IP. Чтение и запись файлов (в том числе мультимедийных), либо запись видео в промежуточном буфере идет по протоколу TCP/IP. В сетях радиодоступа не обрабатывают сообщения на уровнях, начиная с уровня L3. Фактически на уровне L3 производят сжатие заголовков дейтаграмм, а также формируют управляющие команды (сигнализацию). Обработка сообщений в сетях радиодоступа идет на уровнях L1 и L2.

Передачу телевидения с использованием радиодоступа к абонентским терминалам осуществляют путем передачи Интернет-дейтаграмм. Существуют различные сценарии (сервисы) реализации IPTV.

1. *Телевизионное IP-мультивещание.* Оператор передает несколько ТВ программ, из которых абонент осуществляет свой выбор.
2. *WEB-TV.* Передача идет на низких скоростях. Файл сбрасывают в буфер абонентской станции, а далее следует просмотр файла на требуемой скорости передачи. Так, например, передают видеоролики сайта YouTube. Сюда же относится On-line телевидение: передача низкоскоростных видеороликов со специальных сайтов.
3. *Видео по требованию (VoD – Video on Demand).* Оператор предоставляет абоненту меню фильмов, роликов, а абонент осуществляет выбор и заказ фильма с немедленным просмотром.
4. *Near Video on Demand (nVoD).* Абонент заранее заказывает фильм (программу) к просмотру (заказал сегодня – смотрим завтра). Заказанный фильм предварительно сбрасывают на локальный видеосервер, откуда и идет передача.
5. *Домашний кинотеатр (виртуальный кинозал).* На локальном видеосервере оператора записано несколько кинофильмов, которые можно смотреть по определенному расписанию.
6. *Телевидение со сдвигом по времени.* Оператор записывает контент нескольких каналов; спустя определенное время их можно просматривать.
7. *Персональный видеорекодер (PVR – Personal Video Recorder).* Абонент заранее планирует просмотр определенных передач из ТВ программы (например, спорт). Оператор организует запись этих программ, а абонент просматривает их в удобное для себя время.

8. Видеоконференц-связь.

9. Передача ТВ программ посредством IP-протокола.

Используют как дешевый аналог спутниковых линий связи (перегон или трансляция видеоматериала между городами). Режим передачи: точка-точка. В отличие от Web-вещания, ТВ программы обязательно скремблируют с помощью систем условного доступа.

Основными стандартами, используемыми в IPTV, являются:

MPEG 2 (считается устаревшим) со скоростью передачи видео 3,5 – 6 Мбит/с с передачей звукового сопровождения по стандарту MUSICAM (Masked Pattern for Adapted Universal Coding and Multiplexing), обозначаемому также как MPEG Layer II;

MPEG 4 (part 2) со скоростью передачи видео от 64 кбит/с до 2 Мбит/с при разрешении от 176x144 до 352x288 соответственно),

H.263 или MPEG-4 Part 10/AVC. Рекомендации не устанавливает ограничений на скорость передачи видеoinформации. Ограничение вносит окончание оборудования и сети передачи данных. Максимальная возможная скорость, установленная стандартом для видеоконференций от 64 кбит/с до 4 Мбит/с для разрешения от 176x144 до 352x576 соответственно. С повышением разрешающей способности до 576x720 скорость передачи возрастает до 8 Мбит/с.

Звуковое сопровождение, а также аудио файлы передают, используя уровни I, II или III стандарта MPEG 2 со скоростями 32, 48, 56, 64, 96, 112, 192, 256, 384 и 448 кбит/с. Также можно использовать систему DRM – Digital Radio Mondiale.

Для передачи видео с пониженной скоростью применяют стандарт MPEG-4 Part 2 (MPEG-4 Visual) или стандарт H.263, предназначенный в первую очередь для видеоконференций (скорость ниже 128 кбит/с).

При переходе к телевидению высокой четкости HD:ТВЧ (разрешение 1280x920 и 1920 x1080) и далее к 4K:УВЧ (разрешение 3840x2160) требуемые скорости передачи по каналу связи возрастают до 25 Мбит/с.

Формулируемые задачи курса.

1. Определение пользовательской нагрузки в сетях радиодоступа при передаче телевидения.
2. Расчет необходимого канального ресурса сети радиодоступа для реализации требуемой нагрузки.

Сложность поставленных задач обусловлена двумя факторами:

- ограничением полосы радиоканалов,
- случайными характеристиками радиоканала и, прежде всего, отношением сигнал/помеха на входе приемника. Допустимые скорости передачи данных зависят напрямую от этого отношения: чем ниже отношение сигнал/помеха, тем меньше скорость передачи в радиоканале.

Все системы радиодоступа 3G и 4G **адаптивны**, т.е. меняют скорость передачи данных в радиоканале в зависимости от качества канала связи. Различие между системами 3G и 4G состоит в том, что в сетях 3G время управления скоростью передачи не специфицировано, а в сетях 3G+ и 4G

управление форматом передачи осуществляют в реальном времени (задержка составляет 10 мс).