

Лекция 8.

8 ЦИФРОВОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ IP (IPTV)

8.1 Общие сведения об IP телевидении

8.1.1 Определение IPTV и его основные характеристики

Технологии IPTV являются системами доставки трафиков цифрового телевидения потребителям-подписчикам данного сервиса. IPTV опирается на протокол IP и широкополосные соединения с помощью той же инфраструктуры. Часто эта услуга предоставляется параллельно с доступом к Интернету. Следовательно, IPTV является системой, которая поставляет услуги цифрового телевидения подписчикам посредством широкополосного соединения на базе IP-протокола.

IPTV - не то же самое, что обычная широковещательная доставка телевизионных программ через Интернет, а существует вполне самостоятельно. IPTV похоже на нынешнее абонентское кабельное телевидение, с той разницей, что вещание ведется по безопасным IP-каналам. IPTV заметно отличается и от интернет-видео. Последнее предоставляет сервис для просмотра видео, на пример, изображений с Web-камер, кинороликов. Доставку такого контента производится с использованием уровня качества обслуживания, называемого best effort (наилучшее из возможного). В противоположность этому IPTV является более развитой технологией, дружественной к пользователю и кооперирующейся с технологиями высокоскоростного доступа [3].

IP-TV можно рассматривать как расширение возможностей IP (передача данных в реальном времени, в то время как изначально протоколы для этого не предназначались), и как расширение функций ТВ, а именно:

передача видео, звукового сопровождения, других связанных и синхронизированных с ними данных. При этом качество передаваемого

видео в зависимости от приложений может быть как стандартным телевизионным, так и пониженным или повышенным;

органичное добавление интерактивности.

Потоки данных мультимедиа от видеосервера или видеокодера рассылаются по компьютерной сети в реальном времени, принимаются, декодируются и воспроизводятся приемниками (клиентами), в то время как ранее необходимо было предварительно загрузить и сохранить большие видео- и звуковые файлы. В потоке видео- и звуковые данные передаются в виде пакетов.

Использование IP-сетей в качестве транспортных артерий для передачи мультимедийной информации (видео, звука, дополнительных данных) обеспечивает целый ряд преимуществ:

единый механизм распространения по телекоммуникационным сетям различной физической природы;

применение специальных технологий (QoS, Multicast), позволяющих обеспечить качественную и недорогую доставку видеoinформации;

- простота внедрения интерактивных услуг, связанных с видеовещанием;
- более эффективное использование коммуникационных IP-систем;
- интеграция всех видов приложений в единую, ориентированную на услуги (service oriented) платформу.

В современном мире объектом продажи для операторов становится не сам сетевой трафик, а услуги, обеспечиваемые этим трафиком. В то же время, распространение видео по компьютерным сетям представляет собой непростую задачу. Развитие этой технологии наталкивается на целый ряд проблем и трудностей различного характера — технического, экономического, социального.

К техническим проблемам можно отнести недостаточную развитость сети каналов передачи данных, невысокую пропускную способность большей части имеющихся каналов (даже сжатые видеоданные требуют относительно высокой пропускной способности сети), существенную

неравномерность трафика в сетях связи; необходимость повышения эффективности компрессии видео и звука, органичность интеграции с другими видами мультимедийной информации.

К экономическим и социальным проблемам относятся достаточно высокая стоимость строительства новых и совершенствования существующих каналов связи, необходимость приобретения нового оборудования как провайдерами услуг, так и абонентами, разработка нового контента для расширяющегося спектра услуг доставки мультимедийных данных, защита юридических прав и интеллектуальной собственности.

В 1998 году создана и эффективно работает ISMA (Internet Streaming Media Alliance) — международная организация производителей оборудования, контент-провайдеров и вещателей, которая занимается разработкой, принятием и внедрением открытых стандартов передачи потокового мультимедийного контента (видео, звука и дополнительных данных) по IP. Во-первых, даже сжатые видеоданные требуют относительно высокой пропускной способности сети. Во-вторых, для потокового видео требуется непрерывный перенос информации по сети для обеспечения плавности воспроизведения в реальном времени. Протоколы передачи данных не были изначально предназначены для переноса информации в режиме реального времени. Для решения этих проблем разработаны и продолжают разрабатываться специальные протоколы, методы резервирования пропускной способности канала передачи и обеспечения требуемого уровня, так называемого качества обслуживания (Quality of Service — QoS), в критерии оценки которого входят требуемая скорость передачи, максимальная величина задержки пакетов данных, неравномерность трафика и пр. (RTP, RTCP, RTSP, RSVP, MPLS, ...), а также способы экономии трафика (например, многоадресная рассылка). В-третьих, из-за сильной неравномерности трафика потокового видео приемный буфер клиента, имеющий ограниченный размер, может переполняться или

опустошаться, если не принимать меры по сглаживанию скорости передачи данных.

Уровень качества обслуживания QoS обеспечивается следующими методами:

- поддержкой заданной полосы пропускания канала связи;
- сокращением вероятности потерь пакетов данных;
- исключением или максимально возможным сокращением перегрузок сети;
- конфигурированием сетевого трафика;
- установкой количественных характеристик трафика в сети.

8.1.2 Архитектура, основные концепции, типовые сетевые структуры и службы IPTV

Архитектура IP-TV зависит от архитектуры магистральной сети и сети доступа оператора связи и обычно имеет распределенную структуру. Основные элементы решения включают: узел формирования телевизионного контента (станция приема спутниковых телеканалов, местный передающий телецентр, студия и т.д.), портал доступа к услугам IP-TV (middleware), система защиты контента от несанкционированного доступа (CAS/DRM), система управления видеосерверами.

Важнейшим компонентом IPTV при предоставлении услуг цифрового телевидения является головная станция. Это программно-аппаратный комплекс, который обеспечивает прием сигнала от радио и телевизионных станций и спутников, обеспечивает декодирование и демультиплексирование цифровых сигналов, а также MPEG-кодирование аналоговых сигналов с последующим мультиплексированием подготовленных материалов в IP-поток (рис.8.1).

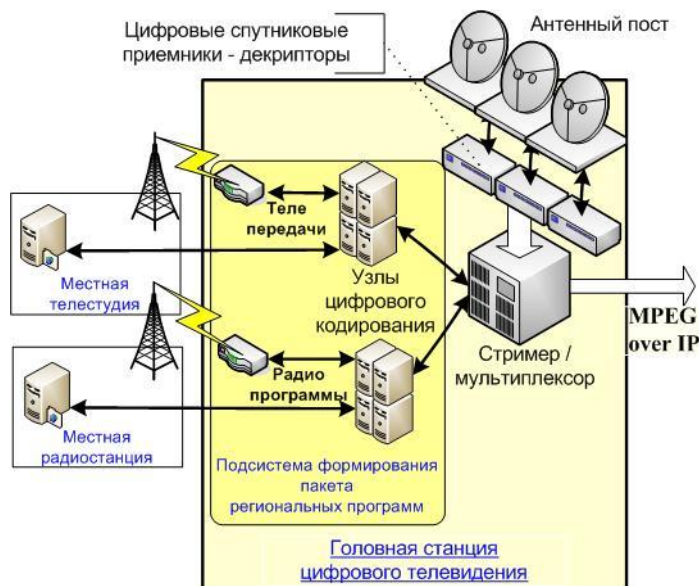


Рисунок 8.1 - Головная станция цифрового телевидения

Антенный пост – обеспечивает прием сигналов от эфирных станций и спутников. Цифровые спутниковые приемники – дескрипторы – обеспечивают декодирование цифровых сигналов, полученных с Антенного поста и передачу материалов Стримеру / мультиплексору. Узел цифрового кодирования обеспечивает MPEG-кодирование аналоговых и цифровых сигналов и передачу материалов Стримеру / мультиплексору. Стример / мультиплексор - ключевой элемент Головной станции, обеспечивает мультиплексирование материалов и IP-вещание таким образом, что каждый канал имеет свой уникальный адрес и порт IP вещания.

Современная станция IP-TV должна работать с широким диапазоном входных источников видео-контента, в том числе:

- спутниковые ТВ каналы в формате DVB-S, получаемые через DVB-ASI интерфейс приемников или «поточковых дескремблеров» в режиме однопрограммного транспортного потока (SPTS) или многопрограммного транспортного потока (MPTS);

- аналоговое и цифровое некомпьютеризованное видео, получаемое от студийного ТВ оборудования в форматах SDI, S-video, композитный видеосигнал, а также можно предположить использование в будущем цифровых интерфейсов DVI (Digital video interface) и HDMI (High-Definition Multimedia Interface);

- эфирные цифровые программы через DVB-ASI интерфейс DVB-T - приемников и с меньшей вероятностью аналоговые эфирные каналы в формате композитное видео, полученное с выхода аналоговых эфирных демодуляторов;

- видеоконтент, передаваемый через транспортные сети в форматах IPTV (MPEG over IP), Video over ATM, IP-video over ATM.

Система защиты контента от несанкционированного доступа (CAS/DRM) обеспечивает безопасность услуг и защиту видео материалов от несанкционированного просмотра и цифрового копирования (соблюдение авторских прав) (рис.8.2). Система CAS/DRM осуществляет шифрование аудио-

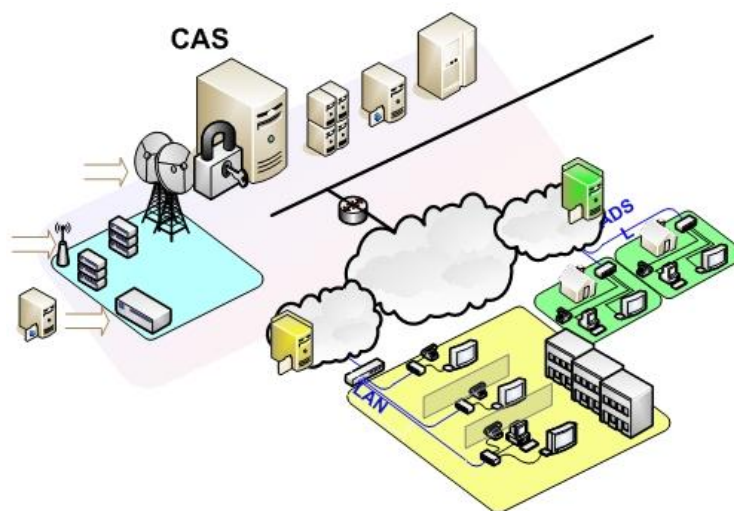


Рисунок. 8.2 - Система защиты контента от несанкционированного доступа

и видеоматериалов. При этом доступ к материалам абонентам разрешается по авторизации абонентов собственными средствами CAS/DRM или средствами других систем – middleware, биллинг. В качестве средств

авторизации используются программные ключи и самые современные и надежные алгоритмы. Дешифрация аудио- и видеоматериалов осуществляется непосредственно на стороне абонента посредством STB (ЧЧЧЧ).

Программно-аппаратный комплекс (Middleware) обеспечивает управление всеми компонентами решения IP-TV. Он обрабатывает запросы от абонентских устройств, обеспечивает взаимодействие с системами оператора связи. Система управления представляет собой web-сервер, который по запросу пользователя передаёт статичные html-страницы с неким кодом JavaScript. Соответственно, вся информация из базы данных (БД) появляется в интерфейсе так же, как это происходит при входе на обыкновенный сайт в интернете.

Middleware позволяет осуществлять: авторизацию абонента; формирование программы передач EPG; формирование интерфейса и инструментов управления решением IP-TV; взаимодействие с системами CAS/DRM, VoD, головной станцией, STB-устройствами; взаимодействие с биллинговыми системами и системами поддержки бизнеса оператора связи (OSS/BSS/CRM и т.п.).

Middleware имеет открытую архитектуру, что позволяет оперативно масштабировать компоненты решения, и расширять спектр услуг. Программируемый абонентский интерфейс дает возможность в полной мере учитывать потребности операторов связи и их абонентов (рис.8.3).

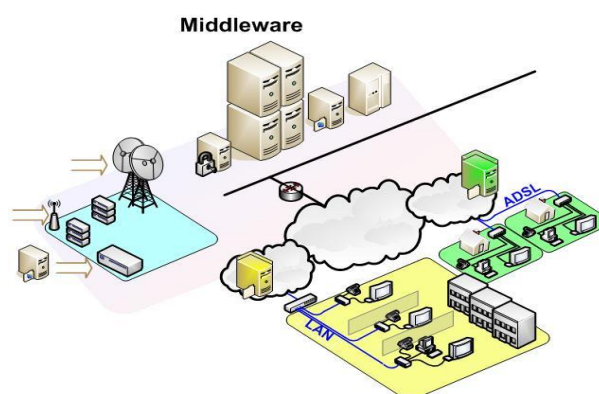


Рисунок.8.3 - Программно-аппаратный комплекс (Middleware)

При предоставлении услуг IP-TV сосредотачивать аудио- и видеоматериалы в единой точке обмена – нецелесообразно, поскольку это приводит к повышенной загрузке сети, нерациональному использованию компонентов системы и ограничению качества услуг большому количеству абонентов. Минимизацию загрузки сетевой инфраструктуры и равномерное распределение нагрузки на видеосерверы обеспечивает система распределения контента (рис.8.4).



Рисунок.8.4 – Система распределения контента

Система распределения получает от middleware запросы абонентов на доступ к контенту, определяет, на каком сервере с минимальной загрузкой и в максимальной близости к абоненту находятся требуемые данные, и разрешает абоненту получить их с выбранного сервера. Если на минимально загруженном, но максимально приближенном к абоненту сервере, требуемого контента не обнаружено, то запрос будет переадресован на другой, схожий по условиям, сервер.

Следующими важными компонентами системы являются видеосерверы. Каждый видеосервер - это дисковый массив большой емкости с

установленным программным обеспечением, то есть это набор выделенных компьютеров, которые по запросу пользователя инициируют видеопоток, отображающийся в итоге на экране телевизора абонента. Видеосерверы используются для реализации услуг NVoD, VoD, PVR (рис.8.5).



Рисунок.8.5 – Видеосерверы

Программное обеспечение реализует multicast – трансляцию видеоматериалов для услуги NVoD и unicast – трансляцию при предоставлении услуги VoD. Видеосервер позволяет осуществлять перехват и запись multicast-потоков, то есть поддерживать услугу PVR.

Абонентское устройство (STB – Set-Top-Box) является связующим звеном между системами формирования и доставки аудио- и видеоматериалов и телевизором абонента (рис.8.6). Это портативный компьютер, в который встроены специфический браузер(как правило, Fresco) и набор программ для приема и декодирования видеопотока. Управление видеопотоком происходит с помощью вызова команд из JavaScript. У устройства есть два основных разъема: RJ-45 для подключения к локальной сети и выход на телевизор. Управление интерфейсом происходит с помощью пульта дистанционного управления.

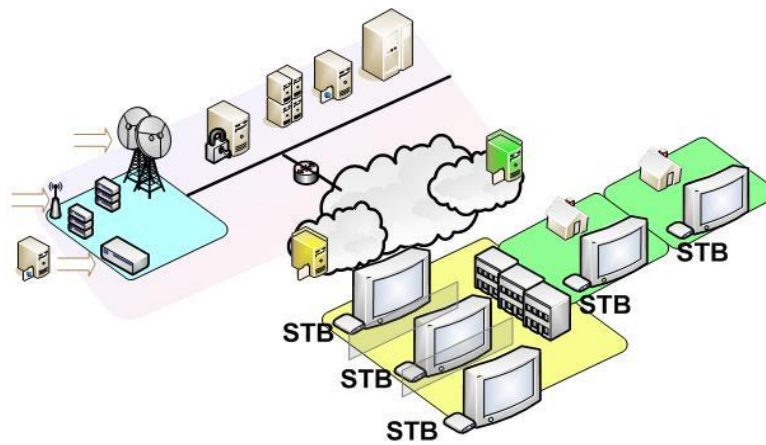


Рисунок 8.6 – Абонентские устройства (STB)

Для предоставления услуг цифрового телевидения прокладывается сеть (оптоволокну, медная пара). Если IP сеть уже существует, происходит ее адаптация к требованиям центрального оборудования, например, установка и настройка коммутаторов, поддерживающих multicast. Оператор проводит подключение по оптике с помощью управляемого медиаконвертора – свитча, который позволяет подсоединить несколько абонентских устройств каждому подписчику. Устанавливая разные VLAN на разные порты, можно внедрять разные типы услуг. Для стационарного узла, разработана высокоинтегрированная корзина, позволяющая в 2xRACK подсоединить 480 оптических линков (40xMMC100+2xVMC20). Оптика в каждую квартиру - самое правильное, надёжное и высокоскоростное решение для оператора (рис.8.6).

Самый главный процесс, выполняемый IPTV станцией, – инкапсуляция. Для передачи транспортных MPEG-потоков (MPEG Bitstream) через традиционные сети с пакетной передачей данных, головная станция IPTV объединяет множество 188-ми байтовых MPEG транспортных пакетов и формирует из них полезную нагрузку кадра PDU (protocol data unit) (рис.8.7). Заголовок (Header) и замыкающая часть кадра (Trailer) определяются используемым сетевым протоколом.

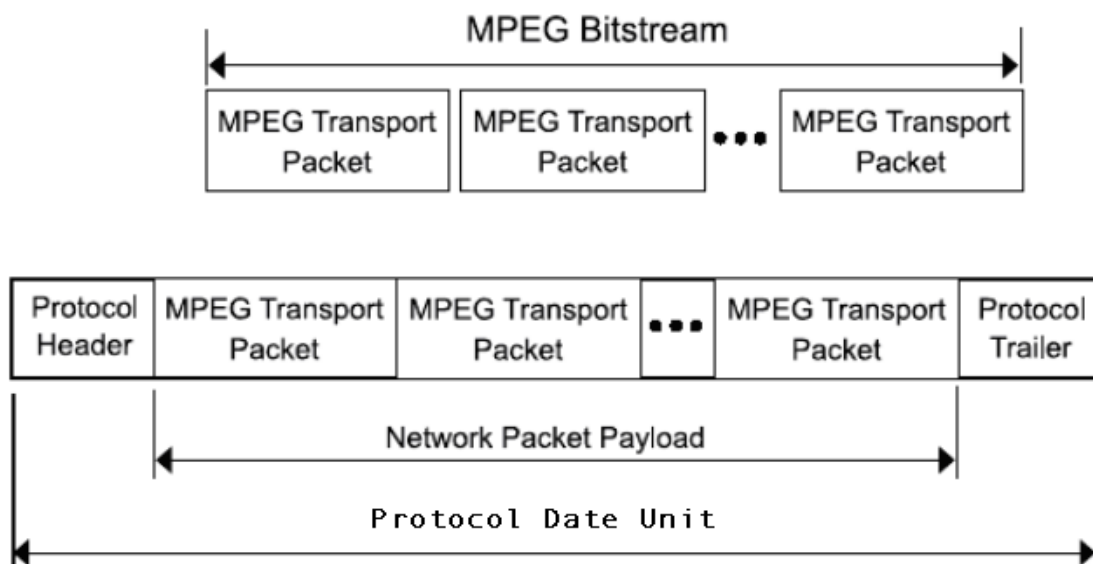


Рисунок 8.7 - Процесс инкапсуляции

8.2 Основные варианты передачи видеосигналов в IPTV

Весь широкий спектр видеоприложений можно условно разделить на следующие основные группы, различающиеся разрешением и скоростью смены кадров:

видеотелефония (кадр 160×120 пикселей, 1...5 кадров/с);

видеоконференцсвязь (кадр 320×240 пикселей, 10...15 кадров/с);

домашнее видео (кадр 352×288 пикселей, 25...30 кадров/с);

стандартное телевидение (кадр 720×576 пикселей, 25...30 кадров/с);

телевидение повышенной четкости (кадр 1280×720 пикселей, 25...60 кадров/с);

телевидение высокой четкости (кадр 1920×1080 пикселей, 25...60 кадров/с);

видеосистемы сверхвысокого разрешения и цифровое кино (кадр $1920 \times 1080 \dots 7680 \times 4320$ пикселей, 60 кадров/с).

Один из важнейших аспектов реализации IP-видеовещания — это эффективное кодирование видео и звука, обеспечивающее максимально

возможное качество воспроизведения информации при ограниченной пропускной способности каналов связи.

Голосовые и звуковые кодеки обеспечивают передачу аудиоинформации с частотой дискретизации 8...48 кГц форматов моно, стерео и других по каналу с пропускной способностью от 2 кбит/с.

Широкое применение получили голосовые узкополосные кодеки из Рекомендаций МСЭ-Т: G.711, G.722, G.723.1, G.726, G.729. Также используются в различных системах передачи мультимедийной информации другие голосовые кодеки: GSM, iLBC, AMR, Speex и т. д.

Среди звуковых кодеков следует упомянуть кодеки стандарта MPEG: MPEG-1 Layer 1, 2 (Musicam), 3 (MP3), а также многоканальный кодек Dolby AC-3, MPEG-4 AAC, кодеки Microsoft Windows Media Audio.

Одним из наиболее эффективных звуковых кодеков в настоящее время является AACPlus. Он представляет собой кодек MPEG-4 AAC (Advanced Audio Coding), дополненный технологиями SBR (Spectral Band Replication) и PS (Parametric Stereo). AACPlus поддерживает кодирование моно-, стерео- и многоканального звука (5.1, 7.1 и др.), обеспечивает стереозвук CD-качества при скорости кодированного потока от 48 кбит/с, стереозвук ЧМ-качества — при скорости от 24 кбит/с, речь с музыкой — при скорости от 8 кбит/с.

Для IPTV актуальными являются как минимум три передовых формата сжатия – открытый стандарт MPEG4 AVC (H.264), стандарт VC-1, созданный на базе видео кодек а Windows Media Video 9 от Microsoft, и стандарт AVS, разработанный в КНР по заданию Министерства информационной промышленности Китая ([см.п.р.2.3](#)).

8.3 Базовые услуги IPTV

Услуги IPTV можно разделить на базовые услуги мультимедиа и интерактивные.

К услугам мультимедиа относятся:

- цифровое вещательное телевидение и радио;
- получение контента по запросу, например, фильмов;
- услуги, обеспечивающие расширенные возможности управления и пользования услугами телевидения, радио, получения контента по запросу и т.п.

К интерактивным услугам, предоставляемым через телевизор и STB, относятся:

- доступ в Интернет, игры;
- общение посредством форумов, чатов, пейджеров, e-mail и т.п.

Кратко рассмотрим некоторые из базовых услуг IPTV.

Цифровое вещание. Трансляция спутниковых и местных телевизионных каналов с разделением на пакеты (цифровое телевидение) и поддержкой дополнительных сервисов:

- электронная программа передач (EPG);
- сетевой видеоманитон с возможностью записи абонентом любой программы на сетевой видеосервер по команде с дистанционного пульта управления, или по предварительному заказу через EPG;
- возможность кратковременной «остановки» трансляции с последующим возобновлением с места остановки вещание радио передач, принимаемых со спутников или от местных радиостанций.

Преимуществами услуги являются:

- для запуска услуги необходимо решение в минимальной конфигурации;
- вещание осуществляется в режиме Multicast, что позволяет оптимально использовать полосу пропускания канала.

Предоставление услуги цифрового телевидения должно предполагать набор платных пакетов телепрограмм, включающий эфирные и спутниковые

телепрограммы, при этом каждый набор должен быть ориентирован на определенную целевую аудиторию.

Видео по запросу VOD (Video on Demand). Получение видео/аудио контента по запросу, в рамках которого Оператор создает библиотеку контента. Преимуществом услуги является:

- предоставление абоненту выбора контента;
- возможность сбора и анализа информации о запросах с целью изучения приоритетов у абонентов.

Разновидностью услуг VOD является услуга SVOD (subscription VOD), которая подразумевает доступ к тематическому контенту, например, сериалам на основании подписки, т.е. в течении длительного времени без ограничения количества обращений.

Виртуальный кинозал NVOD (NearVOD) - многоадресное вещание медиаконтента, при этом программу вещания составляет оператор связи на основе собственной библиотеки. Данная услуга сочетает свойства услуг VOD и вещательного телевидения. Программа, составляемая оператором, может в наибольшей степени отвечать ожиданиям абонентов, а вещание осуществляется в режиме рассылки multicast. Оплата за услуги может взиматься как в виде абонентской платы за длительный период пользования, например, месяц доступа, так и за обращение к услуге, например, за просмотр двух выбранных фильмов. Данный подход удобен для оплаты как постоянным пользователям услуги, так и тем абонентам, которые хотят воспользоваться разовой услугой и оценить ее с целью использования в будущем.

Сетевой видеоманитофон nPVR (network Personal Video Recorder) позволяет абонентам через EPG (электронную программу передач) заказывать запись любой передачи любого разрешенного канала. В дальнейшем абонент может в разделе «Мои записи» обращаться к записанным передачам и вызывать их на экран телевизора для просмотра. Следует отметить, что запись передачи осуществляется с использованием

сетевых ресурсов оператора связи, поэтому абоненту, желающему получить данную услугу, не требуется никаких дополнительных технических средств, ему достаточно лишь активизировать услугу.

Персональный видеоманитон PVR (Personal Video Recorder) – реализация записи по нажатию абонентом кнопки «record» на пульте дистанционного управления. В результате осуществляется запись не конкретной передачи, а всего контента на интервала между нажатиями кнопок «record» и «stop».

Телевидение по запросу TVOD (TV On Demand) объединяет определенную категорию сервисов, позволяющих сделать услугу IPTV более удобной и персонализированной для абонента.

Пауза прямого эфира PLTV (Pause Live TV) –. Данный сервис позволяет абоненту в любое время прямой трансляции нажать кнопку «pause» на пульте дистанционного управления и остановить трансляцию. Трансляция может быть продолжена по нажатию кнопку «play» с места остановки.

Перезапуск программы Start Over (program restart). Данный сервис позволяет, нажав всего лишь единственную клавишу, начать текущую программу с начала.

Телевидение со сдвигом во времени TSTV (Time shifted TV). Это наиболее широкая реализация всех «PVR-based» сервисов. TSTV позволяет в любой момент нажать во время прямой трансляции кнопку «rewind» и «перемотать» телеканал на любое время назад (10 минут, час и т.д.).

Таким образом, реализуется концепция IPTV - просмотр «чего угодно и когда угодно».

Услуги повышают привлекательность основных услуг и оплата за услуги должна включаться в стоимость основных услуг. При этом оператор связи может предлагать абонентам два пакета услуг: недорогой пакет услуг без услуг TVOD и дорогой пакет услуг с включенными в него услугами TVOD.

Игры. Однопользовательские и многопользовательские простые игры, например, тетрис, арканойд. В данном случае оппонентом для абонента является сервер. Для игры абонент использует пульт дистанционного управления.

Многопользовательские игры на базе игровых платформ, например, Counter Strike, Quake. В данном случае абоненты играют друг с другом, и взаимодействие абонентов осуществляется через игровой сервер. Для игры абонент может использовать клавиатуру или джойстик, подключаемые к STB-устройству.

Игры являются эффективным инструментом привлечения пользователей возрастной категории от 10 до 20 лет и плата за доступ к игровым ресурсам для данной целевой аудитории должна быть минимальной.

Программа телевизионных передач EPG/IPG (Electronic Program Guide / Interactive Program Guide). Услуга по предоставлению программы телевизионных передач заключается в обеспечении абоненту возможности просматривать программу передач телевизионных каналов, предлагаемых в рамках услуги телевизионного вещания на базе сети с коммутацией пакетов, осуществлять поиск телепередач в соответствии с заранее установленными критериями, составлять перечень передач для просмотра.

LBTV (Linear Broadcast TV) - телевизионное вещание. Услуга телевизионного вещания на базе сети с коммутацией пакетов заключается в обеспечении абоненту возможности просмотра телевизионных передач, распространяемых по сети с коммутацией пакетов, с использованием телевизионной абонентской приставки (IP-STB). Предусмотрена классификация телевизионных каналов по тематике и ограничениям по возрасту для их просмотра.

FM-радиовещание (Linear Broadcast Audio). Услуга FM-радиовещания заключается в обеспечении абоненту возможности доступа к радиоконтенту, распространяемому по сети с коммутацией пакетов в реальном масштабе

времени. Это решение позволяет абонентам с помощью телевизионной абонентской приставки (IP-STB) получить доступ к качественному контенту радиопрограмм

Просмотр передачи по расписанию PPV (Pay Per View). Услуга просмотра телевизионной передачи (кинофильма) по расписанию заключается в обеспечении абоненту возможности заказа и просмотра телепередачи (кинофильма) транслируемой на закрытом канале в установленное оператором связи время. Перед заказом абонент должен иметь возможность просмотра трейлера к телепередаче (кинофильму) или прочтения аннотации. Пример коммерческого названия: "Домашний кинотеатр", "Виртуальный кинозал".

Навигация по контенту ECG (Electronic Content Guide). Услуга навигации по контенту заключается в обеспечении абоненту возможности просматривать различные виды контента (данные, аудио, видео), предлагаемого оператором связи. Услуга также позволяет абонентам осуществлять поиск интересующего контента в соответствии с установленными критериями.

Музыка по требованию MoD (Music on Demand). Услуга заключается в обеспечении абоненту возможности заказа музыкального контента, имеющегося у оператора связи, и его прослушивания в индивидуальном порядке в любое время с возможностью управления воспроизведением с использованием телевизионной абонентской приставки (IP-STB).

Контент абонента (Consumer originated content). Услуга заключается в обеспечении абоненту возможности загружать на сервер оператора собственные фотографии, музыку или видеофильмы для дальнейшего просмотра (прослушивания) с использованием телевизионной абонентской приставки (IP-STB). В рамках данной услуги абонент может сделать собственный контент доступным другим абонентам оператора.

Загрузка контента на приставку (Content download service). Услуга загрузки контента с использованием телевизионной абонентской приставки STB заключается в обеспечении абоненту возможности загрузки файлов (видео, аудио, игры, караоке) и сохранения их на телевизионной абонентской приставке.

Навигация в сети Интернет (World Wide Web). Услуга заключается в обеспечении абоненту возможности просматривать Web-страницы на экране телевизора, а также отправлять и получать электронную почту. Предусматривается возможность формирования черного списка ресурсов Интернета, доступ к которым возможен только по отдельному паролю (например, для обеспечения родительского контроля).

Общение (T-communication). Услуга заключается в обеспечении абоненту возможности отправлять/получать электронную почту, обмениваться мгновенными сообщениями с другими абонентами, общаться в чатах и блогах оператора связи. Предусматривается возможность формирования черного списка чатов и блогов, доступ к которым возможен только по отдельному паролю (например, для обеспечения родительского контроля).

Телеголосование (TV Voting). Абонентом услуги "Телеголосование" является организация, желающая провести массовые опросы, голосования, конкурсы, телемарафоны, анализ общественного мнения и другие интерактивные мероприятия на телевидении. Пользователи услуги получают возможность участвовать в данных телевизионных опросах с помощью пульта управления телевизионной приставки (IP-STB).

Отображение номера телефона (T-communication CLIP ID). Услуга заключается в обеспечении абоненту возможности просмотра на экране телевизора сообщения о поступившем вызове на домашний телефон и номере телефона звонящего. Абоненту предоставляется возможность сбросить вызов, переадресовать его на телевизор и разговаривать с помощью микрофона, подключенного к телевизионной абонентской приставке,

принять вызов на стационарном телефоне, переадресовать вызов на мобильный телефон или ящик голосовой почты.

Отправка сообщений SMS (T-communication SMS). Услуга отправки сообщений SMS обеспечивает абоненту возможность набора короткого сообщения SMS и его передачи на указанный номер посредством пульта управления телевизионной абонентской приставки STB.

SIP-телефония VoIP. Услуга телефонной связи на базе технологии с коммутацией пакетов заключается в обеспечении абоненту возможности устанавливать местные, внутризоновые, междугородные и международные телефонные соединения с помощью абонентской приставки STB, на которой установлено специальное ПО – SIP-телефон.

Видеоконференцсвязь Video Conference (Video Phone). Услуга позволяет двум и более абонентам объединиться в одну телефонную конференцию.

Домашнее видеонаблюдение. Услуга заключается в предоставлении абоненту возможности просмотра через Интернет транслируемого изображения с установленных им видеокамер (в квартире, офисе и др.)

8.4 Основные параметры качества IPTV и требования к ним

Полоса пропускания сети доступа. Количество видеоданных, которое может быть отправлено, ограничивается только полосой пропускания, которая установлена для сети доступа. Ее уменьшение по сравнению с требуемой приведет к потере видеопакетов, что повлечет за собой ухудшение качества изображения.

Потеря пакетов. Потеря IP пакета может проявиться как в виде малозаметной точки в видеоряде, так и в виде более заметных искажений изображения, когда оно пикселизируется или вообще пропадает. Если потерянные пакеты относились к воссозданию I-кадров, то могут наблюдаться кратковременные потери видеосигнала. Если же потерянные

пакеты относятся к В- или Р- кадрам, тогда последствия не столь значительны, но качество изображения также может пострадать.

Задержка пакетов. В сети с коммутацией пакетов распространенным случаем является то, что маршрут прохождения пакетов не всегда одинаков и пакеты могут прибывать в различное время и не в правильном порядке. Протокол RTP разрешает такое прибытие пакетов. Пакет может быть обработан и помещен в нужное место для декодирования, т.к. каждый пакет имеет свой порядковый номер и единственным условием является отсутствие чрезмерной задержки, которая может привести к превышению возможностей приемного буфера декодера. Однако если задержка превышает размер буфера, пакет отбрасывается и считается утерянным.

Джиттер времени прибытия пакетов является оценочным значением статистического отклонения времени между прибытием пакетов данных RTP, которое может быть измерено по временному шаблону RTP. Джиттер влияет на видеопотоки MPEG-2 или H.264, приводя к ухудшению качества видеоизображения. Транспортный поток, переносящий опорную частоту, может быть также подвержен влиянию джиттера. Это влияние немедленно скажется на процессе декодирования, которое выполняется ТВ приставкой абонента (STB).

Все пакеты UDP приходят к получателю один за другим через некоторый интервал времени, (IAT – Inter-Arrival Time, интервал времени между прибытиями пакетов). Этот промежуток времени в идеальном случае должен быть постоянным. Но в реальности из-за джиттера он постоянно изменяется как в положительную, так и в отрицательную сторону, и может достигать недопустимых значений.

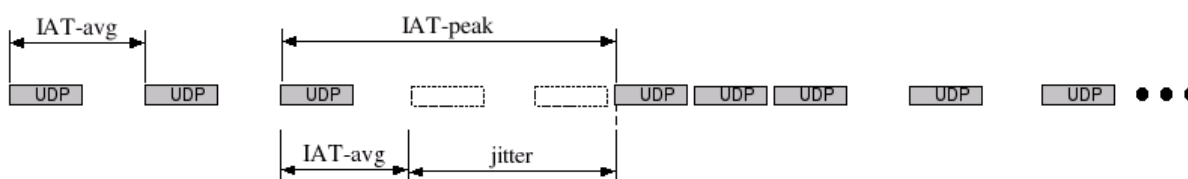


Рисунок 8.8 – Джиттер пакетов UDP

Согласно стандарту ETSI TS 102 034, расхождение между максимальными отклонениями в положительную и отрицательную сторону не должно превышать 40 мс. В противном случае, возможно переполнение или опустошение буфера абонентской приставки (STB – Set Top Boxes) и, как следствие, к заметным дефектам изображения [6].

Фактор задержки (DF– Delay Factor) представляет собой максимальную разницу, получаемую на каждом пакете в медиапотоке между прибытием медиаданных и их истечением (потреблением). Подразумевается, что истечение данных производится с номинальной постоянной скоростью трафика для потоков с постоянной скоростью или с расчетной скоростью для выдаваемого по частям трафика для потоков, имеющих переменную скорость. DF представляет собой максимальное зафиксированное значение несбалансированности скорости потока для расчетного интервала.

DF позволяет определиться с минимальным размером буфера, который требуется следующему узлу на маршруте. DF, имеющий большие значения, указывают на то, что для доставки данных требуется больше задержки из-за того, что необходимо предварительно заполнить принимающий буфер, до того как начать брать из него данные и не вызвать полного опустошения буфера[6].

Время смены (переключения) канала (Instant Channel Change) — это интервал между нажатием клавиши пульта управления и появлением на экране изображения желаемого канала. Согласно докладу ITU-T [TNO "Perceived Quality of Channel Zapping", Contribution 24 ITU-T Q9/SG12 February 2006], «для достижения средней оценки качества (Mean Opinion Score, MOS) не менее 3,5, которая определяет нижнюю допустимую границу качества видео, значение времени переключения канала не должно превышать 0,43 сек».

К сожалению, из-за особенностей кодирования видеоданных, среднее время смены канала превышает 1 сек. Значение Instant Channel Change 0,4 сек и менее может быть достигнуто при использовании комбинации одноадресных

потоков с выделенного сервера целевого вещания и поддержки второй версии протокола IGMP на узле доступа.

Отсутствие пикселизации. Пиксел представляет собой элемент двухмерного цифрового изображения прямоугольной или квадратной формы. Появление таких пикселов на телевизионной картинке называется пикселизацией и обусловлено потерей пакетов. Например, пропуск одной точки может проявляться в виде пикселизации нескольких кадров. Качество будет отличным, если коэффициент потери пакетов не превышает 10^{-6} за час.

Задержки речи. Речь чувствительна к задержке. Малая вариация и время задержки — необходимые условия высококачественного интерактивного разговора. Уровень качества операторского класса будет достигнут при времени задержки менее 150 мс. Существующие оконечные ЦАП VoIP содержат механизм, который маскирует задержки до 30 мс.

Доступ в Internet. Доступ в Internet сам по себе нечувствителен к временным параметрам сети доступа. Однако загрузка файлов большого размера может существенно сократить пропускную способность одновременно работающих каналов VoIP и IPTV, что недопустимо. Поэтому между домашним шлюзом и DSLAM должен применяться механизм качества QoS Policy.

Управление доступом. Провайдеры услуг Internet обязаны гарантировать, что только авторизованные пользователи получают доступ к сетевым услугам. Когда услуга Triple Play появилась на рынке, стандартов аутентификации пользователя еще не было. Поэтому некоторые первопроходцы Triple Play для управления процессом аутентификации между административным сервером и домашним шлюзом или STB применяли собственное промежуточное ПО. В зависимости от функциональности, оно отвечало за проверку MAC-адреса домашнего шлюза или обеспечивало сложный процесс аутентификации между административным сервером и домашним шлюзом.

Требования к пропускной способности. При использовании Moving Pictures Expert Group-2 (MPEG-2) для стандартного телевидения (Standard Definition TV, SDTV) необходимы скорость передачи 3-5 Мбит/с и коэффициент потери IP пакетов не более 10^{-5} ; для телевидения высокой четкости (High Definition Television, HDTV) требуется 15-18 Мбит/с при допустимом коэффициенте потери пакетов 10^{-6} .

Требования к BER и потере пакетов. BER и коэффициент потери пакетов связаны между собой, но являются разными понятиями. Типовой пакет IP содержит семь пакетов MPEG-2 по 188 байтов каждый. Потеря одного пакета IP означает потерю 10000 бит. Поэтому коэффициенту потери пакетов 10^{-6} соответствует BER 10^{-10} . Достижение столь малых значений BER (по сравнению с быстрым доступом к Internet, требующим 10^{-7} при запасе по шуму 6 дБ) возможно лишь в случае перехода к FTТх с применением VDSL2, модернизации абонентской телефонной сети и обязательного удаления параллельных отводов.

Защита видео от ошибок. Видео особенно чувствительно к потере пакетов. Задержка и ее вариация не влияют на качество изображения до тех пор, пока находятся в допустимых пределах. Требования к потере пакетов определены в виде двух параметров — Loss Period и Loss Distance. Первый равен общему времени потери пакетов, а второй — времени между двумя событиями потери пакетов. Согласно документу WT-126 DSL Forum, значение Loss Distance должно составлять не более одного случая потери пакетов в течение 30 с для контента SDTV и в течение четырех часов для контента HDTV при величине Loss Period не более 16 мс.

Программный метод борьбы с потерей пакетов. Для этой цели широко используется метод предварительной коррекции ошибок FEC на физическом уровне. Он еще более эффективен на уровне приложений — Application Layer Forward Error Correction (AL-FEC)

8.5 Использование сети WiMAX как перспективной среды передачи IPTV

Ассоциация по Международному взаимодействию для Способствования Микроволновому Доступу (WiMAX) предлагает решение для беспроводных сетей, которое в частности способно поддерживать услуги IPTV. Достоинства сетей WiMAX состоят в способности передавать данные с большими скоростями и на значительные расстояния, а также в способности работать в условиях «отсутствия прямой видимости» (NLOS) как в лицензируемых, так и не требующих лицензирования полосах частот. Ширина полосы радиоканала поддается регулированию и масштабируется. Другие положительные качества – это достижение полной конфиденциальности передаваемой информации и мобильность, проявляющаяся в способности работать при скоростях взаимного перемещения базовой станции и станции подписчика, свойственных подавляющему большинству средств передвижения. Затраты на установку систем WiMAX составляют малую долю от затрат на монтаж проводных сетей.

Если воспользоваться всеми этими преимуществами в полной мере, то построенная на основе WiMAX сеть IPTV может стать высокорентабельной при сохранении высокого качества передачи данных видео и аудио. Передача телевидения по сетям Интернет (IPTV) стала популярной, поскольку она предоставляет пользователям возможность получения необходимого контента тогда, когда это им нужно. Следующим шагом будет обеспечение возможности предоставления этого контента в любом месте, где могут находиться пользователи. Традиционные проводные сети доступа способны доставить контент только к неподвижным пунктам. Для доставки контента мобильным пользователям требуются новые технологии.

Технология WiMAX, основанная на стандартах IEEE802.16-2004 и IEEE802.16e-2005, предназначена для стационарного и мобильного

беспроводного доступа в базовых сетях передачи данных (MAN). Она может обеспечить скорости передачи данных до 70Мбит/с, зону покрытия радиусом более 30 км, а также обеспечить надежную доставку контента мобильным пользователям, перемещающимся на каких-либо средствах передвижения. Метод управления доступом к среде WiMAX (MAC) поддерживает услуги реального времени (rtPS), которые гарантируют предоставление необходимой полосы пропускания и минимальное время ожидания для услуг видео посредством программы обеспечения качества обслуживания (QoS). В сетях WiMAX используется метод ортогонального частотного мультиплексирования (OFDM) и множественный доступ на основе ортогонального разделения по частоте (OFDMA) на физическом уровне (PHY), которые помогают противодействовать замираниям, вызванным многолучевым режимом распространения. Кроме того, с целью улучшения качества обслуживания в них используются адаптивные схемы модуляции и методы прямого исправления ошибок (FEC). В последнее время WiMAX PHY также поддерживает кадры переменных размеров и масштабируемую полосу пропускания, поэтому WiMAX – это оптимальный выбор для применений IPTV.

WiMAX рассматривается как целостная IP сеть доступа и предполагает прозрачность для сетей, основывающихся на пакетном режиме. Кроме того, оборудование радиоканала WiMAX разработано таким образом, чтобы не добавлять каких-либо ухудшений в процессе доставки контента. Следовательно, базовые станции WiMAX (BS), станции подписчиков и мобильные станции (SS/MS) идеально подходят для доставки всех базируемых на IP услуг (triple play), а именно: VoIP, IPTV, интернет-мультимедиа по беспроводным MAN. Благодаря этому WiMAX превосходит параметры кабельных сетей, использующих обычный кабель, DSL, и спутниковых линий связи.

Основные трудности при реализации услуг IPTV по технологии WiMAX возникают на уровне MAC, PHY уровне, а также проблем,

возникающих при реализации радиочастотного трансивера. Несмотря на эти проблемы, передача IPTV по WiMAX реализуема, а WiMAX представляет собой жизнеспособную с точки зрения услуг IPTV альтернативу кабелю и DSL.

Контрольные вопросы

1. Дать определение и перечислить основные характеристики IPTV
2. Как обеспечивается уровень качества обслуживания QoS в технологиях IPTV?
3. Описать архитектуру, основные концепции, типовые сетевые структуры и службы IPTV
4. Пояснить схему головной станции цифрового телевидения
5. Назначение программно-аппаратного комплекса (Middleware)
6. Как реализуется система распределения контента?
7. Назначение абонентского устройства в технологиях IPTV
8. Дать характеристику спектру видеоприложений IPTV
9. Пояснить классификатор услуг IPTV

Литература к материалу лекции 8

1. Етрухин Н.Н. Первые рекомендации МСЭ-Т о сетях следующего поколения// ИнформКурьерСвязь. - 2005. - № 6.
2. Мардер Н.С. Некоторые "подводные камни" регулирования сетей NGN// Вестник связи. - 2005. - № 10.
3. Меккель А.М. Перспективы развития магистральных транспортных сетей// ИнформКурьерСвязь. - 2005. - № 6.
4. Modarresi A.R., Monan S. Control and management in Next-Generation Networks. IEEE Communications magazine. - October, 2000.
5. Соколов Н.А. Технологии коммутации в сетях следующего поколения. - Инфоком, 2004. - № 3.
6. Фаерберг О.И., Шварцман В.О. Качество услуг связи. - М., 2005.
7. Шварцман В.О. Выбор технологии передачи и коммутации в мультисервисных сетях на основе оптических кабелей// Электросвязь. - 2007. - № 3.