

## **Введение**

Как известно, услуги IPTV (Internet Protocol Television) реализуются на базе технологии TCP/IP, которая выбрана в качестве базовой технологии для организации мультисервисных сетей, являющихся основой для построения сетей связи следующего поколения NGN (Next generation Network). Концепция NGN предоставляет оператору большие возможности по организации практически неограниченного количества услуг. Но в тоже время ставит новые задачи с точки зрения создания и внедрения новых методов для оценки качества. Особый интерес вызывает проблема оценки качества чрезвычайно привлекательных для пользователей услуг IPTV. Контроль трафика IPTV, как и всего трафика вида приложений, показывает, что трафик IPTV имеет тенденцию к экспоненциальному росту и начинает конкурировать с трафиком от традиционных приложений в сетях IP в борьбе за сетевые ресурсы. Борьба за ресурсы, безусловно, будет влиять на показатели качества обслуживания для всех видов трафика, в том числе, и на качество доставки самого трафика IPTV. Таким образом, возникает проблема оценки качества доставки видео через сеть IP.

## **1 Структура построения IPTV**

IPTV (Internet Protocol Television) - цифровое интерактивное телевидение в сетях передачи данных по протоколу IP. Не следует путать IPTV с Internet-TV. IPTV не означает телевидение, вещающее в Интернете. IPTV - это закрытая или полузакрытая сеть, полностью принадлежащая оператору связи, со своей топологией и инфраструктурой. Таким образом IPTV это всего лишь один из способов доставки видео до пользователя на основе IP-сети.

Разработка сетевого и терминального оборудования IPTV определена в утвержденной рекомендации ITU-T Y.1910 [1] ("Функциональная архитектура IPTV"). Данная рекомендация позволит поставщикам услуг предлагать весь спектр услуг IPTV на базе сетей NGN.

### **1.1 Услуги IPTV**

Интерактивное телевидение IPTV является наиболее сложным и интересным из всех новых видов вещания. Оно предоставляет телезрителю самые невероятные возможности активного участия в телепередачах — от ответов на вопросы в режиме онлайн до участия в шоу с помощью своего виртуального образа. Характерной особенностью цифрового IPTV является, наряду с предоставлением абоненту интерактивного видеоконтента, высокое качество изображения (т. е. телевидение высокой четкости - HDTV) и дополнительные услуги для зрителя, позволяющие ему через обратный канал связи активно взаимодействовать с системой IPTV и оказывать влияние на то, что происходит

на экране. Функции интерактивности реализуются с помощью пульта дистанционного управления или интерактивной клавиатуры через клиентский терминал STB.

Особенность интерактивного телевидения состоит в возможности его персонализации: из всего обширного спектра телепрограмм и телеуслуг пользователь может сформировать собственный пакет в соответствии со своими предпочтениями.

В систему IPTV могут входить как обычные каналы, так и каналы расширенного телевидения с интерактивным контентом и различные вариации услуг «видео по запросу» VOD (Video-on-Demand). VOD предоставляет возможность просмотра заказанных программ в определенное время, позволяет заказать фильмы с пульта управления и включает основные функции видеомагнитофона: пуск, паузу и перемотку.

Известные услуги IPTV можно разделить на 3 большие группы: 1. Телевизионные сервисы и PVR сервисы; 2. Услуги VoD; 3. Интерактивные сервисы.

К первой группе относятся такие услуги как: BTV, EPG, SO, NPVR, PLTV, Instant PVR, TSTV. Они включают в себя как классическую услуги вещания телевизионных каналов, так и реализуемые только в IPTV услуги записи и повторного просмотра понравившейся телепередачи. Рассмотрим данные услуги подробнее.

BTV - Broadcast Television – вещание телевизионных каналов по IP сети. Как правило, способом оплаты является абонентская плата за пакет телеканалов или в более широкой версии за канал. Пользователь имеет возможность переподписки на пакеты каналов.

EPG – Electronic Program Guide – электронная программа передач. Предоставляется без оплаты, т.к. является основным инструментом информирования пользователя о будущих программах и для использования PVR сервисов.

NPVR – Network Personal Video Recorder – сетевой видеомагнитофон – заказ «записи» будущих программ через EPG. Заказ каждой программы оплачивается отдельно. Пользователь может просматривать «записанную» программу в течение определенного времени (н-р, 24 или 72 часа) неограниченное количество раз.

SO – Start Over – перезапуск программ – возможность просмотра текущей телепередачи сначала. Отсутствие возможности прокрутки.

PLTV – Pause Live TV - пауза прямого эфира. Абонент в любое время прямой трансляции может нажать кнопку “pause” на ПДУ. После паузы, нажав кнопку “play”, можно продолжить просмотр с места остановки.

Instant PVR – реализация записи не через заказ по EPG, а по нажатию абонентом кнопки “record” на ПДУ в режиме полноэкранного просмотра. В результате осуществляется запись временного интервала между нажатиями кнопок “record” и “stop”.

TSTV – Time-shift TV – телевидение со сдвигом во времени. Это наиболее широкая реализация всех “PVR-based” сервисов. TSTV позволяет в любой момент

времени нажать на «прямой трансляции» кнопку “rewind” и перемотать телеканал на любое время назад (10 минут, час, день, и т.д.).

К услугам «Видео по требованию» можно отнести: VOD, SVOD, NVOD.

Базовой услугой является VOD – Video on Demand – Видео по запросу. Пользователь может выбрать любой фильм, имеющийся в видеотеке и купить его на определенный период времени. Возможна вариация цены в зависимости от срока аренды (н-р, 6/12/24 часа), также на стоимость фильма влияет категория, в которой он находится. Например, новинки стоят дороже, чем фильма из раздела «классика». Пользователь перед покупкой может бесплатно просмотреть трейлер к понравившемуся фильму.

SVOD – Subscription Video on Demand – видео по запросу по подписке. Позволяет оплатить абоненту неограниченный доступ к определенной категории VOD контента. При покупке фильма из этой категории будут обходиться дешевле. Форма оплаты также как и для VOD осуществляется за заказ с вариацией цены в зависимости от срока аренды (н-р, 6/12/24 часа). Бесплатный просмотр трейлеров.

NVOD – Near Video on Demand – виртуальный кинозал, трансляция видеоконтента по расписанию в широкоэмитательном режиме (multicast). Эта услуга больше интересна оператору, нежели пользователю, т.к. позволяет экономить ресурс сети, за счет использования режима multicast. Как и в двух предыдущих случаях оплата происходит за заказ. Стоимость назначается в зависимости от категории фильма и периода аренды. Возможен бесплатный просмотр трейлеров.

К третьей группе услуг относятся те сервисы, которые интегрируются извне и могут являться частной разработкой оператора связи, например, игры на базе технологии Java (морской бой, крестики-нолики), интеграция с сервисом IP-телефонии, работа с электронной почтой на экране ТВ, интеграция с интернет-пейджером ICQ, информационно-справочные и коммерческие сервисы: погода, курс валют, новости. Таким образом, используя IPTV пользователи могут заключать виртуальные пари, посещать телемагазины, голосовать на местных референдумах, участвовать в форумах и чатах, отправлять SMS-сообщения, хранить персональную информацию в электронных адресных книгах и календарях, создавать семейные фотоальбомы и т. п.

Важнейшую роль в системах IPTV играет свойство интерактивности, которое позволяет зрителю при просмотре телевизионных программ запрашивать с помощью пульта управления через STB и получать на экране дополнительные сведения: информацию о программе, ее авторах и участниках, анонсы будущих передач, материалы по той же теме, не вошедшие в основную телепрограмму. Пользователь имеет доступ к архиву прошлых выпусков программы и т. п.

## **1.2 Архитектура IPTV**

На сегодняшний день на рынке телекоммуникаций ведущими компаниями производителями и разработчиками оборудования и ПО представлен ряд решений

IPTV, отвечающий всем заявленным требованиям со стороны операторов связи. Несмотря на многообразие предлагаемых решений можно однозначно выделить ряд компонентов, составляющих типовой комплекс IPTV.

Основными компонентами комплекса IPTV являются:

- Головная станция (HeadEnd) и узел кодирования;
- Подсистема Видео по требованию (Video on Demand);
- Сервисная платформа (Middleware);
- Абонентское оборудование (SetTopBox);
- Подсистема условного доступа (Conditional Assess System).

**Сеть передачи** можно построить разными способами, базовые требования можно сформулировать следующим образом:

- достаточная полоса пропускания — это от 4 Mbps для MPEG2 и от 2,5 Mbps для MPEG4. Для получения приемлемого качества изображения на среднестатистическом телевизоре.
- поддержка Multicast во всей сети, обязательное условие для реализации услуг IPTV.
- сквозная поддержка механизмов QoS. Для расчета ресурсов полосы пропускания. Если используется достаточная полоса пропускания, услуга работает, но необходимо учитывать приоритетный трафик.

#### **Головная станция и узел кодирования**

Для удобства головная станция и узел кодирования территориально находятся на одной площадке и осуществляют прием, преобразование сигналов от различных источников и формирование потоков IP-multicast / IP-unicast. Оборудование захвата контента в реальном времени получает аудиовизуальные потоки от различных источников при помощи спутниковых антенн, частотных и т.д. При необходимости шифрует, декодирует, оцифровывает и направляет их в оборудование упаковки в пакеты IP - IP Streamer.

Компоненты Головной станции:

- Антенный пост – обеспечивает прием сигналов от эфирных станций и спутников;
- Цифровые спутниковые приемники – дескрипторы – обеспечивают раскодирование цифровых сигналов, полученных с Антенного поста и передачу материалов Стримеру / мультиплексу;
- Узел цифрового кодирования – обеспечивает MPEG-кодирование аналоговых и цифровых сигналов и передачу материалов Стримеру / мультиплексу;
- 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.

На Рис. 1 представлена схема узла кодирования телевизионных каналов, который находится рядом с антенным постом. Для качественного приема сигнала во всем частотном диапазоне 47-826 МГц в точке приема устанавливается несколько эфирных антенн (каждая для своего диапазона). Далее сигналы с этих

антенн суммируются, и затем групповой аналоговый сигнал через систему активных сплиттеров поступает на входы профессиональных эфирных приемников. С выходов приемников аналоговый видеосигнал в формате цветного кодирования SECAM подается на транскодер для преобразования его в SDI. Таким образом, на кодеры сжатия подается сигнал в формате SDI и аналоговые аудио сигналы (отдельно каналы левый и правый). Кодеры служат для компрессии сигналов по стандарту MPEG-2 и MPEG-4. С выхода каждого кодера транспортные видео потоки поступают на коммутаторы, целью которых является суммирование трафика от кодеров и перенаправление его в сеть оператора. На данном рисунке представлена конкретная техническая реализация узла кодирования.

В зависимости от требований оператора и возможностей сети сигнал может сразу приниматься в цифровом виде или, например, в формате PAL, а не SECAM.

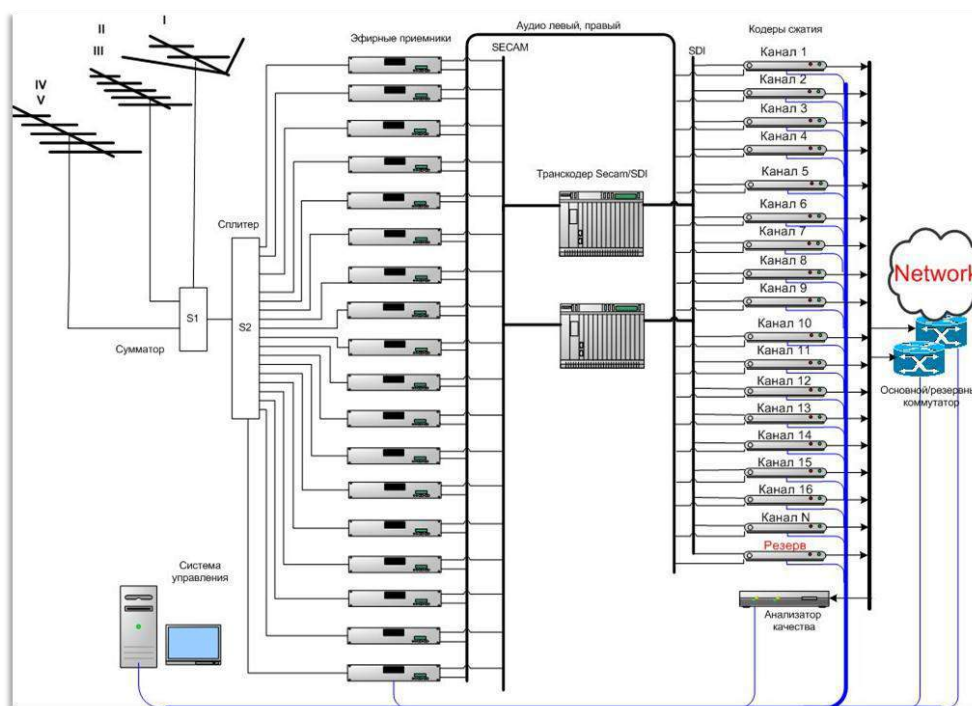


Рисунок 1 - Узел кодирования телевизионных каналов

### Подсистема Видео по требованию

В задачу подсистемы VOD входит запись и проигрывание по запросу пользователя видеоматериалов.

Основными компонентами системы VoD являются:

- Центральный узел – аппаратно-программный комплекс, расположенный, как правило, в «центре» сети в непосредственной логической близости к системе условного доступа и головной станции.
- Система управления контентом – программное обеспечение, управляющее видеосерверами и распределением контента.
- Видеосервер – аппаратно-программный комплекс, устанавливаемый для обслуживания групп пользователей в определенной территории, например, в пределах одного узла агрегации.

Зашифрованный системой предварительного кодирования VoD контент и метаданные поступают на узел и хранятся в системе хранения.

Метаданные — одна из существенных составляющих цифрового телевидения. В системах IPTV по требованию абонента ему может быть предоставлено развернутое описание программы или фильма, трейлер, постер причем в любой момент, в том числе и задолго до ее "выхода в эфир".

С помощью системы управления контентом осуществляется распределение контента на видеосерверы в соответствии с заданными правилами. При поступлении пользовательского запроса на вещание контента, после процедур аутентификации CAS, middleware получает от системы управления контентом ссылку на ближайшие свободные видеосерверы, имеющие в своей базе необходимый пользователю контент. Таким образом, в ядре сети минимизируется unicast трафик, т.к. большая часть вещания «видео-по-запросу» осуществляется с ближайшего к пользователю локального видеосервера. В ядре сети циркулирует служебный трафик и трафик распределения видеоконтента между центральным узлом и видеосерверами, который пренебрежимо мал и не предъявляет существенных требований к сети.

Планирование системы VoD связано с архитектурой и загрузкой сети. Центральный узел служит, в основном, для получения контента и распределения его по периферийным серверам, а также обработки запросов пользователей в случае недостаточности функционала периферийных видеосерверов. На первом этапе развития услуг «Видео-по-запросу» возможно использовать центральный узел для предоставления услуг пользователям. В дальнейшем, при росте абонентской базы, необходимо устанавливать видеосерверы на узлах агрегации.

На рис. 2 представлена система видеосерверов VoD. С помощью системы управления контентом (CMS) осуществляется распределение контента на видеосерверы в соответствии с заданными правилами. При поступлении пользовательского запроса на вещание контента, после процедур аутентификации Системой условного доступа (CAS), Middleware получает от CMS ссылку на ближайшие свободные сервера, имеющие в своей базе необходимый пользователю контент. Таким образом в сети минимизируется unicast трафик.

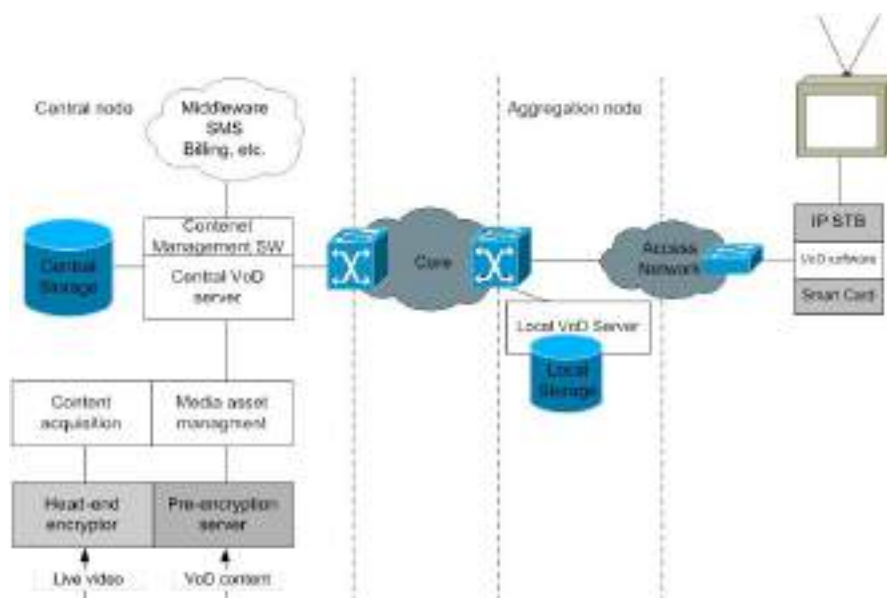


Рисунок 2 – Система видеосерверов VoD

### Сервисная платформа Middleware

Middleware – программно-аппаратный комплекс, который обеспечивает управление всеми компонентами решения IPTV, а также служит для упрощения задач администрирования и управления предоставляемыми услугами. Middleware позволяет осуществлять:

- Авторизацию абонента;
- Формирование программы передач EPG;
- Формирование интерфейса и инструментов управления решением IPTV;
- Взаимодействие с системами CAS, VOD, головной станцией, STB-устройствами;
- Взаимодействие с биллинговыми системами и системами поддержки бизнеса оператора связи.

Middleware имеет открытую архитектуру, что позволяет оперативно масштабировать компоненты решения и расширять спектр услуг. На Рис. 3 представлена аппаратная архитектура Middleware для инсталляции без резервирования. В данной конфигурации для работы необходимо три сервера. Все сервера устанавливаются в одном серверном шасси. Middleware является единственной входной точкой в систему IPTV, через него осуществляется взаимодействия как со всеми компонентами системы (VoD, CAS и т.д.), так, и, с внешними компонентами и системами (биллинговые системы, рабочая станция администратора и т.д.). Middleware состоит из шлюза доступа, который организует доступ к серверам приложений из публичной сети в приватную сеть, где и находится Middleware. Сервера приложений обрабатывают все запросы, производят расчеты, запрашивают другие информационные системы. Вся информация о пользователях, истории их запросов хранятся в базе данных.

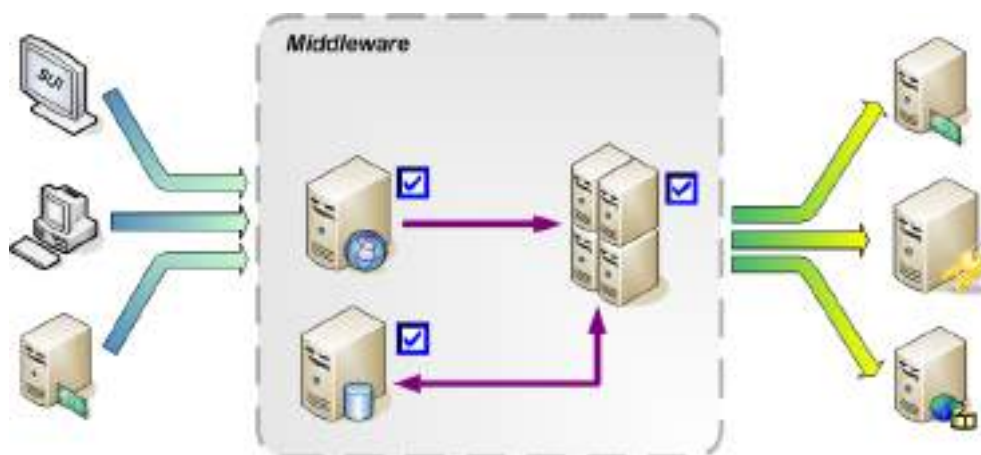


Рисунок 3 – Аппаратная архитектура Middleware

### **Абонентские устройства**

STB (Set-top-Box) - абонентское устройство, является связующим звеном между системами формирования, доставки аудио- и видеоматериалов, и телевизором абонента. STB – это миникомпьютер с операционной системой, web-браузером, Mpeg декодером. Устройство должно быть интегрировано под конкретный проект, для взаимодействия со всеми компонентами системы.

### **Подсистема условного доступа (Conditional Assess System)**

Система условного доступа - техническое средство защиты аудиовизуальных и других сообщений и материалов, распространяемых в составе ТВ программы по эфирным, кабельным и спутниковым сетям связи. Также CAS позволяет разграничивать доступ пользователя к мультимедийным услугам, соблюдать авторские права, обеспечивать защиту контента от несанкционированного доступа/копирования. На Рис. 4 представлена схема шифрования вещательного контента, которое осуществляется «на лету». Вещательный контент (телевизионные каналы) с головной станции в режиме multicast доступен в открытом виде в служебном VLAN. Серверы шифрования вещательных каналов подписываются на мультикастовые группы открытых каналов и шифруют их на уровне MPEG. Результатом шифрования канала является новая мультикастовая группа в публичной сети. Абонентские STB получают ключи на каналы, на которые они подписаны при загрузке и периодически обновляются. При переключении каналов обращения за ключами не происходит, что ускоряет данный процесс.



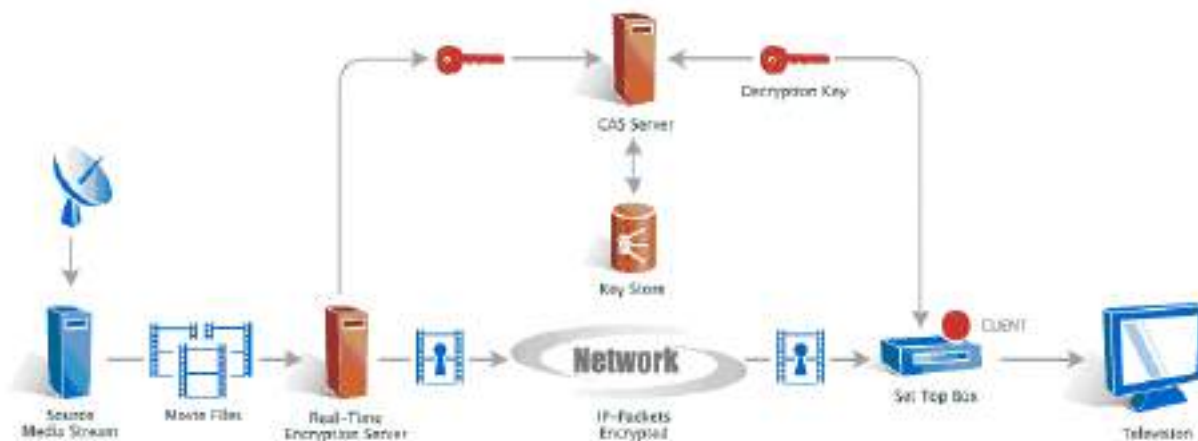


Рисунок 4 – Шифрование вещательных каналов

Шифрование контента Видео по запросу (VOD) отличается от шифрования вещательного контента. Каждый видеофайл предварительно шифруется системой условного доступа и через систему дистрибуции попадает на видеосерверы. В дальнейшем, при просмотре контента, происходит обращение STB к CAS за получением ключа, которым был закодирован данный контент.

### 1.3 Режимы передачи трафика и протоколы в IP-сетях

Для предоставления услуг IPTV используют следующие режимы передачи трафика: **multicast** – при трансляции телевизионных каналов, и **unicast** – при предоставлении услуги VoD.

Рассмотрим указанные режимы более подробно.

**Multicasting** - это многоадресная передача, которая подразумевает пересылку пакетов только тем устройствам, которые выполнили соответствующий запрос, тем самым присоединившись к группе.

Одним из удобств режима «multicast» является простота процесса подключения и отключения для абонента в любой момент времени. Данная функция целиком возложена на сетевые устройства, и от источника видеопотока не требуется никаких действий при добавлении/удалении нового получателя мультикастового потока. В мультикастовых системах все получатели могут смотреть одновременно один и тот же видеопоток.

К недостаткам мультикаста можно отнести то, что в данный момент времени абоненту можно смотреть только то, что вещается источником видеосигнала, и на этот процесс повлиять нельзя. Сетевое оборудование должно поддерживать мультикастинг и должно быть сконфигурировано соответствующим образом. Мультикаст увеличивает нагрузку на маршрутизаторы сети.

**Unicasting** - это одноадресная рассылка, т.е. каждый пакет доставляется только одному получателю. Каждый видеопоток предназначен только для одного получателя, если несколько абонентов хотят смотреть одну и ту же программу

(фильм), то источнику сигнала необходимо создать соответствующее число юникастовых потоков от источника до каждого получателя.

Основным преимуществом юникастового вещания является то, что абонент может посмотреть именно то, что он хочет в данный момент времени. Обычно системы юникастового вещания дополняются функциями обеспечивающими остановку, паузу и перемотку при просмотре. Системы юникастового вещания не требуют специального оборудования, как для мультикастовых приложений.

К недостаткам юникастовых систем можно отнести необходимость наличия большого процессорного и сетевого ресурса на источнике видеопотоков. Также необходима достаточная полоса пропускания между источником и получателем.

Для реализации IPTV сеть должна поддерживать следующие протоколы: IGMP, PIM, протокол маршрутизации OSPF.

**Протокол IGMP [2]** (Internet Group Management Protocol, IGMPv2 — RFC 2236) относится к управляющим протоколам, отвечает за подключение хоста к группе. IGMP интегрируется в IP на сетевом уровне. Ориентирован на минимизацию служебного трафика. Принцип его работы заключается в следующем. Сначала с абонентского STB поступает команда на подключение к какому-либо каналу. Затем оборудование доступа посылает запрос к маршрутизатору на включение в соответствующую группу, в которой ведется трансляция требуемого канала. От источника сигнал передается через ряд маршрутизаторов к оборудованию доступа и отправляется на тот порт, с которого пришел запрос STB. Если еще один абонент посылает запрос на просмотр этого канала, он включается в группу, и сигнал с оборудования доступа дублируется и на его порт. Таким образом, по транспортной сети сигнал проходит «в одном экземпляре» и только на последнем участке «клонировается» для всех подключившихся к группе абонентов. Периодически специальными запросами маршрутизаторы определяют актуальное состояние групп. Если на оборудовании доступа зафиксирован, хотя бы один активный абонент, входящий в группу, маршрутизатор будет посылать данные на это оборудование. Когда последний абонент откажется от просмотра канала, на очередной запрос маршрутизатора оборудование доступа не ответит подтверждением членства в группе, и передача в его сторону прекратится.

Всякий раз, когда пользователь IPTV переключает канал, в сети начинается кипеть работа. Во-первых, пользователя нужно отключить от группы *Multicast*, к которой он подключен. Во-вторых, командой *Join* подключить его к новой группе. В-третьих, если канал вещания вообще отсутствует в данный момент, так как его никто не смотрит, значит, нужно инициировать вещание и создать новую группу *Multicast*. В-четвертых, в случае использования процедуры IGMP snooping все перечисленные изменения должны быть переданы по сети, чтобы обновить соответствующие реестры групп вещания.

Добавим к этому, что каждый из перечисленных шагов предусматривает не просто пересылку одного-двух сообщений, а выполнение целой протокольной процедуры, и тогда станет понятно, что простое нажатие клавиши на пульте IPTV запускает довольно сложный механизм. Иногда из-за настроек сети, задержек,

перегрузок на направлениях и пр. переключение каналов может существенно запаздывать.

Это очень сильно раздражает пользователей, привыкших к мгновенному переключению каналов на традиционном телевизоре. По мнению некоторых специалистов, IPTV-zapping представляет собой не столько техническую проблему, сколько социальную болезнь. Многие пользователи любят довольно интенсивно «пощелкать» каналами. Но в условиях IPTV такой пользователь становится источником серьезной сигнальной нагрузки на сеть.

**Протокол OSPF** [3] (Open Shortest Path First, RFC 2328) является протоколом динамической маршрутизации и использует алгоритм поиска оптимального пути по состоянию каналов. Работает на основе алгоритма поиска кратчайшего пути, предложенного Дейкстрой.

**Протокол PIM** [4] (Protocol Independent Multicast, RFC 3973, 4601) решает проблемы маршрутизации для произвольного числа и расположения членов группы и для произвольного числа отправителей информации. Позволяет строить покрывающее дерево в группе, причем между двумя хостами существует только один путь. Разработаны две версии протокола – одна для плотного (dense mode), а другая для разреженного (sparse mode) расположения членов групп. Работа протокола PIM не зависит от используемого протокола IP-маршрутизации. Протокол PIM использует информацию маршрутизации одноадресной рассылки для выполнения многоадресной маршрутизации. Хотя протокол PIM называется протоколом маршрутизации многоадресной маршрутизации, в действительности он не создает независимую таблицу маршрутизации многоадресной рассылки, а использует таблицу маршрутизации одноадресной рассылки. В отличие от других протоколов маршрутизации протокол PIM не отправляет и не получает сообщений об изменениях в маршрутизации, пересылаемых между маршрутизаторами.

Плотный режим протокола PIM (PIM Dense Mode – PIM-DM) использует модель «вталкивания» (push) для лавинного распространения потоков данных многоадресной рассылки по всем точкам сети. Эта модель «вталкивания» является принудительным методом доставки данных всем получателям. Такой метод оказывается эффективным в тех ситуациях, когда активные получатели находятся во всех подсетях сети.

Первоначально PIM-DM выполняет лавинную рассылку данных многоадресной рассылки по всей сети. Маршрутизаторы, у которых нет нисходящих соседей, отсекают (prune back) эти потоки данных. Этот процесс повторяется каждые три минуты.

Протокол PIM-SM использует для доставки данных многоадресной рассылки модель «вытягивания» (pull). В этом случае потоки данных получают только сетевые сегменты с активными получателями, которые явным образом запросили эти данные.

Протокол PIM-SM распространяет информацию об активных источниках путем отправки пакетов данных по общему дереву. Поскольку PIM-SM использует общие деревья (по крайней мере, первоначально), ему требуется точка

рандеву (RP). Эта точка рандеву должна быть административно сконфигурирована в сети.

Источники регистрируются в точке рандеву, и данные направляются в нисходящем направлении по общему дереву к получателю. Граничные маршрутизаторы узнают о конкретном источнике в тот момент, когда получают пакеты данных по общему дереву от этого источника через точку рандеву. Граничный маршрутизатор посылает источнику PIM-сообщение о присоединении. Каждый маршрутизатор на обратном пути сравнивает метрику маршрутизации одноадресной рассылки для данного адреса точки рандеву RP с метрикой адреса источника. Если метрика для адреса источника оказывается лучшей, то маршрутизатор направляет источнику PIM-сообщение о присоединении к группе. Если метрика для точки рандеву та же самая, то сообщение о присоединении отправляется в направлении точки рандеву.

Если общее дерево не является оптимальным маршрутом между источником и получателем, то маршрутизаторы динамически создают дерево источника и прекращают передачу данных в нисходящем направлении по общему дереву.

## 2 Показатели качества обслуживания в NGN

Основой построения сетей NGN являются мультисервисные сети, на базе которых осуществляется предоставление широкого набора услуг как традиционных, так и новых услуг. Свойство универсальности мультисервисных сетей, которое заключается в доставке любого типа информации средствами единой сетевой инфраструктуры, имеет и обратную сторону. Одной из важных проблем, связанной с унификацией сетевых решений, является обеспечение качества обслуживания (QoS) для каждой услуги, причем требования к параметрам передачи по сети специфические для разных приложений. Противоречивые требования QoS разных сервисов не позволяют просто объединить требования QoS к единым сетевым ресурсам.

В рекомендации ITU Y.1540 [5] определены сетевые характеристики, как наиболее важные с точки зрения степени их влияния на сквозное качество обслуживания (от источника до получателя):

- пропускная способность;
- надежность сети/сетевых элементов;
- задержка (мс) и джиттер задержки;
- величина потерь (%);
- живучесть сети — возможность сохранения работоспособности сети при выходе из строя отдельных элементов.

Пропускная способность сети (или скорость передачи данных) определяется как эффективная скорость передачи, измеряемая в битах в секунду. В рекомендации ITU-T Y.1540 не приведены значения пропускной способности для разных приложений; но вместе с тем, отмечено, что параметры, связанные с