РЕФЕРАТ

по дисциплине: "Информационные сети и телекоммуникации"

на тему: "Сети с коммутацией в виртуальных каналах"

Ростов-на-Дону, 2010 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

2. СЕТИ Х.25

3. СЕТИ FRAME RELAY

4. СЕТИ ATM

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Коммутация пакетов с использованием виртуальных каналов – это технологии передачи данных сетевого уровня, объединяющие свойства коммутации каналов и коммутации пакетов. При этом в значительной мере удается реализовать достоинства обоих методов коммутации. В настоящее время достаточно широко применяются технологии сетей X.25, Frame Relay, ATM.

Данные передаются на сетевом уровне в виде пакетов, имеющих стандартную структуру и размеры. Пакеты данных от одного конечного узла DTE к другому конечному узлу DTE можно передавать в сети только после установления соединения – специальной сетевой процедуры создания виртуального канала. Виртуальное соединение в отличие от физического соединения не закрепляет жестко ресурсы канала передачи данных, виртуальное соединение необходимо только для указания выбранного в соединении постоянного маршрута для доставки пакетов. Пакеты разных виртуальных каналов могут конкурировать за доступ к каналу передачи данных, так как один канал может обслуживать несколько виртуальных соединений.

Так же как и в физических соединениях возможны два типа каналов: коммутируемые виртуальные каналы (SVC) и постоянные виртуальные каналы (PVC). Виртуальные каналы существуют в виде записей в таблицах коммутации портов коммуникационных узлов сети. В соответствии с этими таблицами коммутации каждый поступающий пакет направляется по соответствующему зарегистрированному виртуальному каналу.

PVC создаются вручную и закрепляются постоянно аналогично выделенным телефонным линиям. Стоимость PVC намного ниже, чем выделенных линий, так как пропускная способность каналов передачи данных делится между многими пользователями. В большинстве случаев нет необходимости поддерживать PVC (и платить за него), виртуальное соединение SVC создают только на периоды передачи данных. Создание SVC, т.е. выбор маршрута для доставки пакетов, производится коммуникационными узлами (маршрутизаторами) автоматически по специальной заявке, поступающей от конечного узла. После окончания передачи данных SVC отключается также с помощью специальной процедуры.

Основная задача, решаемая при создании виртуального канала, – решить задачу маршрутизации и зафиксировать этот маршрут в коммуникационных узлах сети. На сетевом уровне, при использовании технологии виртуальных каналов маршрутизация является одной из наиболее сложных задач и решается только один раз при создании виртуального канала. Это существенно упрощает процедуры доставки пакетов по зарегистрированному виртуальному соединению. Фактически алгоритмы управления и контроля работы по виртуальному каналу близки к соответствующим алгоритмам, используемым на канальном уровне в рамках протоколов HDLC.

Естественно, что создание виртуального канала между конечными узлами требует передачи их полных сетевых адресов. Адресация сетевых пакетов по уже созданному виртуальному соединению производится с помощью идентификатора виртуального канала VCI. Значение VCI определяется при создании виртуального канала, в отличие от сетевого адреса имеет не глобальный, а локальный смысл, т.е. каждый маршрутизатор присваивает определенный номер создаваемому виртуальному каналу на каждом участке сети. Причем во входном порте VCI имеет одно значение, а выходном порте – уже другое. Эти значения VCI регистрируются в специальных таблицах коммутации портов маршрутизатора и для передаваемых по виртуальному каналу пакетов автоматически изменяются при передаче с входного порта в выходной. Так как число поддерживаемых одновременно виртуальных каналов в маршрутизаторе относительно невелико, объем таблиц коммутации портов и размер VCI также небольшой.

В соответствии с этими факторами маршрутизация пакетов существенно ускоряется. Кроме того, использование простых и небольших по размеру VCI позволяет существенно сократить объем служебных полей пакета и соответственно повысить скорость передачи полезной информации. Следует отметить, что это преимущества уже созданного виртуального соединения. А создание виртуального соединения – это сложная и достаточно громоздкая процедура, обычно она выполняется по запросу конечного узла с помощью специального служебного пакет Call Request. Если в процессе передачи данных виртуальный канал отказывает по какой-либо причине, продолжение передачи данных возможно только после создания нового виртуального канала. Необходимо также учитывать, что из-за большого числа коммуникационных устройств, поддерживающих функционирование виртуального канала, вероятность отказов существенно выше, чем в процедурах канального уровня. Поэтому на сетевом уровне необходимы более жесткие процедуры контроля работы и восстановления корректной работы после сбоев.

Совершенствование техники виртуальных каналов тесно связано с развитием технологий передачи данных в телефонных сетях. Первые такие сети стандарта X.25 создавались для работы в аналоговых телефонных сетях, поэтому X.25 обеспечивают относительно низкую производительность, но весьма высокую надежность при передаче данных. Сети ISDN используют исключительно цифровые алгоритмы передачи данных с более высокой скоростью и помехоустойчивостью. Это позволило упростить процедуры контроля сообщений для повышения производительности и создать технологию Frame Relay, как одну из сетевых служб ISDN. Frame Relay обеспечивает не только передачу данных между DTE, но и может гарантировать определенное качество сервиса при доставке сообщений. Появление высокоскоростных цифровых магистральных каналов стандартов SDH/SONET привело к разработке сетей ATM, которые обеспечивают весьма высокую производительность при высоком качестве сервиса.

Сервисы ISDN обладают гораздо более высоким качеством, чем аналоговых телефонных сетей. Кроме более высокой помехоустойчивости ISDN предоставляет два типа интерфейсов для пользователей: базовый (BRI) и первичный (PRI) интерфейсы. BRI содержит 2 B канала и D канал (2х64+16) с суммарной пропускной способностью 144 кбит/с. PRI – по европейским стандартам 30 B и D канал (30х64+64) с суммарной пропускной способностью 1984 кбит/с. Телефонные аппараты подключаются через S интерфейс (B+D). Стандарты определяют три нижних уровня, на сетевом уровне определены процедуры установления соединения (коммутация каналов).

2. СЕТИ Х.25

Стандарт X.25 "Интерфейс между оконечным оборудованием данных и аппаратурой передачи данных для терминалов, работающих в пакетном режиме в сетях передачи данных общего пользования" существует с 1974 г. и в последующие годы несколько раз пересматривался. Стандарт охватывает три нижних уровня сети, но внутреннюю структуру сети не описывает, а определяет пользовательский интерфейс с сетью.

Технология X.25 основана на коммутации пакетов и виртуальных каналах, обладает низкой производительностью, но эффективно работает на линиях связи с высоким уровнем помех, создавалась для работы на ненадежных аналоговых телефонных каналах. Высокая помехоустойчивость обеспечивается контролем данных и коррекцией ошибок на 2 уровнях: канальном и сетевом. Алгоритмы работы этих уровней и решаемые ими задачи во многом дублируют друг друга.

На физическом уровне предполагается использование последовательного интерфейса стандарта Х.21. На канальном уровне – стандартный протокол LAP-B семейства HDLC. Сетевой уровень определяется протоколом PLP (X.25/3), который предусматривает маршрутизацию пакетов, установление и разрыв соединения, управление потоком пакетов. Алгоритмы маршрутизации в стандарте не рассматриваются, предполагается использование любых реализуемых процедур маршрутизации. Пакеты могут иметь различный объем поля данных от 16 байт до 4 кбайт, размер поля данных по умолчанию 128 байт. Предусмотрено 14 типов пакетов.

В сети X.25 используется следующая терминология: оконечные терминалы (узлы-потребители сетевых ресурсов) DTE, оборудование передачи данных (например, модемы) DCE, коммутаторы пакетов PSE. Для простых терминалов, которые в силу ограниченных функциональных возможностей не могут поддерживать необходимые сетевые процедуры, существуют "сборщики-разборщики" пакетов PAD. Для сети X.25 только PAD являются терминалами, а "неинтеллектуальные" терминалы получают доступ к сети, передавая и получая данные через PAD. Обычно PAD предусматривает подключение нескольких простых терминалов.

DTE получают доступ к сетевым ресурсам через PSE. PSE и структура их связей образуют "облако" (топологию) сети, они выполняют процедуры создания виртуальных каналов, передают пакеты по действующим виртуальным каналам. Виртуальные каналы в X.25 называют логическими каналами. Каждый физический канал в PSE поддерживает несколько логических каналов, каждый PSE в любом из своих портов поддерживает множество логических каналов.

Рис.1. Сеть X.25

Адресация DTE выполняется в соответствии со стандартом X.121, который обеспечивает единое мировое пространство адресов. Сетевые адреса, как указывалось ранее, составные, т.е. элементы адреса зависят от места нахождения DTE в облаке сети. Предусмотрено три варианта адресации с идентификаторами – десятичными цифрами:

* международный сетевой адрес с префиксом "0", содержащий код страны (250, 251 для России и СНГ), номер сети в стране (1 цифра) и номер узла (до 10 цифр);
* международный телефонный номер с префиксом "9", содержащий код страны (три цифры) и телефонный номер в стране (до 11 цифр);
* внутренний сетевой адрес, содержащий номер сети и номер узла (до 10 цифр).

Сети X.25 применяют при высоких требованиях к надежности передачи данных, эти протоколы поддерживаются многими маршрутизаторами, шлюзами и т.п. Однако передача данных производится с неопределенной задержкой, которая может изменяться в весьма широких пределах. Например, эти сети нельзя использовать даже для организации голосовой связи.

PSE в соответствии с протоколом X.25 не поддерживают обмен маршрутной информацией и оптимизацию маршрутов. Хотя реализуемые ими функции сложнее, чем коммуникационных устройств канального уровня, однако по сравнению с маршрутизаторами других сетевых технологий функции PSE существенно проще. PSE может поддерживать до 4096 логических каналов одновременно. Наиболее сложная процедура, не определенная в рамках протокола, - маршрутизация при создании логического канала. После создания логического канала для передачи пакетов используются не сетевые адреса, имеющие большие размеры, и алгоритмы маршрутизации, а идентификаторы логических каналов и таблицы коммутации портов PSE. Как уже отмечалось, процедуры доставки пакетов в созданном логическом канале во многом аналогичны процедурам канального уровня HDLC. Однако механизмы контроля работы логических каналов должны быть более строгими. На канальном уровне обеспечивается управление взаимодействием только двух устройств. В логическом канале кроме двух DTE должны корректно взаимодействовать несколько PSE. Благодаря высокой эффективности канального уровня вероятность искажения и потери пакетов невелика, однако строгие процедуры контроля работы логических каналов необходимы.

Протокол PLP определяет 5 режимов:

1. Установление соединения – процедура создания логического канала между DTE.
2. Режим передачи данных – обмен данными по логическому каналу, включая сегментацию, заполнение недостающих бит, контроль ошибок и управление потоком.
3. Режим паузы.
4. Сброс соединения – освобождение всех ресурсов, поддерживавших работу логического канала.
5. Режим рестарта.

Предусмотрено 14 типов пакетов, обеспечивающих работу протокола в этих режимах. Пакеты объединяются в группы: пакеты установления соединения и разъединения, пакеты данных и прерываний, пакеты управления потоком и сброса, пакеты рестарта. Процедуры PLP используют те же механизмы контроля, что и HDLC. Передача любого пакета предполагает получение подтверждения на него, корректно выполняемые процедуры предполагают определенную, известную всем последовательность действий и передаваемых сообщений, при некорректной работе известен алгоритм возврата в нормальное состояние, используются механизмы тайм-аута и ограничения числа допустимых повторений. Дополнительные возможности в PLP: пакеты прерываний передаются PSE даже при остановке потока данных, сброс предполагает повторную инициализацию логического канала с потерей всех пакетов, которые были в данном логическом канале, рестарт подразумевает сброс всех логических каналов.

Самую сложную структуру полей управления имеет пакет установления соединения CALL REQUEST.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Q | D | mod | LGN |
| LCN |
| Type $0B |
| Длина DA | Длина SA |
| DA |
| . . . . . |
| SA |
| . . . . . |
| Длина поля услуг |
| Услуги |
| Данные |
| . . . . . |

Q – тип информации (для трансп. уровня), D – признак подтверждения DTE получателем, mod – модуль нумерации пакетов.

Первые три байта имеют одинаковую структуру для всех типов пакетов. Алгоритм "окна" на сетевом уровне используется только в целях управления потоком и не предполагает процедур восстановления потерянных пакетов. В алгоритмах управления следует учитывать задержку доставки пакетов. Например, пакет управления потоком RNR может поступить к тому моменту, когда "лишние" пакеты, которые не будут обработаны, уже отправлены.

Как указывалось ранее, алгоритмы работы сетевого уровня содержат ряд дополнительных возможностей относительно алгоритмов канального уровня. В третьем байте заголовка пакета предусмотрен признак сегментации, если пакет большого объема разделен на нескольких меньших пакетов, этот признак устанавливается для всех сегментов кроме последнего. Кроме того, служебные пакеты содержат специальные поля для передачи диагностической информации. В этих полях указывается причина, по которой проводится какая-либо процедура, связанная с передачей этого пакета. Например, передача пакета, выходящего за пределы окна, требует выполнения сброса. Узел, который инициирует сброс, должен указать эту причину в диагностическом поле пакета сброса. При сбросе в канале происходит стирание всех еще не доставленных пакетов.

Причин, вызывающих некорректную работу на сетевом уровне, гораздо больше, чем на канальном уровне. Хотя и канальный уровень обеспечивает высокую надежность передачи данных, причиной может быть не потеря пакетов, а их задержка в канале. При запаздывании пакетов на разных участках виртуального канала могут реализовываться различные процедуры, и передаваемые пакеты в рамках одних процедур могут не соответствовать другим. Для выхода из таких состояний предусмотрены режимы сброса и рестарта, позволяющие повторно инициализировать работу, хотя и с потерей всех пакетов, которые в это время обрабатывались в канале.

Основное достоинство сетей Х.25 – высокая надежность, которая обеспечивается применением технологии виртуальных каналов с коммутацией пакетов и протоколов HDLC на канальном уровне. Однако реализация этой надежности приводит к низкой производительности, гарантий пропускной способности сети Х.25 не дают.

Коммутаторы (PSE) X.25 существенно проще маршрутизаторов сетей TCP/IP, т. к. не поддерживают процедур маршрутизации. Но PSE также выполняют достаточно сложные функции, во-первых, реализуя процедуры формирования логического канала, и, во-вторых, обеспечивая выполнение протоколов канального уровня. Практически каждый PSE работает с полной буферизацией пакетов, т. к. необходимо обеспечить прием кадра HDLC, его контроль и подтверждение приема (или запрос на повторную передачу при искажении кадра). Затем необходимо выделение пакета X.25 из поля данных кадра HDLC и передача пакета в выходной порт PSE в соответствии с номером логического канала. Далее необходимо сформировать новый кадр HDLC, передать его и т.д. Таким образом, в сети X.25 данные подвергаются многократным процедурам преобразования и контроля, это естественно приводит к заметным задержкам и существенно увеличивает время доставки.

3. СЕТИ FRAME RELAY

Появление надежных и высокопроизводительных каналов связи стандарта ISDN позволило отказаться от таких сложных и постоянно повторяющихся процедур преобразования и контроля данных. Одной из таких технологий с существенно упрощенными алгоритмами контроля данных являются сети Frame Relay. Frame Relay – это сетевая служба сетей стандарта ISDN, обеспечивающая скорость передачи данных до 2 Мбит/сек. Поддерживая высокую скорость передачи данных, Frame relay не обеспечивает гарантированной доставки, целостности данных и управления потоком. Сеть стандартизована международным союзом электросвязи (ITU-T). Физический уровень – I.430/431 (ISDN), канальный уровень – Q.921 (LAP-F), сетевой уровень – Q.931/933 (процедура создания виртуального канала в рамках протокола LAP-D). в сетях Frame relay преимущественно применялись постоянные виртуальные каналы, создание коммутируемых виртуальных каналов производится по процедурам аналогичным процедурам установления соединения в ISDN.

Передача данных осуществляется без промежуточной обработки и буферизации, используется технология передачи "на лету". Анализируется только заголовок кадра, остальные элементы кадра просто ретранслируются. Задержка кадра узлом сети Frame relay не более 2 – 4 байт, часть кадров могут теряться при перегрузке сети. Корректность кадра проверяется только принимающей стороной, никаких процедур восстановления потерянных или искаженных кадров не предусмотрено, предполагается, что эти функции возложены на транспортный уровень. Если вероятность ошибки не превышает 10-6, сеть работает достаточно эффективно. Передача данных в виртуальном канале практически полностью производится процедурами канального уровня HDLC без использования алгоритмов контроля и восстановления данных (протокол LAP-F). В рамках сетевого уровня решается только задача установления соединения. В отличие от многих других технологий передачи данных гарантирует определенное качество сервиса, ориентированное на пульсирующий характер трафика компьютерных сетей.

Для обеспечения необходимого качества сервиса для каждого логического канала оговариваются параметры CIR, BC, Be. CIR – согласованная скорость, с которой сеть будет передавать данные. BC – объем пульсации, максимальное количество байтов, которые сеть будет передавать за интервал T (T= BC/CIR). Be – дополнительный объем пульсации, максимальное количество байтов, которые сеть будет по возможности передавать сверх BC за интервал T. Каких-либо гарантий по задержкам сеть не дает, обеспечивая только скорость передачи данных CIR. BC определяет объем данных, которые сеть всегда обязана принимать для доставки. Be определяет дополнительный объем данных, которые сеть принимает для передачи, но при возникновении перегрузки сети эти данные будут отброшены без уведомления (доставка по возможности). Данные сверх объема, установленного параметром Be, сеть не принимает от пользователя.

Интервал времени T определяет период контроля объема поступающих данных. Поступающие данные за период T в пределах объема BC получают признак DE=0 и сеть обязана их доставить, в пределах дополнительного объема Be получают признак DE=1 и сеть принимает их для доставки, но при перегрузке эти данные удаляются в первую очередь. Обработка данных в сети получила название алгоритма "дырявого ведра". Для уведомления пользователей о возникающих перегрузках введены дополнительные признаки FECN (уведомление принимающей стороны), BECN (уведомление передающей стороны). Эти признаки необходимы для снижения скорости передачи данных и устранения перегрузки сети.

Кадр LAP-F имеет структуру типичную для HDLC. Поле управления и адреса кадра объединены, так как алгоритмы восстановления не предусмотрены, нумерация и подтверждение кадров не производится. В стандартном формате длина этого поля 2 байта. Идентификация узлов производится номером логического (виртуального) канала DLCI. Из 1024 DLCI для пользователей предназначены 976 (16-991).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| DLCI | P/F | EA(0) |
| DLCI | FECN | BECN | DE | EA(1) |

Младший бит EA – признак продолжения поля адреса, 1 – в последнем байте этого поля: P/F – признак опроса/окончания.

Протокол работает в предварительно созданном виртуальном соединении. В процедуре установления соединения, кроме создания виртуального канала пользователь и сеть согласуют параметры сервиса. Хотя гарантий по временным параметрам не предусматривается, пропускная способность сети вполне позволяет обслуживать голосовую связь. Следует учитывать, что стоимость обслуживания канала Frame Relay существенно ниже, чем стоимость аналогичного по пропускной способности канала ISDN.

4. СЕТИ ATM

Технология ATM наиболее полно совмещает особенности коммутации пакетов и коммутации каналов. Данные передаются в виде пакетов в виртуальных каналах, пакеты имеют строго фиксированный небольшой объем. Все это позволяет обеспечить предсказуемые задержки в сети, заказать при установлении соединения требуемые параметры качества сервиса и обеспечивать их для разных видов трафика. Организация передачи данных ориентирована на технологии магистральных каналов SDH/SONET, поэтому базовой скоростью для ATM является скорость 155 Мбит/с. Основное назначение ATM – обеспечить асинхронный режим передачи данных в синхронных каналах SDH/SONET. Хотя ядро стандартов было утверждено в 1993 г., работа по стандартизации различных аспектов этой технологии еще далеко не завершена. ATM – технология передачи данных, способная обслуживать разные виды трафика в соответствии с их требованиями. Классы обслуживания имеют ряд градаций от передачи данных "по возможности" до "малых задержек и малых потерь". Для идентификации конечных узлов используются 20-байтовые адреса, имеющие классическую иерархическую структуру. Как и в других сетях этого класса, адреса используются только для маршрутизации при установлении соединения. В виртуальном соединении коммутация пакетов производится идентификатором из двух элементов: идентификатор виртуального пути (VPI), идентификатор виртуального канала (VCI). VPI используется для ускорения коммутации и одинаков для виртуальных каналов, имеющих одинаковый маршрут на данном участке сети. Его можно рассматривать как старшую часть локального адреса, используемую для коммутации пакетов с общим маршрутом.

Пакеты ATM – ячейки (cell) имеют размер 53 байта (5 байт служебных). Размер ячейки установлен компромиссный для разнородных требований. Уменьшение размера облегчает синхронизацию передающей и принимающей стороны, увеличение – снижает долю служебной информации в передаваемых данных. Кроме стандартизованного размера ячейки в АТМ еще более полно реализована идея заказа пропускной способности и качества обслуживания. В зависимости от предъявляемых требований имеется 5 классов трафика, определяющих качественные характеристики:

A – трафик с постоянной битовой скоростью (CBR), временной синхронизацией передающей и принимающей стороны, с установлением соединения (на транспортном уровне).

B – трафик с переменной битовой скоростью (VBR), временной синхронизацией передающей и принимающей стороны, с установлением соединения (на транспортном уровне).

C – трафик с переменной битовой скоростью (VBR), без синхронизации передающей и принимающей стороны, с установлением соединения (на транспортном уровне).

D – трафик с переменной битовой скоростью (VBR), без синхронизации передающей и принимающей стороны, без установления соединения (на транспортном уровне).

X – тип трафика определяется пользователем.

Количественные характеристики, поддерживаемые АТМ, следующие:

* максимальная скорость передачи данных – PCR,
* средняя скорость передачи данных – SCR,
* минимальная скорость передачи данных – MCR,
* максимальный размер пульсации – MBS,
* доля потерянных ячеек – CLR,
* задержка передачи ячеек – CTD,
* вариации задержки ячеек – CDV.

При создании виртуального соединения между пользователем и сетью определяется уровень сервиса, так называемым трафик-контрактом, в котором определяется класс трафика и необходимые количественные характеристики соединения. Если не требуется строгое поддержание параметров пропускной способности, предусмотрен тип трафика с неопределенной скоростью –UBR. Для UBR сеть выделяет ресурсы "по возможности", т.е. те ресурсы, которые в данный момент свободны.

Стэк протоколов АТМ не полностью соответствует модели OSI. В технологии АТМ решаемые задачи представлены в двух уровнях: уровне адаптации – AAL, уровне АТМ. Уровень AAL по решаемым задачам ближе к протоколам транспортного уровня и состоит из подуровня конвергенции CS и подуровня сегментации и реассемблирования SAR. CS отвечает за взаимодействие с верхними уровнями и обеспечивает требуемый класс трафика, синхронизацию между передающим и принимающим узлом, контроль данных и целостности сообщений для верхних уровней. SAR преобразует поступающие с верхнего уровня пакеты в последовательность стандартных ячеек АТМ при передаче и выполняет обратное преобразование при приеме. Уровень АТМ в большей степени включает задачи сетевого и канального уровней: маршрутизацию, управление потоком, обработку приоритетов. Служебные заголовки AAL находятся в поле данных ячейки и коммутаторами АТМ не обрабатываются. С помощью этих служебных полей в конечном узле происходит восстановление исходного сообщения из принятых ячеек. Процедуры восстановления потерянных данных в AAL не предусмотрены. При используемых средствах физического уровня искажение сообщений полагается крайне маловероятным, поэтому AAL предусматривает только уведомление вышестоящих уровней при обнаружении искажений.

Протокол AAL1 предназначен для обслуживания трафика классов А или B и эмулирует выделенные цифровые линии, в частности этот протокол должен сглаживать неоднородности во времени поступления ячеек. Протокол AAL3/4 предназначен для обработки пульсирующего трафика классов C, D, иногда B (при не очень жестких требованиях). Протокол предусматривает довольно строгие процедуры контроля сообщений: нумеруется каждая ячейка исходного сообщения, каждая ячейка содержит контрольное поле (CRC). При обнаружении ошибки все сообщение стирается, так как процедуры восстановления не предусмотрены. Протокол AAL5 является дальнейшим упрощением (классы C и D), контрольное поле вычисляется для всего сообщения и помещается в последнюю ячейку. Этот протокол предназначен для передачи не только пользовательских данных, но и служебных. В коммутаторах АТМ этот протокол поддерживает процедуры установления виртуальных соединений. Протоколы подуровня AAL только определяют условия трафик-контракта, выполнение его условий обеспечивается работой коммутаторов, которые должны передавать ячейки с заданным уровнем качества обслуживания. Процедуры, определяющие работу коммутаторов, являются основным содержанием протокола ATM. Протокол ATM обеспечивает передачу ячеек в установленном виртуальном соединении: выполняет коммутацию по номеру виртуального соединения, контролирует соблюдение трафик-контракта конечным узлом, отбрасывает ячейки-нарушители при перегрузке сети, управляет потоком ячеек для повышения производительности.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Управление потоком | Идентификатор виртуального пути |
| Идентификатор виртуального пути | Идентификатор виртуального канала |
| Идентификатор виртуального канала |
| Идентификатор виртуального канала | Тип данных/перегрузка | Приоритет потери |
| Контрольное поле |
| Поле данных |

Рис.2. Формат ячейки

Контрольное поле заголовка позволяет исправлять однократные ошибки и некоторые виды двукратных ошибок.

Установление соединения производится по протоколу Q.2931. Формат адреса размером 20 байт описан в стандарте ISO 7498, адрес имеет типичную иерархическую структуру. При запросе на установление соединения конечный узел передает требуемые значения параметров трафика, коммутатор сети их анализирует и при наличии необходимых свободных ресурсов производит создание нового виртуального соединения. Если ресурсов недостаточно, заявка отклоняется.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уолрэнд Дж. Телекоммуникационные и компьютерные сети. – М.: Постмаркет, 2007.
2. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: "Питер", 2010.
3. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Основы сетей передачи данных. – СПб.: "Питер", 2009.
4. Хамбракен Д. Компьютерные сети: Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2004.
5. Новиков Ю.В., Кондратенко С.В. Локальные сети. Архитектура, алгоритмы, проектирование. – М.: ЭКОМ, 2009.
6. Нанс Б. Компьютерные сети: Пер. с англ. – М.: "БИНОМ", 2006.