*Реферат*

*Тема: Маршрутизаторы Cisco в сетях X.25.*

## Оглавление

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. | Назначение и структура сетей Х.25…………………………………... | 4 |
| 1.1 | Адресация в сетях Х.25……………………………………………… | 6 |
| 1.2 | Стек протоколов сети Х.25…………………………………………... | 7 |
| 2. | Поддержка сервиса Х.25 в Cisco IOS…………………………………. | 11 |
| 2.1 | Построения сервиса Х.25 в IP-сети предприятия……………………. | 11 |
| 2.2 | Подключение маршрутизаторов Cisco к внешним сетям Х.25……... | 13 |
| 2.3 | Дополнительные возможности………………………………………... | 13 |
| 3. | Конфигурирование протокола Х.25…………………………………... | 14 |
| 3.1 | Конфигурирование адресов стандарта Х.121………………………… | 14 |
| 3.2 | Конфигурирование SVC-каналов протокола Х.25…………………… | 15 |
| 3.3 | Конфигурирование каналов PVC протокола Х.25…………………… | 16 |
| 3.4 | Дополнительные задачи конфигурирования протокола Х.25………. | 17 |

## Введение

Сети Х.25 являются на сегодняшний день «старейшиной» применяемых пакет­ных сетей, хотя популярность их быстро падает. Долгое время сети Х.25 были единственными доступными сетями с коммутацией пакетов коммерческого типа, в которых давались гарантии коэффициента готовности сети. Интернет также имеет долгую историю существования, но как коммерческая сеть он начал экс­плуатироваться совсем недавно, поэтому для корпоративных пользователей вы­бора не было. Кроме того, сети Х.25 хорошо работают на ненадежных линиях благодаря протоколам с установлением соединения и коррекцией ошибок на двух уровнях - канальном и сетевом.

Благодаря широкому использованию автоматизированных платежных систем и систем обслуживания пластиковых карт, сервис пакетной передачи данных Х.25, предоставляемый большинством сетей общего пользования, продолжает оставаться в центре внимания. Однако в последнее время сети передачи данных мигрируют в направлении мультисервисности. Обеспечить мультисервисность позволяет использование многопротокольного сетевого оборудования. Многопротокольные маршрутизаторы Cisco Systems предоставляют пользователям несколько разнотипных сервисов. В этом реферате будут рассматриваются функциональные возможности маршрутизаторов Cisco Systems, связанные с сервисом Х.25. Но для начала следует ознакомится с общими принципами построения сетей X.25

1. **Назначение и структура сетей Х.25**

В середине-конце 1970 гг. потребовался определенный набор протоколов, чтобы обеспечить пользователям связность глобальной сети с общедоступными сетями передачи данных (PDN). Сети PDN, такие как TELENET и TYMNET, добились замечательного успеха, однако было ясно, что стандартизация протоколов еще больше увеличит число абонентов PDN за счет возросшей совместимости оборудования и более низких цен. Результатом последующих усилий по разработке в этом направлении была группа протоколов, самым популярным из которых является Х.25.

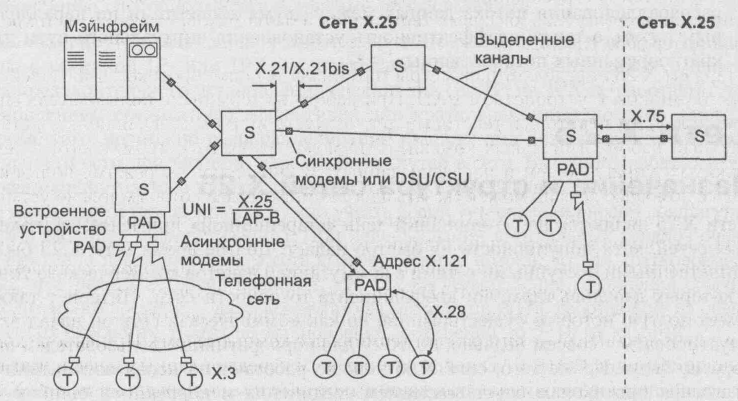
Протокол Х.25 (официально называемый *CCITT Recommendation X.25* - "Рекомендация "Х.25 CCITT) был разработан компаниями общественных линий связи (в основном телефонными компаниями), а не каким-то отдельным коммерческим предприятием. Поэтому спецификация разработана так, чтобы обеспечить хорошую работоспособность независимо от типа системы пользователя или изготовителя. Пользователи заключают контракты с общедоступными сетями передачи данных, чтобы пользоваться их сетями с коммутацией пакетов (PSN), и им пред'является счет в зависимости от времени пользования PDN. Предлагаемые услуги (и взимаемая плата) регулируются Федеральной Комиссией по Связи (FCC).

Oдним из уникальных свойств Х.25 является его международный характер. Х.25 и связанными с ним протоколами управляет одно из агентств Организации Об'единненых Наций, называемое "Международный Союз по Телекоммуникациям (ITU). Комитет ITU, ответственный за передачу голоса и данных, называется Международным консультативным комитетом по телеграфии и телефонии (CCITT). Членами CCITT являются FCC, Европейские PTT, общедоступные сети передачи данных и множество компаний, занимающихся компьютерами и передачей данных. То, что Х.25 стал стандартом подлинно глобального значения, является прямым следствием присущих ему свойств.

Технология сетей Х.25 имеет несколько существенных признаков, отличающих ее от других технологий.

* Наличие в структуре сети специального устройства - *PAD (Packet Assembler Disassembler),* предназначенного для сборки нескольких низкоскоростных старт-стопных потоков байтов от алфавитно-цифровых терминалов в пакеты, пере­даваемые по сети и направляемые компьютерам для обработки. Эти устрой­ства имеют также русскоязычное название *сборщик-разборщик пакетов, CPU.*
* Наличие трехуровневого стека протоколов с использованием на канальном и сетевом уровнях протоколов с установлением соединения, управляющих по­токами данных и исправляющих ошибки.
* Ориентация на однородные стеки транспортных протоколов во всех узлах се­ти — сетевой уровень рассчитан на работу только с одним протоколом каналь­ного уровня и не может подобно протоколу IP объединять разнородные сети.

Сеть Х.25 состоит из коммутаторов (Switches, S), называемых также *центрами коммутации пакетов (ЦКП),* расположенных в различных географических точ­ках и соединенных высокоскоростными выделенными каналами (рис.1.1). Вы­деленные каналы могут быть как цифровыми, так и аналоговыми.



**Рис. 1.1.** Структура сети Х.25

Асинхронные старт-стопные терминалы подключаются к сети через устройст­ва PAD. Они могут быть встроенными или удаленными. Встроенное устройство PAD обычно расположено в стойке коммутатора. Терминалы получают доступ к встроенному устройству PAD по телефонной сети с помощью модемов с асин­хронным интерфейсом. Встроенное устройство PAD также подключается к те­лефонной сети с помощью нескольких модемов с асинхронным интерфейсом.

Удаленное устройство PAD представляет собой небольшое автономное устрой­ство, подключенное к коммутатору через выделенный канал связи Х.25. К уда­ленному устройству PAD терминалы подключаются по асинхронному интерфей­су, обычно для этой цели используется интерфейс RS-232C. Одно устройство PAD обычно обеспечивает доступ для 8, 16 или 24 асинхронных терминалов.

К основным функциям PAD, определенным стандартом Х.З, относятся:

* сборка символов, полученных от асинхронных терминалов, в пакеты;
* разборка полей данных в пакетах и вывод данных на асинхронные терминалы;
* управление процедурами установления соединения и разъединения по сети Х.25 с нужным компьютером;
* передача символов по требованию асинхронного терминала, включая старт-стопные сигналы и биты проверки на четность;
* продвижение пакетов при наличии соответствующих условий, таких как за­полнение пакета, истечение времени ожидания и др.

Терминалы не имеют конечных адресов сети Х.25. Адрес присваивается порту PAD, который подключен к коммутатору пакетов Х.25 с помощью выделенного канала.

Несмотря на то что задача подключения «неинтеллектуальных» терминалов к удаленным компьютерам возникает сейчас достаточно редко, функции PAD все еще остаются востребованными. Устройства PAD часто используются для под­ключения к сетям Х.25 кассовых терминалов и банкоматов, имеющих асинхрон­ный интерфейс RS-232.

Стандарт Х.28 определяет параметры терминала, а также протокол взаимодейст­вия терминала с устройством PAD. При работе на терминале пользователь сна­чала проводит некоторый текстовый диалог с устройством PAD, используя стан­дартный набор символьных команд. PAD может работать с терминалом в двух режимах: управляющем и передачи данных. В управляющем режиме пользова­тель с помощью команд может указать адрес компьютера, с которым нужно устано­вить соединение по сети Х.25, а также установить некоторые параметры работы PAD, например выбрать специальный символ для обозначения команды немед­ленной отправки пакета, установить режим эхо-ответов символов, набираемых на клавиатуре, от устройства PAD (при этом дисплей не будет отображать сим­волы, набираемые на клавиатуре до тех пор, пока они не вернутся от PAD - это обычный локальный режим работы терминала с компьютером). При наборе ком­бинации клавиш Ctrl+P PAD переходит в режим передачи данных и воспринима­ет все последующие символы как данные, которые нужно передать в пакете Х.25 узлу назначения.

В сущности, протоколы Х.З и Х.28 определяют протокол эмуляции терминала, подобный протоколу telnet стека TCP/IP. Пользователь с помощью устройства PAD устанавливает соединение с нужным компьютером, а затем уже может вес­ти диалог с операционный системой этого компьютера (в режиме передачи дан­ных устройством PAD), запуская нужные программы и просматривая результа­ты их работы на своем экране, как и при локальном подключении терминала к компьютеру.

Компьютеры и локальные сети обычно подключаются к сети Х.25 непосредст­венно через адаптер Х.25 или маршрутизатор, поддерживающий на своих интер­фейсах протоколы Х.25. Для управления устройствами PAD в сети существует протокол Х.29, с помощью которого узел сети может управлять и конфигуриро­вать PAD удаленно, по сети. При необходимости передачи данных компьютеры, подключенные к сети Х.25 непосредственно, услугами PAD не пользуются, а са­мостоятельно устанавливают виртуальные каналы в сети и передают по ним дан­ные в пакетах Х.25.

**1.1 Адресация в сетях Х.25**

Если сеть Х.25 не связана с внешним миром, то она может использовать адрес любой длины (в пределах формата поля адреса) и давать адресам произвольные значения. Максимальная длина поля адреса в пакете Х.25 составляет 16 байт.

*Рекомендация Х.121* CCITT определяет международную систему нумерации ад­ресов для сетей передачи данных общего пользования. Если сеть Х.25 хочет об­мениваться данными с другими сетями Х.25, то в ней нужно придерживаться ад­ресации стандарта Х.121.

Адреса Х.121 (называемые также *International Data Numbers, IDN)* имеют разную длину, которая может доходить до 14 десятичных знаков. Первые четыре циф­ры IDN называют *кодом идентификации сети (Data Network Identification Code, DNIC).* Код DNIC поделен на две части; первая часть (3 цифры) определяет стра­ну, в которой находится сеть, а вторая - номер сети Х.25 в данной стране. Таким образом, внутри каждой страны можно организовать только 10 сетей Х.25. Если же требуется перенумеровать больше, чем 10 сетей для одной страны, проблема решается тем, что одной стране дается несколько кодов. Например, Россия име­ла до 1995 года один код - 250, а в 1995 году ей был выделен еще один код - 251. Остальные цифры называются *номером национального терминала (National Terminal Number, NTN).* Эти цифры позволяют идентифицировать определенное устройство DTE в сети Х.25.

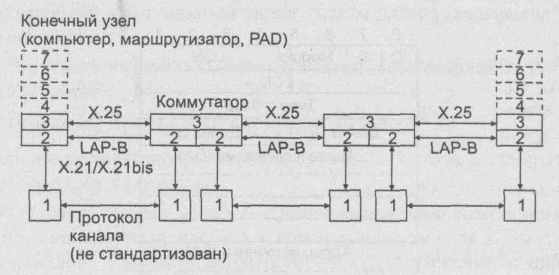
Международные сети Х.25 могут также использовать международный стандарт нумерации абонентов ISO 7498.

По стандарту ISO 7498 для нумерации сетей Х.25 к адресу в формате Х.121 до­бавляется только один байт префикса, несущий код 36 (использование в адресе только кодов десятичных цифр) или 37 (использование произвольных двоичных комбинаций). Этот код позволяет универсальным коммутаторам, например ком­мутаторам сети ISDN, поддерживающим также и коммутацию пакетов Х.25, ав­томатически распознавать тип адреса и правильно выполнять маршрутизацию запроса на установление соединения.

**1.2** **Стек протоколов сети Х.25**

Стандарты сетей Х.25 описывают три уровня протоколов (рис. 1.2).

* На физическом уровне определены синхронные интерфейсы Х.21 и Х.21 bis к оборудованию передачи данных - либо DSU/CSU, если выделенный канал является цифровым, либо к синхронному модему, если канал аналоговый.
* Ha канальном уровне используется подмножество протокола HDLC, обеспе­чивающее возможность автоматической передачи в случае возникновения оши­бок в линии. Предусмотрен выбор из двух процедур доступа к каналу: LAP или LAP-B.
* На сетевом уровне определен протокол Х.25/3 обмена пакетами между око­нечным оборудованием и сетью передачи данных.



**Рис. 1.2.** Стек протоколов сети Х.25

Транспортный уровень может быть реализован в конечных узлах, но он стандар­том не определяется.

*Протокол физического уровня* канала связи не оговорен, и это дает возможность использовать каналы разных стандартов.

*На канальном уровне* обычно используется протокол LAP-B. Этот протокол обес­печивает сбалансированный режим работы, то есть оба узла, участвующих в со­единении, равноправны. По протоколу LAP-B устанавливается соединение меж­ду пользовательским оборудованием DTE (компьютером, IP- или IPX-маршрути­затором) и коммутатором сети. Хотя стандарт это и не оговаривает, но по прото­колу LAP-B возможно также установление соединения на канальном уровне внутри сети между непосредственно связанными коммутаторами. Протокол LAP-B почти во всех отношениях идентичен протоколу LLC2, описанному в главе 7, кро­ме адресации. Кадр LAP-B содержит одно однобайтовое адресное поле (а не два — DSAP и SSAP), в котором указывается не адрес службы верхнего уровня, а на­правление передачи кадра — 0x01 для направления команд от DTE к DCE (в сеть) или ответов от DCE к DTE (из сети) и 0x03 для направления ответов от DTE к DCE или команд от DCE к DTE. Поддерживается как нормальный режим (с мак­симальным окном в 8 кадров и однобайтовым полем управления), так и рас­ширенный режим (с максимальным окном в 128 кадров и двухбайтовым полем управления).

*Сетевой уровень Х.25/3* (в стандарте он назван не сетевым, а пакетным уровнем) реализуется с использованием 14 различных типов пакетов, по назначению ана­логичных типам кадров протокола LAP-B. Так как надежную передачу данных обеспечивает протокол LAP-B, протокол Х.25/3 выполняет функции маршрути­зации пакетов, установления и разрыва виртуального канала между конечными абонентами сети и управления потоком пакетов.

После установления соединения на канальном уровне конечный узел должен ус­тановить виртуальное соединение с другим конечным узлом сети. Для этого он в кадрах LAP-B посылает пакет Call Request протокола Х.25. Формат пакета Call Request показан на рис. 1.3. Этот пакет является пакетом сигнализации для сети Х.25, которая отличается тем, что режим сигнализации в ней не выделен в отдельный протокол, а представляет собой один из режимов работы общего про­токола сетевого уровня Х.25/3.



**Рис. 1.3.** Формат пакета Call Request

Поля, расположенные в первых трех байтах заголовка пакета, используются во всех типах кадров протокола Х.25. Признаки Q и D и Modulo находятся в стар­шей части первого байта заголовка. Признак Q предназначен для распознавания на сетевом уровне типа информации в поле данных пакета. При получении па­кета информация, расположенная в поле данных, а также значение бита Q пере­даются верхним уровням пользовательского стека протоколов (непосредственно транспортному уровню этого стека). Значение Q = 1 означает управляющую пользовательскую информацию, a Q = 0 - данные. Признак D означает подтвер­ждение приема пакета узлом назначения. Обычный механизм подтверждения принятия пакетов с помощью квитанций имеет для протокола Х.25 только ло­кальный смысл - прием пакета подтверждает ближайший коммутатор сети, че­рез который конечный узел запросил и установил виртуальное соединение. Если же узел-источник запросил подтверждение приема конечным узлом, то это под­тверждение индицируется установкой бита D (delivery confirmation) в пакетах, идущих от узла назначения.

Признак Modulo идентифицирует модуль, по которому ведется нумерация паке­тов (8 или 128). Значение 10 означает модуль 128, а 01 - модуль 8.

Поле *LGN (Lodical Group Number - номер логической группы)* содержит значение *номера логической группы* виртуального канала. Каналы образуют логические группы по функциональному признаку, например:

* постоянный виртуальный канал;
* коммутируемый виртуальный канал только для входящих сообщений (сим­плексный канал);
* коммутируемый виртуальный канал только для исходящих сообщений (сим­плексный канал);
* коммутируемый дуплексный виртуальный канал.

Максимальное количество логических групп - 12, хотя в конкретной сети до­пустимо и меньшее количество.

Поле *LCN (Logical Channel Number - номер логического канала)* содержит номер виртуального канала, назначаемый узлом-источником (для коммутируемых вир­туальных каналов) или администратором сети (для постоянных виртуальных ка­налов). Максимальное количество виртуальных каналов, проходящих через один порт, равно 256.

Поле *Туре (тип)* идентифицирует тип пакета. Например, для пакета Call Request отведено значение типа, равное ОхОВ. Младший бит этого поля определяет, яв­ляется ли пакет управляющим (бит равен 1) или пакетом данных (бит равен 0). Значение ОхОВ содержит 1 в младшем бите, поэтому это управляющий пакет, а остальные биты в этом случае определяют подтип пакета. В пакете данных ос­тальные биты поля *Туре* используются для переноса номеров квитанций N(S) и N(R).

Следующие два поля определяют длину адресов назначения и источника (DA и SA) в пакете. Запрос на установление виртуального канала содержит оба адреса. Первый адрес нужен для маршрутизации пакета Call Request, а второй - для принятия решения узлом назначения о возможности установления виртуально­го соединения с данным узлом-источником. Если узел назначения решает при­нять запрос, то он должен отправить пакет Call Accepted - «Запрос принят», в котором также указать оба адреса, поменяв их, естественно, местами. Адреса могут иметь произвольный формат или же соответствовать требованиям стан­дарта Х.121 или ISO 7498.

Сами адреса назначения и источника занимают отведенное им количество бай­тов в следующих двух полях.

Поля *FL (Facilities Length - длина поля услуг)* и *Facilities (услуги)* нужны для со­гласования дополнительных услуг, которые оказывает сеть абоненту. Например, услуга «Идентификатор пользователя сети» позволяет задать идентификатор пользователя (отличный от его сетевого адреса), на основании которого могут оплачиваться счета за пользование сетью. Пользователь с помощью услуги «Со­гласование параметров управления потоком» может попросить сеть использо­вать нестандартные значения параметров протокола - размера окна, максималь­ного размера поля данных пакета и т. п. Протокол Х.25 допускает следующие

максимальные значения длины поля данных: 16, 32, 64, 128, 256, 512 и 1024 байт. Предпочтительной является длина 128 байт.

Пакет Call Request принимается коммутатором сети и маршрутизируется на основании таблицы маршрутизации, прокладывая при этом виртуальный канал. Начальное значение номера виртуального канала задает пользователь в этом па­кете в поле LCN (аналог поля VCI, упоминавшегося при объяснении принципа установления виртуальных каналов). Протокол маршрутизации для сетей Х.25 не определен.

Для сокращения размера адресных таблиц в коммутаторах в сетях Х.25 реализуется принцип агрегирования адресов. Все терминалы, имеющие общий префикс в адресе, подключаются при этом к общему входному коммутатору подсети, со­ответствующей значению префикса. Например, если путь ко всем терминалам, имеющим адреса с префиксом 250 720, пролегает через общий коммутатор К1, то в таблице маршрутизации коммутаторов, через которые проходит путь к комму­татору К1, помещается единственная запись - 250 720, которая соответствует как конечному узлу 250 720 11, так и конечному узлу 250 720 26. Маски в ком­мутаторах не используются, а младшие разряды адреса, которые не нужны при маршрутизации, просто опускаются.

После установления виртуального канала конечные узлы обмениваются пакетами другого формата - формата пакетов данных (пакет Data). Этот формат по­хож на описанный формат пакета Call Request - первые три байта в нем имеют те же поля, а адресные поля и поля услуг отсутствуют. Пакет данных не имеет поля, которое бы определяло тип переносимых в пакете данных, то есть поля, аналогичного полю Protocol в IP-пакете. Для устранения этого недостатка пер­вый байт в поле данных всегда интерпретируется как признак типа данных.

Коммутаторы (ЦКП) сетей Х.25 представляют собой гораздо более простые и дешевые устройства по сравнению с маршрутизаторами сетей TCP/IP. Это объ­ясняется тем, что они не поддерживают процедур обмена маршрутной информа­цией и нахождения оптимальных маршрутов, а также не выполняют преобразо­ваний форматов кадров канальных протоколов. По принципу работы они ближе к коммутаторам локальных сетей, чем к маршрутизаторам. Однако работа, кото­рую выполняют коммутаторы Х.25 над пришедшими кадрами, включает больше этапов, чем при продвижении кадров коммутаторами локальных сетей. Комму­татор Х.25 должен принять кадр LAP-B и ответить на него другим кадром LAP-B, в котором подтвердить получение кадра с конкретным номером. При утере или искажении кадра коммутатор должен организовать повторную передачу кадра. Если же с кадром LAP-B все в порядке, то коммутатор должен извлечь пакет Х.25, на основании номера виртуального канала определить выходной порт, а затем сформировать новый кадр LAP-В для дальнейшего продвижения пакета. Комму­таторы локальных сетей такой работой не занимаются и просто передают кадр в том виде, в котором он пришел, на выходной порт.

В результате производительность коммутаторов Х.25 оказывается обычно невысокой - несколько тысяч пакетов в секунду. Для низкоскоростных каналов дос­тупа, которыми много лет пользовались абоненты этой сети, такой производи­тельности коммутаторов (1200-9600 бит/с) хватало для работы сети.

Гарантий пропускной способности сеть Х.25 не дает. Максимум, что может сде­лать сеть, - это приоритезировать трафик отдельных виртуальных каналов. При­оритет канала указывается в запросе на установление соединения в поле услуг.

Протоколы сетей Х.25 были специально разработаны для низкоскоростных линий с высоким уровнем помех. Именно такие линии составляют пока большую часть те­лекоммуникационной структуры нашей страны, поэтому сети Х.25 будут по-преж­нему еще долго являться наиболее рациональным выбором для многих регионов.

**2. Поддержка сервиса Х.25 в Cisco IOS**

Межсетевая операционная система Cisco IOS обеспечивает работу маршрутизаторов Cisco в сети Х.25. При этом совместимость с рекомендациями ITU-T позволяет использовать маршрутизаторы в качестве платформы доступа к публичным сетям с коммутацией пакетов, а также для организации сервиса Х.25 в сети предприятия.

В частности, при конфигурировании маршрутизаторов Cisco IOS обеспечиваются следующие базовые возможности по работе в сети Х.25:

* выбор инкапсуляции пакетов Х.25 в режиме DTE или DCE;
* трансляция протокольных адресов (IP, IPX и др.) в адреса Х.121;
* организация постоянных виртуальных соединений (PVC) Х.25;
* организация входящих, исходящих или двунаправленных коммутируемых виртуальных соединений (SVC) Х.25;
* настройка параметров Х.25: длины исходящих и входящих пакетов, размеров окон для приема и выдачи пакетов, диапазона нумерации пакетов на третьем уровне;
* организация портов PAD в соответствии с рекомендациями Х.З/Х.28/Х.29.

При конфигурировании портов маршрутизатора в режиме DCE маршрутизатор работает как коммутатор Х.25 по отношению к оборудованию пользователя. В этом случае трафик Х.25 может маршрутизироваться между серийными портами локального маршрутизатора (локальная коммутация) или передаваться по соединению TCP через IP-сеть к удаленному Х.25-хосту.

При конфигурировании порта в режиме DTE маршрутизатор может использоваться для подключения к внешним сетям Х.25.

**2.1 Построения сервиса Х.25 в IP-сети предприятия**

Маршрутизаторы Cisco Systems позволяют строить разнообразные логические сети Х.25 на базе существующей сети предприятия путем настройки маршрутизаторов для работы в режиме сборщика-разборщика пакетов (PAD), коммутаторов Х.25 и организации TCP-соединений между ними. Прохождение графика Х.25 обеспечивается за счет инкапсуляции трафика Х.25 в пакеты IP.

Рассмотрим пример сети, предоставляющей удаленный доступ к хосту Х.25 через существующую IP-сеть. Порт исходного маршрутизатора, к которому по протоколу Х.З/Х.28 в асинхронном режиме подключается рабочая станция пользователя, конфигурируется для работы в режиме PAD. Порт целевого маршрутизатора, к которому подключается хост Х.25, конфигурируется для работы в режиме коммутатора Х.25. Между PAD и целевым маршрутизатором организуется TCP-соединение, по которому транспортируются инкапсулированные в IP-датаграммы пакеты Х.25.

Во многих случаях пользователи рабочих станций ЛВС также нуждаются в доступе к хостам Х.25. Для реализации этой возможности применяется механизм двунаправленной трансляции протоколов Х.25 и TCP, предоставляемый Cisco IOS. С помощью механизма трансляции протоколов сетевые компьютеры, работающие со стеком протоколов TCP/IP, могут подключаться непосредственно к хосту Х.25 без использования физического интерфейса Х.З/Х.28.

Рассмотрим для примера другую сеть. Маршрутизатор Cisco 4700-М сконфигурирован как PAD с дополнительной функцией трансляции протоколов ТСР/Х.25. Рабочая станция передаст по IP-сети обычные пакеты TCP. Они поступают на порт маршрутизатора Cisco 4500-М, который транслирует получаемые от рабочей станции пакеты (согласно режиму IP-to-X.25 protocol translation) в сообщения Х.З/Х.28 и передает их на виртуальный PAD, моделируемый Cisco IOS. Виртуальный PAD формирует пакеты Х.25, которые передаются через локальный серийный порт на хост Х.25.

**Протокол ХoT**

В данном разделе рассматривается протокол передачи трафика Х.25 через TCP, который описан в рекомендации RFC 1613 и реализован в маршрутизаторах Cisco Systems. Официальное название этого протокола - Cisco Systems Х.25 over TCP (XoT).

Протоколом XoT установлено, что для каждого виртуального соединения Х.25 должно использоваться отдельное TCP-соединение; порт 1998 зарезервирован Cisco Systems специально для этой цели.

**ХоТ в режиме обслуживания SVC.**

В режиме коммутируемых виртуальных соединений (SVC) Х.25 при поступлении запроса на установление соединения вначале устанавливается TCP-соединение между портами маршрутизаторов, затем строится виртуальное соединение SVC по протоколу Х.25 и только потом начинается обмен трафиком Х.25.

Х.25-пакет запроса на установку соединения с удаленным устройством Х.25 хранится в буферной памяти маршрутизатора и не посылается по назначению до тех пор, пока не будет создано TCP-соединение. Если TCP-соединение не будет создано в заданное время, то маршрутизатор посылает пакет сброса (call clear packet).

Допускается групповое использование TCP-соединения. Если несколько виртуальных соединений SVC Х.25, исходящих из маршрутизатора А, терминируются на одном и том же удаленном маршрутизаторе Б, то эта группа виртуальных соединений использует одно TCP-соединение. В этом случае может произойти "ложное" закрытие TCP-соединения, поскольку запросы на разрыв SVC обрабатываются по мере поступления, и при приеме очередного пакета сброса TCP-соединение разрывается, разрушая все обслуживаемые им виртуальные соединения SVC.

**Работа протокола XoT в режиме обслуживания PVC.**

Возможность организации постоянного виртуального соединения PVC Х.25 на данном интерфейсе маршрутизатора указывается в момент его конфигурирования. Создается таблица с описанием всех необходимых параметров интерфейса для работы по сети Х.25. Однако попытка установить постоянный виртуальный канал PVC выполняется только после организации TCP-соединения между двумя интерфейсами Х25. Она заключается в обмене специальными (нестандартными) Х.25-пакетами, в которых содержится информация, необходимая для идентификации инициатора и ведомого в данном Х.25-соединении, а также размеры пакетов и окон, логические номера каналов и поле статуса.

Ведомый узел может изменить такие поля пакета, как размер пакета и окна, установить статус соединения и вернуть пакет узлу-инициатору для анализа и выполнения соответствующих действий. В частности, поле статуса виртуального соединения в специальном пакете используется как сигнальная информация для выполнения процедуры установления и разрыва соединения. После обмена специальными Х.25-пакетами с полем статуса 0x12 между узлами устанавливается PVC-соединение.

Если постоянный виртуальный канал PVC не может быть установлен из-за действий средств защиты сетевого доступа или по какой-либо другой причине (например, один из узлов не поддерживает RFC 1613), то запрашивающий узел XoT будет повторять попытку через пятиминутный интервал. Установленное виртуальное соединение PVC Х.25 разрушается только в результате разрыва ТСР-соединения. После восстановления ТСР-соединения процедура установки соединения PVC повторяется с самого начала.

Отметим, что механизм виртуальных интерфейсов Cisco Systems позволяет на одном физическом интерфейсе организовать несколько PVC для построения полносвязной сети Х.25 на базе маршрутизаторов Cisco Systems с необходимой логической топологией.

**2.2 Подключение маршрутизаторов Cisco к внешним сетям Х.25**

Маршрутизаторы Cisco Systems могут подключаться к внешней (общего пользования или частной) сети пакетной передачи данных Х.25 как логические устройства DTE или DCE, если, во-первых, при конфигурировании портов устанавливается режим обмена пакетами Х.25 (инкапсуляция Х.25), во-вторых, используются соответствующие сетевые адреса X.121, принадлежащие адресному пространству внешней сети Х.25, и, в-третьих, применяются процедура LAPB на втором уровне н совместимое по параметрам (Х.21) соединение на физическом уровне.

Все параметры интерфейсов маршрутизаторов, подключаемых к публичной сети Х.25, настраиваются индивидуально в соответствии с требованиями стандарта Х.25 и администрации сети Х.25. Cisco IOS поддерживает нормальную и расширенную нумерацию фреймов и пакетов, что может улучшить использование каналов данных. Расширенная нумерация фреймов и пакетов чаще всего применяется для оптимизации соединений, выполняемых через спутниковый канал связи.

Теоретически маршрутизатор Cisco может обслуживать одновременно до 4095 виртуальных соединений Х.25. Па практике же этот диапазон зависит от скорости виртуального соединения Х.25, объема памяти и мощности процессора маршрутизатора.

**2.3 Дополнительные возможности**

Известно, что Х.25 является протоколом с жестким контролем ошибок - как на сетевом уровне Х.25, так и на уровне звена данных LAPB. Кроме того, протокол Х.25 отвечает за обработку статусной информации для каждого виртуального соединения VC. С целью оптимизации загрузки каналов связи Cisco Systems реализовала в своих маршрутизаторах поддержку очередей, а также возможность использования D-канала ISDN для передачи графика Х.25.

**Приоритетные и пользовательские очереди.**

При использовании стандарта Х.25 все данные в виртуальном канале Х.25 обрабатываются последовательно по мере поступления через единственную очередь.

Для оптимизации работы маршрутизатора в Cisco IOS реализован механизм поддержки приоритетных очередей PQ/CQ. Этот механизм поддерживается для Х.25 начиная с версии IOS 11.2(4)F и позволяет оптимизировать использование дорогостоящих каналов.

Механизм приоритетных очередей PQ/CQ в настоящее время работает как на уровне виртуальных каналов Х.25, так и на уровне физических каналов LAPB, и определяется пользователем при конфигурировании маршрутизатора. Если сконфигурирована опция приоритетных очередей PQ, то выходной график выводится через четыре очереди с разными приоритетами. Если сконфигурирована опция приоритетных очередей CQ, то выходной трафик выводится через 16 очередей.

Данные в каждой очереди обрабатываются но схеме FIFO. Просмотр очередей выполняется последовательно. Количество передаваемых байтов, извлекаемых из каждой очереди за один прием, также определяется при конфигурировании порта.

**Передача трафика Х.25 через D-канал ISDN.**

Cisco IOS обеспечивает возможность передачи трафика Х.25 по U-каналу ISDN, что важно для сетевых приложений, использующих сети ISDN. В сигнальном D-канале может быть сконфигурирован логический канал Х.25.

В данной статье описаны только некоторые особенности и возможности маршрутизаторов Cisco Systems по организации сервиса Х.25. Однако можно утверждать, что их применение обеспечивает не только сохранение ранее сделанных в сервис Х.25 инвестиций, но и дальнейшее развитие этого сервиса в рамках современных мультисервисных сетей, строящихся на базе оборудования Cisco Systems.

**3. Конфигурирование протокола Х.25**

В случае выбора протокола Х.25 в качестве основного протокола распределенной сети (WAN) необходимо установить соответствующие параметры интерфейсов. Для этого необходимо решить следующие задачи:

* указать тип инкапсуляции Х.25 (по умолчанию выбирается DTE);
* назначить выбранному интерфейсу адрес Х.121 (этот адрес обычно предоставляется провайдером);
* ввести команды преобразования адресов для того, чтобы установить логическую связь адресов Х.121 с адресами протоколов верхних уровней.

Для обеспечения совместимости с устройством провайдера сетевой службы Х.25 и управления пропускной способностью, возможно, потребуется решить и другие задачи. Обычно при этом согласовываются такие параметры, как количество каналов VC и размер пакетов.

Протокол Х.25 представляет собой протокол, управляемый потоком данных. Стандартные параметры управления потоком на обоих концах канала должны совпадать. Несоответствие этих параметров может вызвать серьезные проблемы в работе сети.

Следует обратить внимание на то, что перед конфигурированием параметров соединения Х.25 необходимо войти в режим конфигурирования интерфейса и назначить адрес верхнего уровня, такой, как IP-адрес.

**3.1 Конфигурирование адресов стандарта Х.121**

Команда **х25 address** задает адрес Х.121 локального маршрутизатора (один адрес для каждого интерфейса). Задаваемый адрес должен соответствовать адресу, назначенному в сети PDN для протокола Х.25:

**Router(config-if)#x25 address *x.121-address***

Команда **х25 map** задает статическое преобразование адресов верхнего уровня в адреса протокола Х.25:

**Router(config-if}#х25 map protocol address x.121-address [options]**

В таблице 3.1 описаны параметры команды **х25 mар**.

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Описание |
| protocol | Указывает тип используемого протокола. Поддерживаются протоколы ip, xns, decnet, ipx, appletalk, vines, apollo, bridge, clns и протокол tcp со сжатием |
| address | Задает протокольный адрес (не указывается для мостовых или CLNS-соединений) |
| x.121-address | Задает адрес стандарта Х.121. Как адрес протокола, так и адрес Х.121 необходимы для преобразования адресов сетевого уровня в адреса Х.121 |
| options | Используется для того, чтобы настроить соединение (необязательный параметр). Часто используется опция broadcast. В случае ее использования программное обеспечение Cisco IOS направляет все широковещательные сообщения, посылаемые через данный интерфейс, на указанный адрес Х.121 |

**Таблица 3.1.** Описание параметров команды х25 map

Для того чтобы установить соединение с узлом, который использует несколько различных протоколов в одном виртуальном канале, необходимо использовать следующий формат команды х25 map:

**Router(config-if)#x25 map *protocol address* [protocol2 address2] \*x.121-address [options]**

Такая коммуникация требует мультипротокольной инкапсуляции, определяемой спецификацией RFC 1356. В приведенной выше команде символ "\*" означает, что в одной команде конфигурирования с узлом-получателем могут быть логически связаны до девяти адресов сетевого протокола.

Следует отметить, что команда х25 map не поддерживает технологии объединения с помощью мостов. Для того, чтобы передать через мост протокол Х.25, следует использовать команду х25 map bridge.

**3.2 Конфигурирование SVC-каналов протокола Х.25**

Для активации протокола Х.25 на интерфейсе необходимо ввести команду encapsulation х25, задающую тип инкапсуляции, которая будет использоваться на данном последовательном интерфейсе:

# Router(config-if)#encapsulation x25 [dte | dce ]

В качестве маршрутизатора может выступать устройство DTE сети Х.25 в том случае, когда сеть PDN с использованием технологии Х.25 используется для передачи различных протоколов. Маршрутизатор может также быть сконфигурирован как устройство DСЕ протокола Х.25, что обычно происходит, когда маршрутизатор выступает в качестве коммутатора Х.25.

При замене конфигурации интерфейса с DTE X.25 на DCE X.25 или наоборот конфигурация интерфейса изменяется на стандартную.

**3.3 Конфигурирование каналов PVC протокола Х.25**

Как и при конфигурировании каналов SVC протокола Х.25, команда encapsulation х25 применяется для указания типа инкапсуляции, используемого на последовательном интерфейсе:

# Router(config-if)#encapsulation x25 [dte|dce]

Как и при конфигурировании канала SVC протокола Х.25, команда х.25 address используется для определения адреса X.121 локального маршрутизатора (один адрес для каждого интерфейса). Такой адрес должен соответствовать адресу, назначенному в сети PDN для протокола Х.25:

**Router(config-if)#х25 address x.121-address**

Вместо установки канала SVC с помощью команды х25 тар можно установить постоянный виртуальный канал (permanent virtual curcuit -PVC). Такие каналы PVC в технологии Х.25 представляют собой аналог выделенных линий, поскольку они никогда не отключаются. Перед определением канала PVC нет необходимости конфигурировать таблицу преобразования адресов, поскольку инкапсуляция неявным образом определяет необходимое преобразование адресов. Для задания инкапсуляции канала PVC следует ввести команду х25 pvc в режиме конфигурирования интерфейса:

**Router(config-if)#х25 pvc circuit *protocol* address [protocol2 address2]\* x.121-address [options]**

В таблице 3.2 описаны параметры команды х25 pvc.

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Описание |
| circuit | Номер виртуального канала, который должен быть меньше общего количества виртуальных каналов, назначенных как SVC |
| protocol | Тип протокола, который задается ключевым словом. Поддерживаются протоколы appletalk, bridge, clns, compressed tcp, decnet, ip, ipx, qllc, vines и xns. В одной командной строке могут быть указаны до девяти пар "протокол-адрес" |
| address | Протокольный адрес узла на другом конце виртуального канала |
| х121 -address | Адрес Х.121 |
| options | Используется для настройки соединения (необязательный параметр). Единственной часто используемой опцией является broadcast. Указание такой опции приводит к тому, что операционная система Cisco IOS направляет все широковещательные сообщения, посланные через этот интерфейс, на указанный адрес Х.121 |

**Таблица 3.2**. Описание параметров команды х25 pvc

**3.4 Дополнительные задачи конфигурирования протокола Х.25**

Возможно, что для правильной работы маршрутизатора с сетью провайдера службы придется выполнить некоторые действия по дополнительному конфигурированию. Критическими параметрами протокола Х.25 являются следующие:

* характеристика виртуального канала - для входящих вызовов, двусторонних или для исходящих вызовов;
* стандартный размер пакета - на входе и на выходе;
* предельный размер окна.

# Конфигурирование диапазонов виртуальных каналов (VC) в протоколе Х.25

В таблице 3.3 обобщены дополнительные задачи конфигурирования для назначения номеров каналов VC. Весь диапазон номеров VC может быть выделен для каналов PVC или SVC, в зависимости от требований конкретной ситуации. На практике широко используются каналы SVC.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Тип канала VC** | **Диапазон** | **Стандартное значение** | **Команда** |
| Канал PVC | 1-4095 | Стандартное значение отсутствует, но введенное значение должно быть больше нуля | **х25 pvc circuit** |
| Канал SVC | 1-4095 | 0 | **х25 lic circuit** |
| Только входящие соединения | 1-4095 | 0 | **х25 hic circuit** |
| Канал SVC | 1-4095 | 1 | **x25 ltc circuit** |
| Двусторонние соеди­нения | 1-4095 | 1024 | **x25 htc circuit** |
| Канал SVC | 1-4095 | 0 | **x25 loc circuit** |
| Только исходящие соединения | 1-4095 | 0 | **x25 hoc circuit** |

**Таблица 3.3.** Диапазоны номеров виртуальных каналов протокола Х.25

Номера каналов должны назначаться таким образом, чтобы диапазон адресов входящих вызовов предшествовал диапазону адресов двусторонних, а вместе они должны предшествовать диапазону исходящих вызовов (т.е. меньшие номера каналов). Для любого канала PVC номер должен быть меньше диапазона адресов каналов SVC. Ниже приводится схема нумерации, которая описывает требуемый порядок команд назначения номеров каналов VC:

1=PVC<(lic=hic)<(ltc=htc)<(loc=hoc)=4095

В представленной схеме аббревиатура lic означает наименьший номер для входного канала, hic - наибольший номер для входного канала, ltc - наименьший номер для двустороннего канала, htc - наибольший номер для двустороннего канала, loc - наименьший номер для выходного канала, a hoc - наибольший номер для выходного канала.

Если оба граничных значения диапазона номеров каналов равны нулю, то это означает, что канал такого типа не используется. Технология Х.25 игнорирует все события, происходящие в виртуальном канале с номером, не содержащимся в назначенном диапазоне, такие каналы VC рассматриваются как ошибочные. Диапазоны каналов VC для подсоединенного устройства задаются сетевым администратором. Для правильного функционирования сети сконфигурированные диапазоны, выделяемые для устройств DTE и DСЕ протокола Х.25, должны быть идентичными. Номера каналов PVC на обоих концах подсоединенного устройства также должны быть согласованы между собой (не обязательно такие каналы должны быть сквозными).

Приведенный ниже пример помогает понять причины конфигурирования диапазонов виртуальных каналов (VC). Если у провайдера коммутируемых каналов (SVC) арендовано 10 каналов и в некоторой ситуации используются все 10, то прием входящих вызовов становится невозможным. Для предотвращения такого отказа в сети можно подразделить имеющиеся 10 каналов на три различных категории - для входящих вызовов, двусторонних и исходящих, например:

1. входящие;

2. входящие;

3. входящие;

4. двусторонние;

5. двусторонние;

6. двусторонние;

7. двусторонние;

8. исходящие;

9. исходящие;

10. исходящие.

В случае большого количества входящих вызовов некоторые каналы останутся доступными для исходящих вызовов.

**Конфигурирование размера пакетов в протоколе Х.25**

Команды х25 ips и х25 ops устанавливают максимальный размер принимаемых и отправляемых пакетов.

Для указания максимального размера принимаемого пакета используется команда х25 ips:

**Router(config-if)#x25 ips bytes**

Для указания максимального размера отправляемого пакета используется команда х25 ops:

**Router(config-if)#х25 ops bytes**

В таблице 3.4 приведено описание параметра команд х25 ips и х25 ops.

|  |  |
| --- | --- |
| **Параметр** | **Описание** |
| bytes | Максимальный размер пакета, принимаемый для виртуальных каналов (VC), которые не согласовы­вают размер пакета при установлении соединения. Поддерживаются следующие значения: 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048 и 4096 байт. Стандартное значение равно 128 байт |

**Таблица 3.4.** Описание параметра команд х25 ips и х25 ops

Размеры пакетов входящих и исходящих каналов должны совпадать, кроме случая, когда сеть поддерживает асимметричную передачу. Если между рабочими станциями возникает конфликт относительно максимального размера пакета в виртуальном канале (VC), то такой канал, вероятнее всего, не будет функционировать.

Характерной чертой технологии Х.25 является использование фрагментации. Устройство PAD собирает IP-пакет в пункте назначения.

Перед указанием максимального размера пакета для WAN-соединения Х.25 следует узнать у провайдера службы максимальный поддерживаемый размер пакетов.

**Конфигурирование параметров окна**

Для задания стандартных размеров окна используются команды х25 in и х25 out. Размер окна определяет количество пакетов, которые могут быть получены или отправлены без получения или отправки подтверждения. На обоих концах канала Х.25 должны быть установлены одинаковые стандартные значения для размеров окна.

По этой причине для задания предельного количества неподтвержденных пакетов следует использовать следующие команды:

**Router(config-if)#x25 win *packets***

**Router(config-if)#х25 wout *packets***

В таблице 3.5 описан параметр команд х25 in и х25 out.

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Описание |
| packets | Размер окна (в пакетах), принимаемый каналами VC, которые не согласовывают размер (окна) при установлении соединения. Верхняя граница диапазона всегда на единицу меньше предельного значения. Стандартно принимается значение, равное двум пакетам |

**Таблица 3.5.** Описание параметра команд х25 win и х25 wout

Команда **х25** modulo задает ограничение на количество пакетов в окне. Задаваемая ею величина влияет на максимальный размер окна. В качестве такого значения часто принимается 8, что позволяет устанавливать размер окна до семи пакетов.

Ниже приводится команда для задания предельного количества пакетов в окне:

**Router(config-if)#x25 modulo *modulus***

В таблице 3.6 описан параметр команды х25 modulo.

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Описание |
| **modulus** | **Значение от 8 до 128** |

**Таблица 3.6.** Описание параметра команды х25 modulo

На обоих концах линии Х.25 предельное значение размера окна должно быть одинаковым.

**Заключение**

Как мы видим сети Х.25, хотя и относятся к одной из наиболее старых и отработанных технологий глобальных сетей, еще не утратили своей популярности и находят применение в современном мире и поддерживаются сетевым оборудованием лидерами производства в данной отрасли, одной из которых выступает компания Cisco Systems.

Трехуровневый стек протоколов сетей Х.25 хорошо рабо­тает на ненадежных зашумленных каналах связи, исправляя ошибки и управ­ляя потоком данных на канальном и пакетном уровнях.

Сети Х.25 поддерживают групповое подключение к сети простых алфавитно-цифровых терминалов за счет включения в сеть специальных устройств PAD, каждое из которых представляет собой особый вид терминального сервера.

На надежных волоконно-оптических каналах технология Х.25 становится из­быточной и неэффективной, так как значительная часть работы ее протоко­лов ведется «вхолостую».

#### Литература

1. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов 2-е изд./В.Г.Олифер, Н.А. Олифер. –СПб.: Питер, 2003.- 864 с.: ил.
2. Журнал КомпьютерПресс, декабрь №12/98, Сервис X.25 на базе маршрутизаторов / Владимир Крат, Алексей Любимов
3. Создание сетей удаленного доступа Cisco / Кэтрин Пакет. Вильямс. 2003. 672с.: ил.
4. http://www.mark-itt.ru/CISCO/ITO/13.html#13.1