

АБСОЛЮТНО ВСЕ О X.25

СЕРГЕЙ РОПЧАН



Сети, построенные на основе технологии X.25, на сегодняшний день являются самыми распространенными сетями с коммутацией пакетов, используемыми в качестве корпоративных. Основная причина такой ситуации состоит в том, что долгое время сети X.25 были единственными доступными сетя-

ми с коммутацией пакетов коммерческого типа, в которых давались гарантии коэффициента готовности сети. Кроме того, они достаточно надежно работают даже на нестабильных линиях благодаря протоколам с установлением соединения и коррекцией ошибок на двух уровнях – канальном и сетевом.

Стандарт X.25 трактуется как “интерфейс между оконечным оборудованием данных и аппаратурой передачи данных для терминалов, работающих в пакетном режиме в сетях передачи данных общего пользования”. Он был разработан комитетом CCIT в 1974 году и пересматривался несколько раз. Стандарт наилучшим образом подходит для передачи трафика низ-

кой интенсивности, характерного для терминалов, и в меньшей степени соответствует более высоким требованиям трафика локальных сетей. Как видно из названия, стандарт не описывает внутреннее устройство сети X.25, а только определяет пользовательский интерфейс с сетью. Взаимодействие двух сетей X.25 определяет стандарт X.75.

Технология сетей X.25 имеет несколько существенных признаков, отличающих ее от других сетевых технологий:

- наличие в структуре сети специального устройства PAD (Packet Assembler Disassembler), предназначенного для выполнения операции сборки нескольких низкоскоростных потоков байт от алфавит-

но-цифровых терминалов в пакеты, передаваемые по сети и направляемые компьютерам для обработки, другими словами – сборщик-разборщик пакетов (СРП);

- наличие трехуровневого стека протоколов с использованием на канальном и сетевом уровнях протоколов с установлением соединения (connectionless), 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 (гетерогенные).

Сеть X.25 состоит из коммутаторов (Switches, S), которые также носят название центров коммутации пакетов (ЦКП), расположенных в различных географических точках и соединениях высокоскоростными выделенными каналами. Следует заметить, что выделенные каналы могут быть как цифровые, так и аналоговые.

Асинхронные старт-стопные терминалы подключаются к сети через устройства PAD. Они могут быть встроенными или удаленными. Встроенные обычно расположены в стойке коммутатора. Терминалы получают доступ ко встроенному устройству PAD по телефонной сети с помощью модемов с асинхронным интерфейсом. Это устройство также подключается к телефонной сети с помощью нескольких модемов с асинхронным интерфейсом. Удаленный PAD представляет собой небольшое автономное устройство, подключенное к коммутатору через выделенный канал связи X.25. К удаленному устройству PAD терминалы подключаются по асинхронному порту. Обычно для этой цели используется RS-232C. Один PAD обычно обеспечивает доступ для 8, 16 или 24 асинхронных терминалов.

К основным функциям PAD, определенным стандартом X.3, относятся:

- сборка поступивших символов, полученных от асинхронных терминалов в пакеты;

- разборка полей данных в пакетах и вывод данных на асинхронные данные;
- управление процедурами установления соединения и разъединения по сети X.25 с нужным компьютером;
- передача символов, включающих старт-стопные сигналы и биты проверки на четность по требованию асинхронного терминала;
- продвижение пакетов при наличии соответствующих условий, таких как заполнение пакета, истечение времени ожидания и др.

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

Несмотря на то что задача подключения “неинтеллектуальных” терминалов к удаленным хостам возникает сейчас достаточно редко, функции PAD все еще остаются востребованными. Устройство PAD часто используется для подключения к сетям X.25 кассовых терминалов и банкоматов, имеющих асинхронный интерфейс RS-232.

Стандарт X.28 определяет параметры терминала, а также протокол взаимодействия терминала с устройством PAD. При работе на терминале пользователь сначала проводит некоторый текстовый диалог с устройством, 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 хоста, с которым нужно установить соединение по сети X.25, а также установить некоторые параметры работы PAD: выбрать специальный символ для обозначения команды немедленной отправки пакета, установить режим эхо-ответов символов, набираемых на клавиатуре от устройства PAD, что является обычным локальным режимом работы терминала с хостом.

В сущности, X.3 и X.28 определяют протокол эмуляции терминала, подобный протоколу telnet стека TCP/IP. Пользователь с помощью устройства PAD устанавливает соединение с нужным хостом, а затем уже может взаи-

модействовать с операционной системой этого хоста.

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

Адресация в сетях X.25

Если сеть X.25 не подключена к какой-либо публичной сети, то она может использовать адрес любой длины (в пределах формата поля адреса) и давать адресам произвольные значения. Максимальная длина поля адреса в пакете X.25 составляет 16 байт.

Рекомендация X.121 CCIT определяет международную систему нумерации адресов для сетей передачи данных общего пользования. Если сеть X.25 хочет обмениваться данными с другой сетью X.25, то в ней следует придерживаться рекомендации X.121.

Адреса X.121 (называемые также IDN – International Data Numbers) имеют разную длину, которая может достигать до 14 десятичных знаков. Первые четыре цифры IDN называют кодом идентификации сети (Data Network Identification Code, DNIC). Сам DNIC поделен на две части: первая часть (3 числа) определяет страну, в которой находится сеть, а вторая – номер сети X.25 в данной стране. Таким образом, внутри каждой страны можно организовать только 10 сетей X.25. Если 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 определенный DTE в сети X.25.

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

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

Стек протоколов X.25

Стандарты сетей X.25 описывают 3 уровня протоколов:

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

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, участвующие в соединении, равноправны. По протоколу LAP-B устанавливается соединение между пользовательским оборудованием DTE 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, кроме адресации. Кадр LAP-B содержит одно байтовое адресное поле. 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 X.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 X.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 X.25.

Для сокращения размера адресных таблиц в коммутаторах сетей X.25 реализуется принцип агрегирования адресов. Все терминалы, имеющие общий префикс в адресе, подключаются при этом к общему входному коммутатору подсети, соответствующему значению префикса. Например, если путь ко всем терминалам, имеющим адреса с префиксом 251 456, пролегает через общий коммутатор S1, то в таблице маршрутизации коммутаторов, через которые проходит путь к коммутатору S1, помещается единственная запись – 251 456, которая соответствует как конечному hostу 251 456 12, так и конечному узлу 251 45. Маски в коммутаторах не используются, а младшие разряды адреса, которые не нужны при маршрутизации, просто опускаются.

Коммутаторы сетей X.25 представляют собой гораздо более простые и дешевые устройства по сравнению с маршрутизаторами сетей TCP/IP. Это объясняется тем, что они

не поддерживают процедуру обмена маршрутной информацией и нахождения оптимальных маршрутов, а также не выполняют преобразований формата кадров канальных протоколов, то есть они технологически проще. По принципу работы они более приближены к коммутаторам локальных сетей, чем к маршрутизаторам. Однако работа, которую выполняют коммутаторы X.25 над пришедшими кадрами, включает больше этапов, чем при продвижении кадров коммутаторами локальных сетей. Коммутатор X.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 X.25, на основании номера виртуального канала определить выходной порт, а затем сформировать новый кадр LAP-B 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 X.25 оказывается обычно невысокой – несколько тысяч пакетов в секунду. Для низкоскоростных каналов доступа, которыми много лет пользовались абоненты этой сети (1200-9600 бит/с), такой производительности коммутаторов хватало для работы сети.

Гарантий пропускной способности сеть X.25 не дает. Максимум, что может сделать сеть, – это расставить приоритеты трафика отдельных виртуальных каналов. Приоритет канала указывается в запросе на установление соединения в поле услуг.

Выводы

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