

34. Модемы для работы по аналоговым линиям, общие принципы работы и решаемые задачи

Вариант 1. Модемы для работы на выделенных каналах.

Для передачи данных по выделенным нагруженным аналоговым линиям используются модемы, работающие на основе методов аналоговой модуляции сигнала. Протоколы и стандарты модемов определены в рекомендациях CCITT серии V. Эти стандарты делятся на три группы:

- стандарты, определяющие скорость передачи данных и метод кодирования;
- стандарты исправления ошибок;
- стандарты сжатия данных.

Эти стандарты определяют работу модемов как для выделенных, так и коммутируемых линий. Модемы можно также классифицировать в зависимости от того, какой режимы работы они поддерживают (асинхронный, синхронный или оба этих режима), а также к какому окончанию (4-проводному или 2-проводному) они подключены.

В отношении режима работы модемы делятся на три группы:

- модемы, поддерживающие только асинхронный режим работы;
- модемы поддерживающие асинхронный и синхронный режимы работы;
- модемы, поддерживающие только синхронный режим работы.

Модемы, работающие только в асинхронном режиме, обычно поддерживают низкую скорость передачи данных - до 1200 бит/с. Так, модемы, работающие по стандарту V.23, могут обеспечивать скорость 1200 бит/с на 4-проводной выделенной линии в дуплексном асинхронном режиме, а по стандарту V.21 - на скорости 300 бит/с по 2-проводной выделенной линии также в дуплексном асинхронном режиме. Дуплексный режим на 2-проводном окончании обеспечивается частотным разделением канала. Асинхронные модемы представляют наиболее дешевый вид модемов, так как им не требуются высокоточные схемы синхронизации сигналов на кварцевых генераторах. Кроме того, асинхронный режим работы неприхотлив к качеству линии.

Модемы, работающие только в синхронном режиме, могут подключаться только к 4-проводному окончанию. Синхронные модемы используют для выделения сигнала высокоточные схемы синхронизации и поэтому обычно значительно дороже асинхронных модемов. Кроме того, синхронный режим работы предъявляет высокие требования к качеству линии.

Для выделенного канала тональной частоты с 4-проводным окончанием разработано достаточно много стандартов серии V. Все они поддерживают дуплексный режим:

- V.26 - скорость передачи 2400 бит/с;
- V.27 - скорость передачи 4800 бит/с;
- V.29 - скорость передачи 9600 бит/с;
- V.32 ter - скорость передачи 19 200 бит/с.

Для выделенного широкополосного канала 60-108 кГц существуют три стандарта:

- V.35 - скорость передачи 48 Кбит/с;
- V.36 - скорость передачи 48-72 Кбит/с;
- V.37-скорость передачи 96-168 Кбит/с.

Коррекция ошибок в синхронном режиме работы обычно реализуется по протоколу HDLC, но допустимы и устаревшие протоколы SDLC и BSC компании IBM.

Модемы, работающие в асинхронном и синхронном режимах, являются наиболее универсальными устройствами. Чаще всего они могут работать как по выделенным, так и по коммутируемым каналам, обеспечивая дуплексный режим работы. На выделенных каналах они поддерживают в основном 2-проводное окончание и гораздо реже - 4-проводное.

Для асинхронно-синхронных модемов разработан ряд стандартов серии V:

- V.22 - скорость передачи до 1200 бит/с;
- V.22 bis - скорость передачи до 2400 бит/с;
- V.26 ter - скорость передачи до 2400 бит/с;
- V.32 - скорость передачи до 9600 бит/с;
- V.32 bis - скорость передачи 14 400 бит/с;
- V.34 - скорость передачи до 28,8 Кбит/с;
- V.34+ - скорость передачи до 33,6 Кбит/с.

Стандарт V.34, принятый летом 1994 года, знаменует новый подход к передаче данных по каналу тональной частоты. Стандарт V.34 разрабатывался для передачи информации по каналам практически любого качества. Особенностью стандарта являются процедуры динамической адаптации к изменениям характеристик канала во время обмена информацией. Адаптация осуществляется в ходе сеанса связи - без прекращения и без разрыва установленного соединения.

Основное отличие V.34 от предшествующих стандартов заключается в том, что в нем определено 10 процедур, по которым модем после тестирования линии выбирает свои основные параметры: несущую и полосу пропускания (выбор проводится из 11 комбинаций), фильтры передатчика, оптимальный уровень передачи и другие. Первоначальное соединение модемов проводится по стандарту V.21 на минимальной скорости 300 бит/с, что позволяет работать на самых плохих линиях. Для кодирования данных используются избыточные коды квадратурной амплитудной модуляции QAM. Применение адаптивных процедур сразу позволило поднять скорость передачи данных более чем в 2 раза по сравнению с предыдущим стандартом - V.32 bis. Стандарт V.34+ позволил несколько повысить скорость передачи данных за счет усовершенствования метода кодирования. Один передаваемый кодовый символ несет в новом стандарте в среднем не 8,4 бита, как в протоколе V.34, а 9,8. При максимальной скорости передачи кодовых символов в 3429 бод (это ограничение преодолеть нельзя, так как оно определяется полосой пропускания канала тональной частоты) усовершенствованный метод кодирования дает скорость передачи данных в 33,6 Кбит/с ($3429 \times 9,8 = 33604$).

Вариант 2. Модемы для работы на коммутируемых аналоговых линиях

Для передачи данных по аналоговым коммутируемым телефонным каналам используются модемы, которые:

- поддерживают процедуру автовызова абонента;
- работают по 2-проводному окончанию, так как в телефонных сетях для коммутируемых каналов предусмотрено именно это окончание.

Чаще всего сегодня для коммутируемых каналов используются те же модели модемов, что и для выделенных, так как последние стандарты определяют два режима работы - по выделенным каналам и по коммутируемым. Естественно, такие комбинированные модели дороже моделей, поддерживающих только один режим работы - по коммутируемым каналам.

Для передачи данных по коммутируемым каналам CCITT разработал ряд основных стандартов, определяющих скорость и метод кодирования сигналов.

Стандарты первой группы являются основными и состоят из следующих спецификаций:

- V.21 - дуплексная асинхронная передача данных на скорости 300 бит/с;
- V.22 - дуплексная асинхронная/синхронная передача данных на скорости 1,2 Кбит/с;
- V.22 bis - дуплексная асинхронная/синхронная передача данных на скоростях 1,2 и 2,4 Кбит/с;
- V.26 ter - дуплексная асинхронная/синхронная передача данных на скоростях 1,2 и 2,4 Кбит/с;
- V.32 - дуплексная асинхронная/синхронная передача данных на скоростях 4,8 и 9,6 Кбит/с;
- V.32 bis - дуплексная асинхронная/синхронная передача на скорости до 14,4 Кбит/с;
- V.34 - дуплексная передача на скорости до 28,8 Кбит/с;
- V.34+ - дуплексная передача на скорости до 33,6 Кбит/с.

На практике сегодня в основном применяют модемы, поддерживающие стандарт V.34+, которые могут адаптироваться к качеству линии.

Для реализации функций автовызова современные модемы поддерживают несколько способов. При работе с модемом по асинхронному интерфейсу обычно используется система команд, предложенная компанией Hayes для своей модели Smartmodem в начале 80-х годов. Каждая команда состоит из набора обычных символов, передаваемых модему в старт-стопном режиме. Например, для указания набора номера в импульсном режиме необходимо послать модему команду ATDP. Это можно сделать даже вручную, если модем подключен к обычному алфавитно-цифровому терминалу через интерфейс RS-232C.

Для синхронных интерфейсов между модемом и DTE используются два стандарта автонабора номера: V.25 и V.25bis. Стандарт V.25 требует, чтобы, помимо основного интерфейса для передачи данных, модем соединялся с DTE отдельным интерфейсом V.25/RS-366 на специальном 25-контактном разъеме. В стандарте V.25 bis для передачи команд автовызова предусмотрен тот же разъем, что и в основном интерфейсе, то есть RS-232C. Интерфейсы V.25 и V.25 bis могут работать не только в синхронном режиме с DTE, но и в асинхронном, но в основном характерны для синхронных интерфейсов, так как в асинхронном режиме для автовызова чаще используются Hayes-команды.

Для модемов, работающих с DTE по асинхронному интерфейсу, комитет CCITT разработал протокол коррекции ошибок V.42. Однако стандарт V.42 поддерживает и процедуры MNP 2-4, поэтому модемы, соответствующие рекомендации V.42, позволяют устанавливать свободную от ошибок связь с любым модемом, поддерживающим этот стандарт, а также с любым MNP-совместимым модемом. Протокол LAP-M принадлежит семейству HDLC и в основном работает так же, как и другие протоколы этого семейства - с установлением соединения, кадрированием данных, нумерацией кадров и восстановлением кадров с поддержкой метода скользящего окна. Основное отличие от других протоколов этого семейства - наличие кадров XID и BREAK. С помощью кадров XID (eXchange Identification) модемы при установлении соединения могут договориться о некоторых параметрах протокола, например о максимальном размере поля данных кадра, о величине тайм-аута при ожидании квитанции, о размере окна и т. п. Эта процедура напоминает переговорные процедуры протокола PPP. Команда BREAK (BRK) служит для уведомления модема-напарника

о том, что поток данных временно приостанавливается. При асинхронном интерфейсе с DTE такая ситуация может возникнуть. Команда BREAK посылается в нумерованном кадре, она не влияет на нумерацию потока кадров сеанса связи. После возобновления поступления данных модем возобновляет и отправку кадров, как если бы паузы в работе не было.

Почти все современные модемы при работе по асинхронному интерфейсу поддерживают стандарты сжатия данных CCITT V.42bis и MNP-5 (обычно с коэффициентом 1:4, некоторые модели - до 1:8). Сжатие данных увеличивает пропускную способность линии связи. Передающий модем автоматически сжимает данные, а принимающий их восстанавливает. Модем, поддерживающий протокол сжатия, всегда пытается установить связь со сжатием данных, но если второй модем этот протокол не поддерживает, то и первый модем перейдет на обычную связь без сжатия.