

*СОДЕРЖАНИЕ:*

<i>Введение.....</i>	<i>3</i>
<i>Общая характеристика.....</i>	<i>4-5</i>
<i>Структура модема.....</i>	<i>5-7</i>
<i>Типы модемов .....</i>	<i>7-9</i>
<i>Управления модемами.....</i>	<i>9-10</i>
<i>Особенности стандартов V.34 и V.92.....</i>	<i>10-12</i>
<i>Факс-модемы.....</i>	<i>12-13</i>
<i>Заключение.....</i>	<i>14</i>
<i>Список литературы.....</i>	<i>15</i>

## **ВВЕДЕНИЕ**

*Редкий серьезный деловой человек, профессиональный программист или системный оператор может представить себе полноценную работу без использования такого*

*мощного, оперативного и удобного сочетания как обычная телефонная линия, модем и компьютерная сеть. В то время как первые две составляющие всего лишь техническая сторона новой организации информационного обмена между пользователями, компьютерная сеть - это та глобальная идея, объединяющая разрозненных обладателей компьютеров и модемов, систематизирующая и управляющая хаотически предъявляемыми требованиями и запросами по быстрому информационному обслуживанию, моментальной обработке коммерческих предложений, услугами личной*

*конфиденциальной переписки и т.д. и т.п. Сейчас, в условиях многократно возрастающих каждый год информационных потоков, уже практически невозможно вообразить четкое взаимодействие банковских структур, торговых и посреднических фирм, государственных учреждений и других организаций без современной вычислительной техники и компьютерных сетей. В противном случае пришлось бы содержать гигантский штат обработчиков бумажных документов и курьеров, причем надежность и быстрота функционирования такой системы все равно была бы значительно ниже предоставляемой модемной связью и компьютерными сетями. А ведь каждая минута задержки в пересылке важных информационных сообщений может вылиться в весьма ощутимые денежные потери и имиджевые крахи.*

*Без модема немыслима система электронных коммуникаций. Это устройство позволяет включиться в увлекательный, а сегодня, используя последние изобретения мира телекоммуникаций, уже и просто жизненно необходимый, мир информационных потоков, электронных баз данных, электронной почты, электронных справочников, электронных досок объявлений и многого другого. Возможности получения и обмена информацией с помощью модемов уже сегодня трудно переоценить, а то, что ждет нас завтра, мы не можем себе даже вообразить. Электронное письмо, посланное по электронной почте в любую точку земного шара, дойдет до адресата меньше, чем за два часа. Мы можем поместить какое-либо объявление или рекламу в систему телеконференции вашей сети электронной почты и эту информацию через сутки узнает весь мир (если, конечно, этого очень захотеть). Посредством модема можно, например, из Москвы подключиться напрямую к серверу в Нью-Йорке и работать с информационными базами данных, которые он содержит. Наконец, мы можем послать факс. Уже сегодня ни одна солидная брокерская контора не может обойтись без оперативного получения и передачи информации с использованием компьютерных каналов связи и, как следствие, модемов.*

Модем (модулятор-демодулятор) - это устройство связи, позволяющее компьютеру передавать данные по обычной телефонной линии. Он выполняет модуляцию аналогового сигнала телефонной линии в соответствии с поступающими от компьютера цифровыми данными. При приеме сообщений модем преобразует аналоговые сигналы в цифровые (рис. 1).

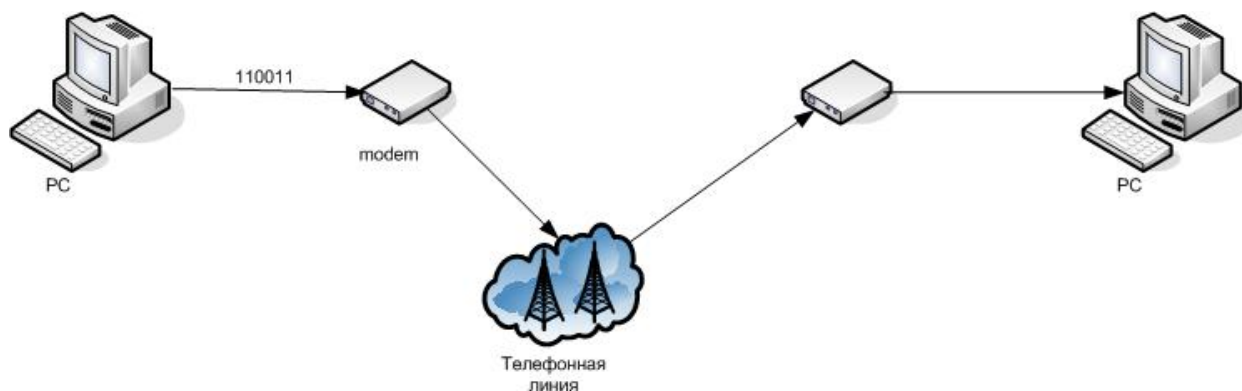


Рис.1. Работа модемов.

Модем - оборудование для передачи данных - имеет два стандартных физических интерфейса: - последовательный интерфейс передачи данных - интерфейс с телефонной линией RJ-11 (четырёхконтактный разъем). Существуют внутренние и внешние модемы. Внутренние устанавливаются в слоты расширения системной платы, внешние выполняются в виде отдельного блока.

Кроме собственно модуляции и демодуляции сигналов модемы могут выполнять сжатие и декомпрессию пересылаемой информации, а также заниматься поиском и исправлением ошибок, возникнувших в процессе передачи данных по линиям связи.

Модем выполняется либо в виде внешнего устройства, которое одним выходом подсоединяется к телефонной линии, а другим к стандартному USB-порту компьютера, либо в виде обыкновенной печатной платы, которая устанавливается на общую шину компьютера. Внутренние варианты модемов могут быть приспособлены как к обычной ISA, так и к PCI шинам.

Контроллер модема - это, как правило, специализированный микрокомпьютер типа SC1107 или SC1108, содержащий восьмиразрядное АЛУ, ПЗУ в 8 Кбайт, ОЗУ 128 байт, таймер, командный регистр, контроллер прерываний, стек, порт ввода/вывода. Если плата модема присоединена к системной шине ПК, то применяется "параллельный" контроллер SC1107. Если же плата работает с компьютером посредством RS232, то используется "последовательный" контроллер SC1108. В некоторых конструкциях роль контроллера выполняет процессор 8031 с внешним ПЗУ (i2732,2764) и микросхемой 74LS373.

Основной характеристикой модема является его производительность, измеряемая количеством битов, переданных за 1 секунду. Изначально скорость модема измерялась в бодах (1бод = 1 бит/с). Однако бод используется в технике связи и относится к частоте изменения аналогового сигнала, переносящей биты данных по телефонной линии.

В 80-х годах скорость бодов равнялась скорости передачи модемов (300 бод было эквивалентно 300 бит/с). Затем инженеры связи разработали методы сжатия и кодирования данных. В результате каждая модуляция аналогового сигнала могла переносить больше одного бита информации. Это означает, что скорость в бит/с больше скорости в бод. Так модем со скоростью модуляции 28800 бод может в действительности передать до 115200 бит/с.

Международные стандарты, определяющие скорость модема, используемые методы кодирования и сжатия, определяют совместимость модемов от разных производителей (таблица.1).

Стандарт модемов	Скорость передачи	Функции
V.32bis	14400 бит/с	Передача
V.34	28800 бит/с	Передача
V.42	57600бит/с	Контроль ошибки
V.42bis / MNP5	27600-75800 бит/с	Сжатие

### СТРУКТУРА МОДЕМА

Одна из возможных структурных схем модема показана на рис. 2.

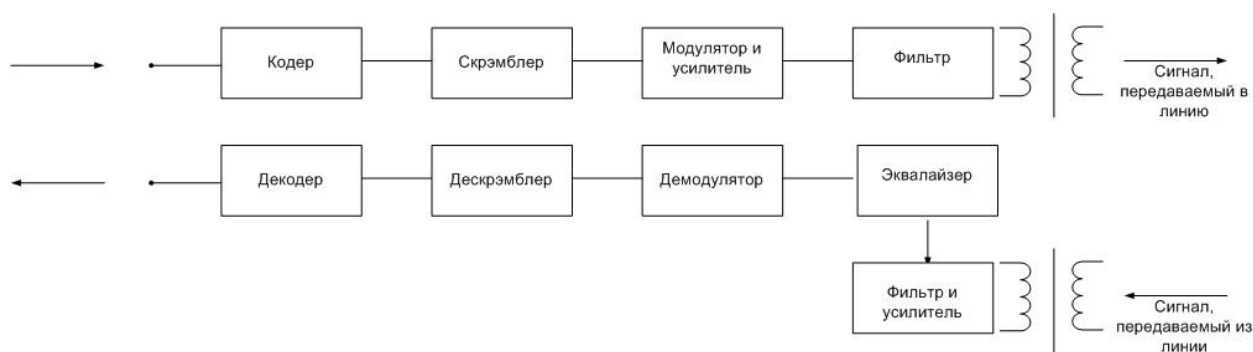
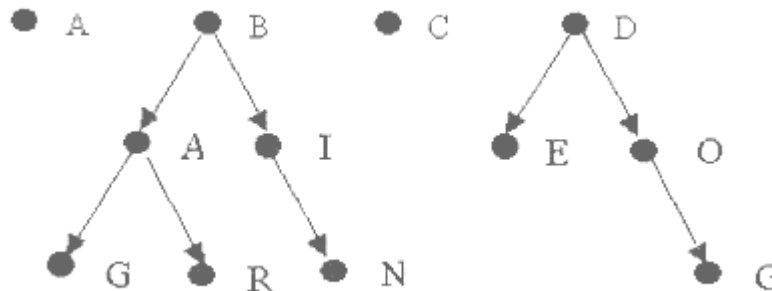


Рис.2 Структурная схема модема

Она содержит типовые функциональные узлы обработки и преобразования сигналов, из числа которых намеренно исключены некоторые второстепенные узлы, предназначенные для организации синхронизации и обработки служебных сигналов. Далее узлы, осуществляющие прямое и обратное преобразования в передающей и приемной части модема, рассматриваются по-парно.

Кодер/декодер предназначены для защиты от ошибок и «сжатия» данных. Защита от ошибок предполагает включение в пакеты передаваемых данных избыточного циклического кода (CRC), как и в локальных компьютерных сетях. При этом в качестве стандартных протоколов, более подробно описывающих форматы данных (в том числе число бит в коде CRC - 16 или 32), используются протоколы серии MNP (Microcom Networking Protocol от фирмы Microcom) или V.42 (международный стандарт ITU-T).

Протокол V.42bis представляет собой протокол сжатия данных. Если нельзя увеличить пропускную способность линии передачи из-за ограничения, накладываемого теоремой Шеннона, то можно уменьшить избыточность передаваемой текстовой информации, используя свойство повторяемости цепочек символов в словах. Для этого на передающем и приемном конце линии модемы (точнее, их кодеры и декодеры) организуют и поддерживают идентичные динамические словари в виде структур типа дерева с отдельными символами в качестве узлов (см. рис.3.). Достаточно передавать не сами слова, а, фактически, специальным образом описанные (в виде чисел) части словарей (пути в дереве), содержащие требуемые последовательности символов. Так, часть словаря на рис. 3. позволяет описать строки символов A, B, BA, BAG, BAR, BI, BIN, C, D, DE, DO и DOG относительно соответствующих корневых узлов.



**Рис.3. Пример представления части словаря при работе протокола сжатия V.42bis.**

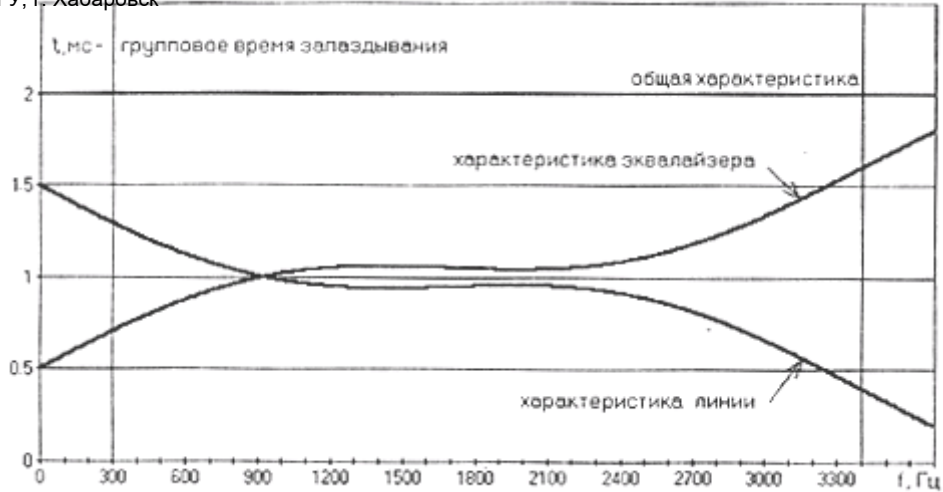
Скремблер/дескремблер производят такое преобразование передаваемого и принятого сигналов, которое исключает влияние длинных цепочек из логических нулей или единиц, а также коротких повторяющихся последовательностей на надежность синхронизации в приемной части модема. Скремблер при необходимости «прореживает» такие последовательности за счет вставляемых принудительно логических нулей или единиц, делая преобразованные данные псевдослучайными, а дескремблер удаляет лишние биты, восстанавливая исходный вид данных.

Описанная проблема (зависимость качества синхронизации от вида передаваемых данных) существенна, конечно, не только при модемной связи, но и при любых видах обмена цифровыми данными по последовательной линии передачи, в которой не предусмотрена посылка отдельного синхросигнала. Такая ситуация характерна для компьютерных сетей, в которых для решения указанной проблемы вместо простых кодов передачи используются самосинхронизирующиеся коды (типа двухуровневых кодов Манчестер-II или трехуровневых кодов с высокой плотностью единиц — KBП или BNZS в английском варианте названия).

Эквалайзер включается в приемной части модема и служит для компенсации зависимости группового времени запаздывания в линии от частоты. Для улучшения качества передачи речевых сигналов их спектральные составляющие на разных частотах должны приходиться к удаленному модему с одинаковой задержкой. Идеальная компенсация показана на рис. 12.6. На практике в высокоскоростных модемах собственное групповое время запаздывания эквалайзера подстраивается автоматически.

В приемной части модемов, работающих в дуплексном режиме на обычной двухпроводной телефонной линии, требуется осуществлять также эхо-компенсацию.

Соответствующий функциональный узел на рис. 4. не показан. Проблема состоит в том, что при дуплексном обмене передающий модем может воспринять порожденный им же сигнал, отраженный от другого конца линии, как пришедший от удаленного модема. В стандартах для высокоскоростных модемов (в частности, в стандарте V.34) предусмотрена процедура эхо-компенсации и установлены ограничения на уровень отраженного сигнала (он должен быть меньше полезного сигнала не менее чем на 25...30 дБ) и его максимальную задержку (не более 200...300 мс). Практическая реализация эхо-компенсации в высокоскоростных модемах предусматривает автоматическое определение параметров отраженного сигнала (его амплитуды и задержки) на этапе установления соединения.



**Рис.4.** Идеальная компенсация эквалайзером зависимости группового времени запаздывания в линии от частоты.

Фильтры и усилители на рис. 4 являются традиционными устройствами при обработке сигналов на фоне шумов и помех и не нуждаются в более подробном описании.

В современных модемах большая часть функций выполняется программой, управляющей работой цифрового сигнального процессора (ЦСП). Для исключения эффекта наложения спектров принципиально использование непрерывных аналоговых фильтров. Нужны также аналоговые усилители, АЦП и ЦАП для преобразования аналоговых сигналов в цифровые и обратно

### ТИПЫ МОДЕМОВ

В различных линиях передачи данных используются различные методы передачи: асинхронные и синхронные. Тип модема зависит от метода передачи и назначения сети.

### АСИНХРОННЫЕ МОДЕМЫ

Стандартные телефонные линии наиболее часто используют асинхронную связь, при которой данные передаются последовательным потоком (рис. 2).



**Рис.5.** Асинхронная передача (последовательный поток) данных

При старт-стопной передаче отсутствует синхронизация между приемником и передатчиком. Передающий модем просто шлет данные, а принимающий - принимает, а затем проверяет, что они приняты без ошибок. Для обнаружения ошибок выделяется дополнительный бит - **бит четности**. Если информационные биты имеют нечетное число «1», то в бит четности заносится «1», если четное - «0». При приеме осуществляется контроль четности. Если в процессе передачи произошло искажение какого-либо разряда («1» → «0» или «0» → «1»), то будет получено нечетное количество «1» и обнаружена ошибка.

Стандарт модемов V.32 не предусматривает аппаратного контроля ошибок, и он возлагается на специальное программное обеспечение, работающее с модемом. Модемы V.42 использу-

ют как альтернативную коррекцию ошибок (и поддерживают MNP-1). Недостатком асинхронной связи является то, что ~ 25% трафика данных состоит из управляющей и контролирующей информации.

Сжатие уменьшает время, необходимое для передачи данных (за счет удаления избыточных элементов или пустых участков). Наиболее распространенными стандартами сжатия являются V.42bis и MNP5 (Microsoft Network Protocol class 5). Различные стандарты определяют различные аспекты работы модема. Поэтому один и тот же модем, чтобы увеличить производительность, иногда использует комбинацию протоколов передачи данных и контроля ошибок. Например, при использовании модемов на асинхронном аналоговом канале связи между ЛВС хорошие результаты может дать следующая комбинация: V.32bis - передача; V.42 - контроль ошибок; V.42bis - сжатие. Однако необходимо, чтобы модемы на обеих сторонах поддерживали одни и те же протоколы. Асинхронные или последовательные модемы дешевле синхронных, поскольку не нуждаются в схемах и компонентах для управления синхронизацией.

## СИНХРОННЫЕ МОДЕМЫ

Синхронная связь основана на согласованной работе двух устройств. Ее цель - выделить биты из группы при передаче их блоками. Эти блоки называют **кадрами**. Для установки синхронизации и периодической проверки ее правильности используются специальные символы.



Рис.4. Синхронная передача данных

Поскольку биты передаются в синхронном режиме, стартовые и стоповые биты не нужны (рис.3). Передача завершается в конце одного кадра и начинается вновь на следующем кадре. Этот метод более эффективнее, чем асинхронная передача, т. к. доля передаваемой полезной информации может превышать 95% (в то время как при асинхронной передаче не более 75 - 80%). В случае обнаружения ошибки синхронная схема распознавания и коррекции ошибок просто повторяет передачу кадра. Синхронные протоколы:

- ✓ разбивают данные на блоки;
- ✓ добавляют управляющую информацию;
- ✓ устанавливают соединение;
- ✓ проверяют данные на наличие ошибок.

Основные протоколы синхронной связи: SDLC - протокол синхронного управления каналом (Synchronous Data Link Control); HDLC - высокоуровневый протокол управления каналом (High Data Link Control); BISYNC - протокол двоичной синхронной связи (Binary Synchronous Communication protocol).

Синхронная связь используется практически во всех цифровых системах связи. Если для соединения удаленных ПК используются цифровые линии, то необходимо устанавливать синхрон-

каф. ВТ, ТОГУ, г. Хабаровск  
нельзя. Следует отметить, что из-за высокой стоимости и сложности синхронные модемы для домашних условий и небольших ЛВС, как правило, не предлагаются.

По режиму работы, когда передача данных осуществляется только в одном направлении, называется полудуплексным (*half duplex*). Вообще говоря, оба компьютера, как правило, могут одновременно обмениваться информацией в обе стороны. Этот режим работы называется полным дуплексом, или просто дуплексом (*full duplex*).

Также модемы могут отличаться друг от друга, например, по методам модуляции. Ведь, как известно, у одного и того же сигнала, определяемого во времени, можно модулировать амплитуду, частоту и фазу. Наиболее известны три метода модуляции: FSK (*Frequency Shift Keying*), PSK (*Phase Shift Keying*) и QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*). FSK является разновидностью частотной модуляции (ЧМ), а PSK - фазовой (ФМ).

FSK использует четыре выделенные частоты. При передаче информации сигнал частотой 1070 Гц интерпретируется как логический ноль, а сигнал частотой 1270 Гц - как логическая единица. При приеме ноль соответствует сигналу 2025 Гц, а единица - 2225 Гц.

PSK использует две частоты: для передачи данных - 2400 Гц, для приема - 1200 Гц. Данные передаются по два бита, при этом кодировка осуществляется посредством сдвига фазы сигнала. Используются следующие сдвиги фазы для кодировки: 0 градусов для сочетания битов 00, 90 градусов для 01, 180 градусов для 10, 270 градусов для 11.

В методе квадратной амплитудной модуляции QAM одновременно изменяются фаза и амплитуда сигнала, что позволяет передавать большее количество информации. В современных модемах используется так называемая модуляция с решеточным кодированием TCQAM (*Trellis Coded QAM*), или просто TCM.

## УПРАВЛЕНИЯ МОДЕМАМИ

Управление модемом может осуществляться как непосредственно - органами управления на лицевой панели, так и с ООД - оконечного оборудования данных (терминалов, ПЭВМ и т.п.).

Для повышения удобства и расширения возможностей ручного управления во многие модемы введены т.н. универсальные модули управления и отображения, в некоторых типах модема они являются съемными.

Такие модули имеют текстовый дисплей, позволяющий устанавливать конфигурацию модема в режиме "меню". Они создают возможность в процессе работы выполнять измерение и отображать некоторые параметры, характеризующие качество работы модема (раскрыв "глазковой диаграммы", частоту ошибок, состояние цепей стыка, уровень принимаемого сигнала, сдвиг частоты принимаемого сигнала и др.), а в процессе установления соединения отображать сообщения о прохождении его отдельных этапов: набора номера, приема ответного тона, комбинации настройки.

В большинстве модемов управление соединением и установка режима работы и проверки может выполняться также с помощью органов управления и средств отображения, расположенных на лицевой панели. В качестве последних используются знаковые жидкокристаллические дисплеи. Для управления модемом с ПЭВМ разработаны связные программы, как универсальные, так и специализированные (для отдельных модемов). В настоящее время существует значительное количество различных связных программ, как напр, Procomm, MTEZ, Bitcom, Flashlink и др.

Связные программы включены также в состав прикладных пакетов программ (например,

Супер-ВТ, ТРГУ, Хабаровск Smartcom II и III, Relay Gold, Lotus Express, Open Access и другие). В состав некоторых связанных программ также входят программно реализуемые протоколы защиты от ошибок, такие, как Kermit (программа Bitcom), Xmodem, Ymodem (программа Flashlink) и даже протокол MNP, класс 5 (программы Flashlink, MTEZ, Bitcom).

Следует отметить, что возможно непосредственное управление модемом с ПЭВМ или терминала путем введения команд (AT или V.25bis) по цепи 103 стыка ООД с модемом (с помощью простейшей программы управления последовательным стыком). Управление модемом с использованием набора команд AT всегда ведется в асинхронном режиме, поэтому для обеспечения синхронного взаимодействия с ООД необходимо сначала установить соединение между модемами в асинхронном режиме, а затем либо перевести ООД в синхронный режим, либо подключить к модему синхронное ООД вместо асинхронного.

Все модемы обладают диагностическими и тестовыми возможностями, т.е. имеют встроенный генератор стандартной тестовой последовательности и индикатор ошибок, обеспечивают включение местных и удаленных цифровых и аналоговых шлейфов для самопроверки и проверки канала передачи данных. Диагностические и тестовые режимы также могут включаться как вручную (если в модеме имеются соответствующие органы управления), так и дистанционно (с ООД).

### ОСОБЕННОСТИ СТАНДАРТОВ V.34 И V.90

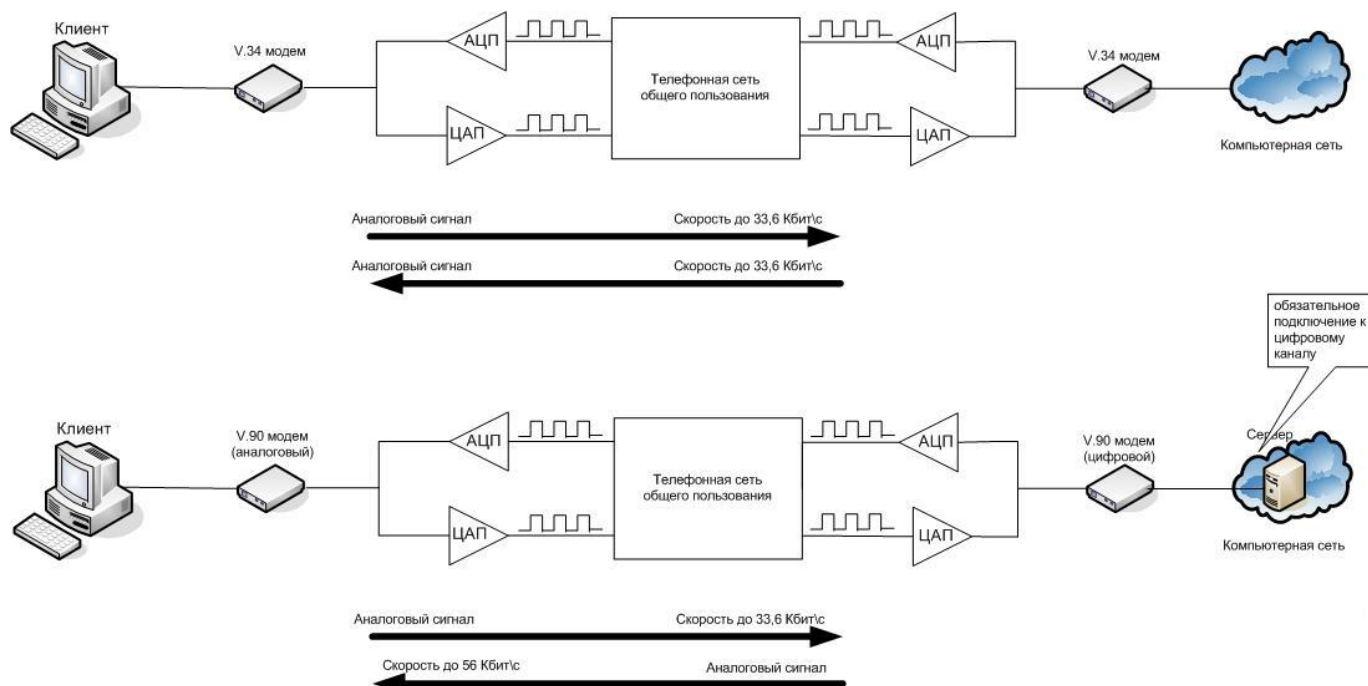
Стандарт V.34 имеет длинное название, перевод которого звучит так: «Модем, обеспечивающий передачу данных со скоростями до 28800 (33600) бит/с для использования на коммутируемой сети общего пользования и на двухточечных двухпроводных выделенных каналах телефонного типа». Таким образом, этот стандарт ориентирован на использование в наиболее распространенных типах телефонных линий. Стандарт V.34 имеет две «версии» или редакции — в первой редакции стандарта от 1994 г. предусматривалась скорость передачи не выше 28800 бит/с, во второй от 1998 г. этот предел был увеличен до 33600 бит/с. Кроме перечисленных ранее, этот стандарт имеет целый ряд других особенностей, наиболее принципиальные из которых перечислены ниже.

- Более полное использование полосы пропускания телефонной линии. Из шести предусмотренных стандартом V.34 символьных скоростей передачи две наибольшие (3200 и 3429 символов/с) требуют ширины полосы пропускания линии, большей стандартного значения 3100 Гц, но достижимой для ряда реальных телефонных линий.
- Введение в передаваемый сигнал наряду с линейными нелинейных предискажений для частичной компенсации нелинейных искажений, вносимых аппаратурой с импульсно-кодовой модуляцией (ИКМ), работающей на линии. На комплексной плоскости такие предискажения выглядят в виде неравномерного (отличающегося от строго решетчатого) расположения сигнальных точек.
- Развитый сервис, включающий возможность организации асимметричной передачи (разные скорости, несущие частоты, число точек на комплексной плоскости и другие режимы работы для модемов на противоположных концах линии), полудуплексного обмена (эхо-компенсация не используется) и дополнительного канала.
- Автоматический адаптивный выбор режимов работы модемов в соответствии с параметрами реальной телефонной линии. Для этого модемы попеременно передают друг другу последовательность из 21 гармонических колебаний с частотами в диапазоне от 150 до 3750 Гц, определяют возможные режимы работы и обмениваются информацией о них. Настройка скорости работы модемов в соответствии с качеством связи (отношением сигнал-шум) означает, что фактически скорость может уменьшаться с шагом 2400 бит/с и в случае отношения сигнал-шум менее 20 дБ (реальная цифра для некоторых отечественных телефонных линий, особенно при междугородней связи) окажется не более 9600 бит/с. Связь ряда достижимых значений скоростей передачи с отношением сигнал/шум для стандарта V.34 показана на рис. 5.

Как следует из анализа особенностей стандарта V.34, он практически полностью использует возможности, предоставляемые стандартными аналоговыми телефонными линиями. Дальней-

шифротехники. Для скорости передачи возможен только при использовании линий с большей полосой пропускания, что и предусмотрено в стандарте V.90 для модемов со скоростью передачи до 56 Кбит/с, часто обозначаемых как V.90- или 56К-модемы. Стандарт V.90 на 56К-модемы утвержден ИТУ-Т в сентябре 1998 г. Появление этого стандарта положило конец данному классу K56Flex (в связи с которым упоминаются фирмы 3COM, Rockwell и Lucent Technologies) и X2 (от фирмы US Robotics).

На рис. приведена иллюстрация принципа работы обычных (со скоростью передачи до 33600 бит/с на основе стандарта V.34) и 56К (V.90)-модемов в телефонной сети общего пользования.



Хотя большая часть сети цифровая, при работе на обоих концах линии модемы, соответствующие протоколу V.34, используют ее как полностью аналоговую. Это означает необходимость использования аналого-цифровых преобразователей (АЦП) при передаче сигналов в обоих направлениях. В результате дискретизации сигналов по амплитуде АЦП вносят заметный вклад в ухудшение отношения сигнал-шум, и скорость передачи в обоих направлениях одинакова (при самых благоприятных условиях до 33600 бит/с). Однако если на одном из концов линии (у провайдера) использовать специальный цифровой V.00-модем, подключенный непосредственно к цифровой части телефонной сети, а на другом конце (у клиента) аналоговый V.90-модем, то в направлении от провайдера к пользователю АЦП отсутствует, и скорость может быть увеличена (теоретически) до 56 Кбит/с.

Рис.5. Иллюстрация принципа работы обычных и 56К (V.90)-модемов

Сама по себе цифровая телефонная сеть имеет скорость передачи 64 Кбит/с, однако наличие дополнительных искажений и шумов от работы ЦАП и АТС, хотя и меньших по уровню, чем шум дискретизации АЦП, ограничивает достижимую скорость передачи. Кроме того, тестирование 56К-модемов показывает возможность достижения скорости в диапазоне 40...50 Кбит/с при связи с местной телефонной станцией и 28...33 Кбит/с при работе на международных линиях.

Таким образом, достижение скорости передачи 33,6 Кбит/с и, тем более, 56 Кбит/с требует выполнения целого ряда условий. В первую очередь сама по себе телефонная линия со всем оборудованием, которое используется для преобразования сигналов и коммутации каналов, должна быть достаточно качественной в смысле малости вносимых искажений сигналов (см. 12.2).

каф. ВТ, ТОГУ, г. Хабаровск  
Чтобы работа со скоростью 56 Кбит/с была возможной, необходимо выполнение трех дополнительных условий.

1. Цифровое подключение на одном из концов (со стороны провайдера).
2. Поддержка стандарта V.90 на обоих концах. Стандарт V.90 должен поддерживаться на обоих концах соединения: как аналоговым модемом пользователя, так и сервером удаленного доступа или модемным пулом на стороне хост-компьютера. Переход к стандарту V.90 не означает обязательного приобретения нового модема, т.к. некоторые из них допускают чисто программный «upgrade».
3. Одно аналого-цифровое преобразование. На пути следования сигнала между цифровым модемом V.90 и аналоговым модемом может быть только одно аналого-цифровое преобразование.

Если необходимы подробности, то их можно найти в сети Internet (достаточно в одной из русских поисковых систем указать ключевое слово «V.90»). Однако самый правильный (и неизбежный) шаг состоит в том, чтобы выяснить все у выбранного провайдера и, по возможности, осуществить пробную эксплуатацию 56К-модема (некоторые из провайдеров предоставляют такой вид сервиса).

## ФАКС-МОДЕМЫ

Заметим, что сама идея передачи изображений по линиям проводной связи не нова и впервые была предложена ещё в 1842 году, а первая работающая факсимильная машина появилась на свет спустя 12 лет. Правда, затем эта идея была забыта почти на столетие.

Система, обеспечивающая электронную передачу обычного текста, чертежей, фотографий и схем, должна обеспечивать сканирование документа на передающей стороне, преобразование информации в форму, пригодную для передачи по имеющемуся каналу связи, и формирование на бумажном носителе на приемлемой стороне дубликата - факсимиле - исходного документа. Системы телефакса наиболее быстро распространились в Японии, поскольку именно там большинство передаваемых сообщений пишется от руки.

Кроме того, распространению телефакса способствовало и то обстоятельство, что документы, традиционно отправляемые через службу доставки (чертежи, схемы, фотографии), могли теперь быть отправлены или получены почти моментально. Стоимость доставки в этом случае приблизительно равняется стоимости телефонного звонка.

Факсимильные машины стали популярны во второй половине 60-х годов, когда МККТТ принял набор стандартов для телефаксов, названных Group 1 и

Group 2 (или G1, G2). Однако телефаксы, отвечающие требованиям G1 и G2, были исключительно аналоговыми и страдали неточностью передачи информации. Так, для передачи одной страницы текста форматом A4 с разрешающей способностью 4 линии на миллиметр аппаратной группы G1 требовалось 6, а группы G2 - 3 минуты. Существенный скачок в развитии факсимильной связи произошёл в 1980 г., когда ССИТТ ввёл стандарт Group 3 (G3), который определял методы цифрового сканирования и сжатия информации. Иными словами, избыточность информации в сигнале снижалась ещё до её передачи. В отличие от первых аналоговых телефаксов, работающих со

скоростью 300 бит/с, аппарат, отвечающий стандарту G3, передаёт информацию со скоростью 9600 бит/с, что позволяет отправлять страницу документа менее чем за минуту (обычно за 15 - 20 секунд). Сам процесс модуляции - демодуляции сигнала определяется стандартом V.29. Эффективные методы сжатия позволяют в некоторых случаях сократить количество передаваемой информации на 70 - 80 %.

Телефаксы, бит/сек. Приближаясь к стандарту G3, используют так называемое статическое кодирование. Однако в отличие от обычных методов таблицы для кодирования изображений содержат информацию не о частоте появления символов или их комбинаций, а о частоте появления чёрно - белых линий различной длины. Например, для кодирования информации со стандартного листа формата А4 с разрешением 8 точек на 1 мм потребовалось бы около 4 Мбайт памяти. Передача такого объёма информации при отсутствии сжатия заняла бы несколько десятков минут. Однако любая содержательная строка факса состоит, вообще говоря, из отрезков чёрного и белого цветов различной длины. Так, если взглянуть на обычную машинописную страницу, то число перемен цвета от белого к чёрному и обратно равно примерно удвоенному числу символов в строке, то есть при 80 - символьной строке переходов будет около 160. Такая схема кодирования весьма компактна, к тому же в данном случае могут учитываться их взаимосвязи между строками. Предусмотрены, например, кодовые комбинации типа "следующая строка такая же, как предыдущая" или "этот фрагмент такой же, как предыдущий". Заметим, что все вышеописанные алгоритмы позволяют восстанавливать сжатые данные без потерь, то есть в исходном виде.

Для стандарта Group 3 имеются два различных уровня разрешения: нормальное 203 на 98 точек/дюйм и высокое - 203 на 196 точек/дюйм. В режиме высокого разрешения время передачи обычно удваивается. Другой особенностью передачи в соответствии с G3 является автоматический протокол подстройки скорости передачи информации. Если аппарат, отвечающий стандарту G2, пытается связаться с аппаратом, выполненным в соответствии с G3, то последний автоматически снижает скорость приёма. Когда из-за плохого качества линии невозможна связь со скоростью 9600 бит/с, телефакс (G3) автоматически пробует наладить связь на скорости 7200 бит/с, затем 4800 бит/с и т.д. .

Заметим, что стандарт V.29 определяет полудуплексный режим работы модема. Кроме того, процесс модуляции-демодуляции сигнала для факс-плат может определяться стандартами V.27ter (4800 бит/с) и V.17(14,4 Кбит/с).

Перспективным протоколом для телефаксов, передающих информацию по цифровым сетям связи ISDN, является стандарт Group 4 (G4), который определяет передачу изображения с разрешением 400 x 400 точек на дюйм. Однако в настоящее время подавляющее число телефаксов соответствует стандарту G3.

Вообще говоря, в состав любого телефакса входят сканер для считывания документа, модем, передающий и принимающий информацию по телефонной линии, а также принтер печатающий принимаемое сообщение на термо- или обычной бумаге. Разумеется, в платах факс-модемов такие узлы, как сканер и принтер, отсутствуют. Информация представлена только в "электронном" виде .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

*Последние годы характеризуются быстрым совершенствованием модемов и расширением масштаба их использования. Основными причинами этого стали создание новых высокоэффективных методов модуляции и цифровой обработки сигналов: многопозиционной модуляции в сочетании со сверточным кодированием и приемом по максимуму правдоподобия, методов защиты от ошибок и сжатия данных.*

*Технологической базой этого процесса стало создание специализированных БИС для модемов, необходимым компонентом которых являются высокоскоростные цифровые сигнальные процессоры.*

*В массовом производстве был освоен выпуск модемов для коммутируемых каналов на скоростях 14400 бит/с и 28800 бит/с. (что практически совпадает с теоретической границей скорости передачи). Благодаря применению в модемах защиты от ошибок, обеспечивается высокая достоверность передачи, а за счет введения функции сжатия данных - фактические скорости передачи до 57600 бит/с. Эти факторы, наряду с сохраняющимся значительным объемом использования аналоговых телефонных каналов, обусловили быстрое развитие разработки, производства и применения модемов.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. С. Хабаров - "Компьютерные сети" (конспект лекций)
2. Иллюстрированный самоучитель по локальным сетям
3. А. Борзенко "IBM PC: устройство, ремонт, модернизация. " //  
ТОО "КомпьютерПресс", Москва, 1996 г.
4. Компьютерра // Москва ООО"Пресса" 1996 - 1997 г.