



Аналоговые модемы - это устройства для передачи данных по телефонным каналам связи. Узкая полоса пропускания таких линий требует от аналоговых модемов использования методов модуляции, способных повысить скорость передачи информации только за счет повышения соотношения сигнал/шум. Значительным прорывом в достижении больших скоростей (до 28.8 Кбит/с) стало принятие в 1994 году стандарта V.34.

Первоначально велись работы по разработке стандарта V.FAST, предполагавшего работу модемов на коммутируемых телефонных линиях со скоростью до 19,200 бит/с. Ограничение в 19,200 бит/с было связано с концепцией CCITT (сейчас эта организация называется ITU-T), которая заключалась в принятии нового стандарта из V-серии только в случае высокой степени гарантии установления соединения на реальных линиях связи.

Эта концепция изменилась в ходе разработки стандарта V.34 по двум причинам. Во-первых, тестирование предварительных протоколов показало, что скорость, превышающая 19,200 бит/с, может быть достигнута на достаточно большом количестве линий связи. Во-вторых, при использовании высококачественных каналов наблюдался запас по полосе пропускания, то есть ее часть не использовалась. Эти два аргумента привели к разработке новой концепции, позволяющей включить в стандарт более высокие скорости, даже если они не всегда будут достижимы.

Предварительные тестирования стандарта V.34 в Европе показали, что в одних странах только треть линий позволила передавать данные со скоростью 28,800 бит/с, а в других - все линии, на которых проводились испытания, обеспечили передачу данных с максимальной скоростью.

Передача данных. Телефонные линии приспособлены к аналоговым сигналам. В силу того, что речь человека имеет диапазон от 30 гц до 10 Кгц (музыка имеет больший диапазон), то для экономии телефонная линия пропускает сигнал от 100 гц до 3 Кгц. Именно это ограничение связывает возможности для передачи данных на больших скоростях. Компьютеры могут быть соединены не только через телефонную линию, но и с использованием радиоволн и инфракрасного излучения.

В этом случае провода не нужны.

В конечном итоге данные, посланные в параллельном канале, в последовательном порту преобразуются в последовательную передачу со старт-стоповыми битами, передаются в модем, где они моделируются, то есть, накладывается на несущую частоту передаваемого по линии сигнала, затем посылаются на другой модем. Далее они преобразуются в цифровую форму, посылаются в последовательный порт, где преобразуются в параллельный вид, после чего посылаются процессору для обработки.

Цифровые данные посылаются побитно, причем посылка может быть двух видов: синхронная и асинхронная. При синхронной передаче пакет данных состоит из заголовка, куда входит адрес места назначения, самих данных и контрольной суммы. При асинхронной передаче передаются стартовый бит, 8 бит данных, возможно, бит проверки на четность, и стоповый бит, свидетельствующий о конце передачи. Такой вид используется в последовательном канале.

Кроме того, при передаче данных может быть использовано три режима: дуплексный, при котором данные передаются в обоих направлениях одновременно, полудуплексный, при котором данные могут передаваться в обоих направлениях, но в каждый момент времени в одном направлении, и симплексный – передача данных только в одном направлении.

Передача данных от модема к модему и от модема к компьютеру имеет разную скорость, поэтому, чтобы данные не потерялись, модем имеет буфер, где полученные данные хранятся.

Некоторые модемы сжимают данные перед отправкой, при получении другой модем расшифровывает эти данные. Существуют файлы, которые уже были сжаты, поэтому этот способ может не дать преимуществ при передаче. Чтобы избежать потери данных, скорость передачи данных от модема к компьютеру должна быть в несколько раз выше, чем между модемами, что на практике и реализовано.

При передаче данных часто используется единица **бод**, которую порой путают с бит/сек. На самом деле это разные величины. 1 бод - это один символ, посылаемый в единицу времени, причем это могут быть не только данные, но и управляющие сигналы. Символ может представлять собой несколько бит. Если сигнал состоит из двух видов: 0 и 1, то символ обозначает 1 бит, если 512, то 9 бит ($2^9 = 512$). При передаче данных с небольшой скоростью 1 бод примерно равен 1 бит/сек. При большой скорости модем посылает данные уже на нескольких частотах, поэтому в

каждый момент времени передается не один, а несколько бит, то есть скорость, измеряемая в бит/сек, а не бод/сек, будет в несколько раз выше, чем скорость в бодах. Часто указываемая скорость в бодах подразумевает скорость в битах/сек.

При передаче через модем можно приблизительно определить, сколько времени требуется для передачи, деля скорость передачи на 10, например, если передача происходит со скоростью 28 800 бит/сек, то за секунду будет передано примерно 2 880 байт или символов ($28\ 800/10=2\ 880$).

Модем подключается к последовательному порту компьютера и работает с последовательными данными. Обычно модем используется для работы в Интернет, однако может служить и для связи между двумя произвольными компьютерами непосредственно. Модемы используются также как факс, для передачи факсимильных сообщений. Они могут иметь встроенный адаптер для создания речевых сообщений в режиме автоответчика.

При соединении модем посылает сигналы, которые также выводятся на динамики и их можно услышать в виде продолжающегося меняющегося звука в течение нескольких секунд. Принимающий модем определяет тот стандарт, по которому он сможет работать, а также производит настройки тактовой частоты, то есть выполняет моделирование по фазе. После этого динамик отключается, но сигналы продолжают поступать, в частности, их можно прослушать через параллельный телефон.

Модемы бывают двух типов: **внутренние и внешние**. Внутренние выполнены в виде карт расширения и вставляются в разъем материнской платы, внешние имеют свой корпус и при помощи кабеля подключены к последовательному порту. Последние виды модемов могут подключаться через шину USB (и иногда получают электропитание от компьютера), благодаря чему используются во время работы компьютера, освобождают разъем и имеют другие преимущества. При подключении модема к последовательному порту для высокоскоростных моделей нужно, чтобы порт тоже был быстродействующим. Так, для модемов со скоростью 56 Кбит/сек требуется скорость в последовательном порту в 115 Кбит/сек. Более высокая скорость порта нужна потому, что посылаются также управляющие сигналы между компьютером и модемом, которые не передаются по телефонной линии. В случае, когда порт не поддерживает высоких скоростей, данные могут теряться. Внешние устройства можно отключить, выключив блок питания, а внутренний – лишь при выключении компьютера, что неудобно при зависании модема.

Модемы можно разделить на две категории: первый вид (Class2) имеет внутренний процессор, который обрабатывает данные, во втором данные обрабатываются центральным процессором (Class1), они также называются **Windows модемами**, несколько дешевле первого типа. Такой модем, если процессор старый, может сильно замедлять работу компьютера, но если пользователь довольно редко выходит в Интернет и посылает лишь время от времени небольшое количество сообщений электронной почты, то это допустимо. Вполне целесообразно его применение и в том случае, если на компьютере стоит мощный процессор.

Часто модем характеризуется **протоколом**, с которым он работает.

Существуют протоколы модуляции сигнала, протоколы коррекции ошибок, сжатия данных и работы с факсимильной связью (факс). Модем имеет несколько протоколов по каждому из этих видов. К протоколам коррекции ошибок относятся V.42, MNP2-4, MNP10, сжатия данных – V42bis, MNP5.

Одной из основных характеристик модема является скорость передачи данных, причем указываемая максимальная скорость может составлять для современных устройств 33,6 или 56 Кбит/сек. Если указывается скорость 33,6 Кбит/сек, то используется вся полоса и данные передаются в обоих направлениях со скоростью 33,6 Кбит/сек. в случае, если линия это позволяет. Если линия этого не позволяет, то происходит переход на более низкую скорость. Скорость 56 Кбит/сек. обеспечивает получение данных с большей скоростью, чем при их отправлении, так как частот на прием здесь больше, чем для передачи, однако передача от модема осуществляется с меньшей скоростью.

Кроме того, нужно, чтобы оба модема имели одинаковые характеристики, иначе передача данных не достигнет максимальной скорости. Для этого перед покупкой модема у провайдера нужно уточнить тип модема, с которым он лучше работает. Ниже приведена таблица соответствия между некоторыми протоколами и скоростью передачи по нему.

Приставка bis означает, что стандарт был пересмотрен. Начиная со скорости 14 400, все протоколы дуплексные, то есть передают сообщения в обе стороны одновременно. С символа V могут начинаться названия не только стандартов, определяющих протокол передачи данных, но и другие виды протоколов, например, V.24 содержит список определенных сигналов между двумя модемами, V.25bis - командный язык для управления модема, и т.д., существуют и другие названия, например, MNP, бывают начинающиеся с символа V, но далее находятся не цифры, а символы, например, V.FC.

Действуют следующие протоколы MNP: MNP1 и MNP2 - устарели и в настоящее время не используются; MNP3 - обеспечивает синхронную передачу; MNP4 - передает данные в синхронном режиме пакетами от 32 до 256 байт данных, при этом размер пакета зависит от качества телефонной линии. Для менее качественной линии используется меньший по размеру пакет, для более - больший; MNP5 - обеспечивает синхронный режим, при этом используется сжатие данных, имеет два алгоритма сжатия повторяющихся сообщений; MNP6 - обеспечивает синхронный режим, также использует сжатие данных; MNP7, MNP8, MNP9 - обеспечивает синхронный режим, при этом использует более совершенные методы сжатия; MNP10 - используется при некачественной линии для передачи данных. В момент начала работы устанавливает самую низкую скорость, а если линия способна работать с повышенной передачей, то скорость возрастает.

Существуют также следующие протоколы:

Xmodem - протокол выпущен в 1977 году. Передающий модем посылает особый сигнал NAK, затем, после приема, принимающий модем выдает сигнал NAK до тех пор, пока не получит пакет данных, который состоит из символа начала данных (SOH), номера блока, данных размером 128 байт и контрольной суммы (CS). При получении данных и их проверке на правильность по контрольной сумме посылается сигнал о том, что данные приняты (ACK), а если приняты неправильно, то посылается сигнал (NAK). Если имеется несколько неудачных передач данных, сеанс связи прекращается. По окончании передачи посылается символ EOT, сообщающий об окончании сеанса.

Существуют модификации этого протокола, например, в Xmodem CRC контрольная сумма увеличена до 16 байт, что повышает надежность передачи, Xmodem 1k - размер блока данных увеличен до 1 килобайта, Xmodem G - передает данные, причем контрольная сумма находится в конце не блока данных, а файла.

Ymodem - основан на протоколе Xmodem, с величиной передаваемых данных 1 килобайт, передает имя файла и его атрибуты. Кроме того, в первом блоке содержится информация о том, имеются ли следующие файлы для передачи.

Kermit - использует пакеты данных до 94 байт, в основном применяется в Unix системах.

Zmodem - передает данные размером от 64 до 1024 байт с их сжатием. При сбое посылает данные с того момента, когда был сбой.

Vmodem – дальнейшее развитие протокола Zmodem с возможностью посылать данные в двух направлениях одновременно.

Иногда могут потребоваться **команды модема**, например, для его тестирования. Ниже приведен список некоторых команд модема (отметим, что модификации модемов могут иметь разный набор команд):

ATA - готовность модема к работе;

ATADPномер – пульсовой набор номера телефона;

ATADTномер – тоновый набор номера телефона;

ATW – ожидание несущей;

ATMx – работа громкоговорителя, где 0-выключен, 1-включен;

ATLx – громкость громкоговорителя от 0 до 7;

ATQx – сообщения модема о выполнении команд: 0-включен, 1-выключен;

ATNx – 0-отключение модема от линии, 1-подключение;

ATZ – восстановление первоначального режима работы;

AT&W – запись текущих параметров модема в память;

ATSx=значение – определение характеристик модема;

+++ - переключение модема в режим команд;

A\ – повторение последней команды.

При передаче данных по модему используются специальные протоколы для сжатия данных, для их более быстрой передачи и методы корректировки ошибок. Такие стандарты обозначаются MNP (Microcom Networking Protocol – сетевой протокол Microcom), а также некоторые из стандартов, начинающиеся с буквы V (V.41, V42 и V42bis).

Для передачи данных используется специальный протокол, то есть правило, по которому данные передаются и принимаются. Для нормальной работы нужно, чтобы оба модема (посылающий и принимающий) могли работать с этими протоколами. При методах исправления данных помимо них посылается

специальная комбинация CRC, которая служит для определения ошибок. При приеме данные проверяются, то есть производятся вычисления и сравнение блоков CRC (вычисленного и проверочного) и в случае нормальной работы посылается сигнал о том, что данные приняты правильно.

Замечания. Код страны в компьютере совпадает с префиксом международного телефона. Телефонный номер состоит из следующих цифр: Код страны (10 для России), + код региона (495 или 499 для Москвы) + номер АТС (3 цифры) + номер телефона внутри АТС(4 цифры)

Если модемом экспериментировали и он не работает, то чтобы сбросить значения параметров, можно перезагрузить компьютер, при этом выключив и включив модем, или ввести команду AT&F, а для определения параметров модема ввести AT&V.

Передача текстовой информации по телефонным каналам называется дейтелефонной связью.

Модемы **содержат** в себе: адаптер порта ввода-вывода для работы с телефонной линией; адаптер порта ввода-вывода для работы с компьютером; процессор, производящий модуляцию/демодуляцию сигнала и обеспечивающий протокол связи; память, где хранится программа управления микросхемами, поддерживаются параметры модема, и оперативная память; контроллер, управляющий сообщениями с компьютером и компонентами модема.

Модем может иметь часть из этих компонентов, причем недостающую часть будет моделировать центральный процессор, например, контроллер. Такие модемы называют программными.

Самой главной характеристикой является скорость передачи данных. Совсем недавно стандартом была скорость 14,4 Кбит/сек (конечно, были и меньшие скорости), затем появились устройства, позволяющие передавать информацию со скоростью 28,8 и 33,6 Кб/сек. Сейчас максимальная скорость передачи достигла 128 Кб/сек и обеспечила максимальную возможность передачи по телефонной сети.

Разумеется, устройства, которые работают со скоростью 33,6 Кб, могут также работать и при более медленных скоростях, а именно 28,8 и 14,4 Кб/сек., но не наоборот. Так, если на одном конце будет находиться модем, обеспечивающий скорость передачи 28,8 Кб/сек, а на другой - 14,4, то передача будет происходить

со скоростью 14,4 Кб/сек

Дискретные модемы

В настоящее время используется несколько **форматов**: ADSL, HDSL, IDSL, ISDN, HPNA, SHDSL, SDSL, VDSL, WiMAX и беспроводные модемы с использованием беспроводной связи (Wi-Fi). Они часто называются как xDSL (Digital Subscriber Line - цифровая абонентская линия).

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line — асимметричная цифровая абонентская линия) появилась в 1987 году и является один из самых первых и самый распространенный цифровой формат передачи данных. Позволяет отправлять данные от пользователя в сеть со скоростью от 16 до 640 кбит/сек (по стандартам 0.5, 0.8, 1.2, 1.3, 3.5 Мбит/сек, а получать данные со скоростью 1.5, 0.8, 5, 8, 12, 25 Мбит/сек). Так как обычно пользователь получает данные, а не посылает, то данное разделение скоростей не ощущается пользователем, кроме случаев видеосвязи. Поэтому со временем стали появляются другие виды форматов с использованием коаксиального кабеля (кабельное телевидение, скорость до 100 Мбит/сек) и разъема Ethernet (локальная сеть со скоростью до 1 Гигабита/сек). В ряде европейских стран стандарт ADSL стал стандартом, по которому каждый житель получал доступ в интернет.

Обычная телефонная линия использует для пропускания частоты от 0.3 до 3.4 КГц, у ADSL модема нижняя частота для исходящего потока составляет 26 кГц, а верхняя 138 КГц, а для входящего потока от 138 кГц до 1.1 МГц. Таким образом, можно разговаривать по телефону и передавать и получать данные одновременно.

Тем не менее, первые модемы не позволяли достаточно комфортно разговаривать по телефону, так как высокочастотная часть модема вносила посторонние шумы в телефонный разговор (и наоборот разговор вносил искажения в передачу данных). Чтобы этого избежать стали применять частотный фильтр (Splitter-частотный разделитель), который пропускал к телефону только низкие частоты.

HDSL (High Data rate digital Subscriber Line высокоскоростная цифровая абонентская линия) разработана в конце 80х годов. Она использует не одну, а две пары проводов и имеет скорость либо 1.5 Мбит/сек (американский стандарт) либо 2.0 Мбит/сек (европейский стандарт) и позволяет передавать сигнал до 4 километров, а в некоторых случаях до 7 километров. Используется в основном для организаций.

IDSL (ISDN Digital Subscriber Line — цифровая абонентская линия ISDN) позволяет передавать данные со скоростью 144 Кбит/сек.

ISDN (Integrated Services Digital Network - цифровая сеть с интеграцией обслуживания) появилась в 1981 году и имеет скорость передачи данных в 64 Кбит/сек.

HPNA (Home Phoneline Networking Alliance - название объединённой ассоциации некоммерческих промышленных компаний) работает либо со стандартным телефонным, либо коаксиальным кабелем. Последний стандарт (3.1) позволяет передавать данные со скоростью до 320 Мбит/сек., по стандарту 2.0 - 10 Мбит/сек.

SHDSL (Symmetric High-speed DSL - симметрическая высокоскоростная DSL) позволяет передавать данные по одной паре проводов со скоростью от 192 Кбит/сек до 2.3 Мбит/сек, а по двум парам в два раза больше на расстояние до 6 км.

SDSL (Symmetric Digital Subscriber Line - симметричная цифровая абонентская линия) использует одну пару кабелей со скоростями от 128 до 2048 КБит/сек. Действует на расстояние от 3 до 6 км.

VDSL (Very-high data rate Digital Subscriber Line - сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия) имеет высокую скорость передачи данных от 13 до 56 Мбит/сек от сети к пользователю и 11 Мбит/сек в обратном направлении на расстояние до 1.2-1.4 км.

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) представляет собой беспроводную связь в диапазоне волн от 3.5 до 5 ГГц по стандарту 802.16-2004 (или фиксированный WiMAX) и 2.3-2.5, 2.5-2.7, 3.4-3.8 ГГц по стандарту 802.16-2005 (или мобильный WiMAX). Имеет много сходных параметров с Wi-Fi, но отличается тем, что может передавать сигнал на большое расстояние и, кроме того, несколько дороже.

Bluetooth (перевод - синий зуб) разработана в 1998 году и используется для беспроводной связи с компьютером в свободном от лицензирования диапазоне 2.4 - 2.4835 ГГц. Он не имеет разъема и располагается внутри компьютера (устройства), используется для передачи данных при помощи радиоволн между различного вида компьютеров, сотовыми телефонами, принтерами, фотоаппаратами, клавиатурой, мышью, джойстики, наушники, МФУ, сканерами и прочими. Сущность метода состоит в том, что в определенном диапазоне псевдослучайно меняется частота скачкообразно 1600 раз в секунду. Такое изменение частоты происходит

одновременно для приемника и передатчика, которые работают синхронно по такой схеме. Устройства могут находиться друг от друга на расстоянии до 200 метров в зависимости от препятствий между ними (стенами, мебелью и пр.).

Устройство приема-передачи находится внутри компьютера и не видно. Если в компьютере нет такого устройства, то можно подключить внешнее устройство через разъем USB, которое позволяет работать с этим видом передачи данных.

Имеются стандарты: 1.0 (1998 год), 2.0 EDR (2004) со скоростью передачи данных 3 Мбит/сек, на практике около 2 Мбит/сек, 2.1 (2007 год) с использованием энергосберегающей технологии, упрощенное установление связи между устройствами, также стала более защищенной, 2.1 EDR стало требоваться еще меньше электроэнергии, еще больше упростилось соединение устройств и повысилась надежность, 3.0 HS (2009) со скоростью передачи до 24 Мбит/сек. 4.0 стал использоваться в iPhone в 2011 году, позволяет передавать данные со скоростью в 1 Мбит/сек. порциями от 8 до 27 байт.

Существуют профили для этого стандарта, которые представляют собой набор функций. Для того, чтобы устройства могли работать по конкретному профилю, нужно чтобы оба устройства поддерживали этот профиль.

Например, A2DP (двухканальная передача стерео аудиоданных), AVRCP (передача стандартных функций телевизоров), VIP (пересылка изображений), BPP (пересылка текста, электронных писем на принтер) и так далее

Wi-Fi используется для создания беспроводной сети. Разработан в 1991 году NCR Corporation и AT&T, сопровождается альянсом компаний Wi-Fi Alliance и соответствует стандарту IEEE 802.11. Используется для подключения к сети (локальной и интернет) компьютеров и сотовых телефонов.

Устройство приема-передачи находится внутри компьютера и не видно. Если в компьютере нет такого устройства, то можно подключить внешнее устройство через разъем USB, которое позволяет работать с этим видом передачи данных.

Имеются следующие стандарты: 802.11a использует частоты в 5 ГГц, обеспечивая скорость (в теории) до 54 Мбит/сек.; 802.11b использует частоты в 2.4 ГГц, обеспечивая скорость (в теории) до 11 Мбит/сек. (практически не используется); 802.11g использует частоты в 2.4 ГГц, обеспечивая скорость до 54 Мбит/сек. (наиболее распространенный); 802.11n использует частоты в 2.4 и 5 ГГц, обеспечивая скорость от 150 до 600 Мбит/сек. (недавно разработанный, начинает набирать силу). В данном стандарте увеличена дальность передачи данных, на

связь меньше действуют преграды. Данный стандарт использует технологию MIMO (Multiple Input Multiple Output – множественный ввод, множественный вывод), которая позволяет использовать отраженные волны от стен. Если устройство имеет одну антенну, то может работать со скоростью 150 Мбит/сек, две антенны – 300 Мбит/сек, три – 450 – Мбит/сек, четыре (еще не выпускаются) – 600 Мбит/сек. Однако заявленная скорость передачи данных отличается от реальной. Так вместо 300 Мбит/сек получается около 100 - 130Мбит/сек (так как половина передаваемой информации – служебные символы), что также достаточно для работы. А при наличии стен, скорость еще падает, например, для трех стен снизится до 50 Мбит/сек.

Так как некоторые бытовые приборы работают на частоте 2.4 ГГц (например, микроволновая печь), они могут создавать помех. Поэтому желательно иметь устройство, которое работает на двух частотах: на 2.4 и 5 ГГц.

Существуют также кабельный модемы для подключения к кабельному телевизионному каналу.

Обычно цифровые модемы могут содержать элементы, которые используются как **шлюз** между локальной сетью и интернетом: маршрутизатор, межсетевой экран и прочее. [2]

3G модем

3G модем для мобильного Интернета — специальное устройство для приема и передачи данных от операторов сотовых сетей. Позволяет получить доступ и пользоваться преимуществами серфинга в Глобальной сети за счет тарифа одного из выбранных поставщиков услуг.

На сегодняшний день такие модемы очень популярны в местах, где не представлены различные провайдеры с другими способами доступа. Обычно это удаленная сельская местность, дачные поселки или пригороды. Основные требования для подключения — наличие хорошего сигнала от любого из операторов.

Устройство представляет собой специальный приемопередатчик, который работает по типу обмена данными в сетях сотовых операторов, позволяя принимать и передавать информацию. Таким образом пользователь получает доступ к Глобальной сети при помощи мобильного сигнала в одном из стандартов связи, например, 3G или 4G LTE. С его помощью можно подключить к сети персональный

компьютер, ноутбук или провести соединение с Wi-Fi роутером для раздачи доступа всем домашним гаджетам. [3]

Список литературы

[1]. Березин С.Б. А у тебя нет такой штучки? Модемы: Учеб. пособие / С.Б. Березин. БХВ-Петербург, 2004. - 288 с.

[2]. Берлин А. Н. Цифровые сотовые системы связи: Учеб. Пособие / Берлин А. Н. Эко-Трендз, 2007. -296 с.

[3]. Лагутенко О. И. Современные модемы: Учеб. Пособие / О.И. Лагутенко. - Эко-Трендз, 2002. - 346 с.