Развитие протоколов передачи данных

Впервые автору пришлось столкнуться с модемами в 1993 году и так сложилось, что с тех пор его работа неразрывна связана с этими устройствами. Для передачи информации использовались различные сети. Это Телефонная сеть общего пользования (ТфОП), Цифровая сеть делового обслуживания (ЦСДО) Искра-2, выделенные аналоговые каналы. В то время в качестве аппаратуры передачи данных использовались обычные 2-проводные модемы ничем не отличаемые от тех, которые можно было приобрести на рынке, например, Discovery 2400 CM/D. Этот модем поддерживал протокол передачи V.22 bis (смотри табл. 1, где представлена эволюция протоколов передачи данных Международного союза электросвязи отдела телефонии (ITU-T), бывший МККТТ (CCITT)), созданный в 1957 году, и протокол сжатия MNP-5 (смотри табл. 4) и протокол коррекции ошибок MNP-4. Восемь лет назад эта был неплохой модем и было бы также неплохо, если бы он работал на максимальной скорости, но, к сожалению, дела обстояли не очень хорошо. Соединение часто рвалось, качество передаваемой информации было низко, да и скорость не всегда соответствовала максимальной. В чем же были причины этого, прежде всего, конечно, в каналах связи и самое главное в прямых проводах, которые шли от АТС (автоматическая телефонная станция) или МТС (междугородняя телефонная станция) до пользователя.

Спустя некоторое время после выхода протокола V.32 bis в нашей стране появились модемы обеспечивающие максимальную скорость 14400 бит/с. Были приобретены модемы поддерживающие данный протокол. Это были Unicom 1414 VQE, USRobotics, ZyXEL. Кроме этого протокола последние содержали и фирменные, такие как HST и ZyX (смотри табл. 3, где представлены различные фирменные протоколы передачи данных). Перечисленные выше модемы позволяли работать со скоростями до 14400 – 16800 бит/с, но в реальности скорость передачи данных редко превышала 4800 – 9600 бит/с. Таким образом, возник вопрос: “Почему?” И начались попытки выяснения причин влияющих на скорость и качество передачи данных.

Табл. 1. Протоколы передачи данных Международного союза электросвязи

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Стандарт | Год утверждения | Максимальная скорость, бит/с | Дуплекс/полудуплекс | Коммутируемые/ выделенные | Тип модуляции |
| V.21 | 1964/1984 | 200/300 | FDX(FDM) | PSTN | FSK |
| V.22 | 1980/1988 | 1200 | FDX(FDM) | PSTN | DPSK |
| V.22 bis | 1984/1988 | 2400 | FDX(FDM) | PSTN | QAM |
| V.23 | 1964/1988 | 1200 | HDX | PSTN | FSK |
| V.26 | 1968/1984 | 2400 | HDX | Private | DPSK |
| V.26 bis | 1972/1984 | 2400 | HDX | PSTN | DPSK |
| V.26 ter | 1984/1988 | 2400 | FDX(EC) | PSTN | DPSK |
| V.27 | 1972/1984 | 4800 | HDX | Private | DPSK |
| V.27 bis | 1976/1984 | 4800 | HDX | Private | DPSK |
| V.27 ter | 1976/1984 | 4800 | HDX | PSTN | DPSK |
| V.29 | 1976/1988 | 9600 | HDX | Private | QAM |
| V.32 | 1984/1988 | 9600 | FDX(EC) | PSTN | QAM/TCM |
| V.33 | 1985/1988 | 14400 | FDX | Private | TCM |
| V.17 | 1991 | 14400 | FDX(EC) | PSTN | TCM |
| V.32 bis | 1991 | 14400 | FDX(EC) | PSTN | TCM |
| V.34 | 1996 | 33600 | FDX | PSTN | QAM |
| V.90 | 1998 | 56700/33600 | FDX | PSTN | PCM/QAM |
| V.92 | 2000 | 56700/48000 | FDX | PSTN | PCM |

Первый значительный прорыв в ответе на вопрос “Почему?” произошел в 1994 году после покупки измерителей каналов тональной частоты (ТЧ) TDA-2 и TDA-3 у фирмы “Аналитик-ТС” и более внимательного изучения протоколов передачи данных и норм на каналы ТЧ, тогда еще приказ № 50. Обсуждение первых результатов измерений с Андреем Кочеровым, сотрудником “Аналитик-ТС”, внесли некоторую ясность в существующую у нас проблему, а значит стала ясна направленность дальнейших наших действий.

Как видно из табл. 1, первые протоколы имели низкую скорость передачи данных, что обуславливалось, тем, что в пору их создания существующие телефонные сети обладали рядом характеристик, которые не позволяли передавать по ним информацию с большей скоростью. Оборудование, используемое на сетях связи, в большинстве своем было аналоговое, что вносило следующие негативные характеристики:

* + ограничение полосы пропускания канала. Эта характеристика связана с завалами частоты на краях канала, кроме того, его ширина могла значительно уменьшится при неоднократном прохождении через участки НЧ (низко-частотный) переприема. Этот параметр характерен для каналообразующей аппаратуры с частотным разделением каналов (ЧРК), в частности К-60П. Стандартно канал ТЧ имеет полосу пропускания от 300 до 3400 Гц. При 12 транзитных участках с аппаратурой К-60П эффективно передаваемая полоса сужается до пределов 450 - 2850 Гц.
  + сдвиг частоты. Он вызывается отсутствием синхронизма между задающими генераторами в оконечных устройствах аппаратуры с ЧРК.
  + неравномерность группового времени прохождения (ГВП). Это проявляется в виде неодновременности прихода боковых полос к приемнику, что препятствует восстановлению сигнала.
  + импульсные помехи. Они могут быть связаны с коммутационным оборудованием, перекрестными наводками от вызывных импульсных токов.
  + перерывы связи. Они вызываются плохими контактами в разъемах, реле, искателях, что характерно для декадно-шаговых автоматических телефонных станций (АТСДШ).

В связи с перечисленным выше первые протоколы разрабатывались для ограниченной полосы частот на которой такие мешающие факторы, как ГВП и сужение полосы пропускания, не оказывали значительного влияния. В качестве вида модуляции использовалась частотная и фазоразностная. В качестве протоколов использующих этот вид модуляции можно привести V.21 - V.27, а также протоколы AT&T, приведенные в табл. 2. Так как на выделенных каналах не используется коммутация, то и качество передаваемой информации на них значительно превосходит коммутируемую сеть, так и появился протокол V.29, который использует квадратурную амплитудную модуляцию и большую, неже ли низшие протоколы полосу частот.

Табл. 2. Протоколы передачи данных AT&T

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Стандарт | Максимальная скорость, бит/с | Дуплекс/ полудуплекс | Коммутируемые/ выделенные | Тип модуляции |
| Bell 103J | 300 | FDX(FDM) | PSTN | FSK |
| Bell 108 | 300 | FDX(FDM) | PSTN | FSK |
| Bell 113 | 300 | FDX(FDM) | PSTN | FSK |
| Bell202 | 1200 | FDX(FDM) | Private | DPSK |
| Bell212A | 1200 | FDX(FDM) | PSTN | DPSK |
| Bell 201 | 2400 | HDX | PSTN | DPSK |
| Bell 208 | 4800 | HDX | Private | QAM |

Время шло, шло развитие коммутационного и каналообразующего оборудование, а также развитие микропроцессоров, как следствие улучшаются характеристики каналов связи, а значит появляется возможность создания более высокоскоростных модемов. Но замена каналообразующего оборудования происходила не в один момент, и поэтому выпуск более скоростных протоколов, таких как V.33 для выделенных каналов и V.32, V.32 bis для ТфОП, был нацелен все еще на то, чтобы использовать не всю возможную полосу частот каналов ТЧ, а только ее часть – от 600 до 3000 Гц. Этим страдали и другие фирменные протоколы, которые представлены в табл. 3:

* + Express 96 "Ping Pong Protocol". Этот протокол появился в модемах Hayes в 1987 году марки Smartmodem 9600. Модем использовал частный протокол модуляции, называемый Express 96 (также известный как Hayes " Ping Pong Protocol"). По своей сути он был близок к V.32. На сегодняшний день он не используется.
  + CompuCom CSP. В то время, когда каждый изготовитель модема переходил на V.32, компания CompuCom в 1991 году выпустила модем SpeedModem Champ. Это был модем со скоростью 9600 бит/с с частным протоколом модуляции, называемым CSP. SpeedModem Champ был модемом с частным протоколом, который стоит меньше, чем модем с V.32. CompuCom распалась в 1992 году.
  + HST. Протокол HST разработан фирмой U.S.Robotics и реализован в модемах фирмы серии Courier в 1989 году.

Табл. 3. Фирменные протоколы передачи данных

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Стандарт | Год утверждения | Максимальная скорость, бит/с | Дуплекс/ полудуплекс | Коммутируемые/ выделенные | Тип модуляции |
| CSP | 1991 | 9600 | FDX(EC) | PSTN | QAM/TCM |
| Express96 | 1987 | 9600 | FDX(EC) | PSTN | QAM/TCM |
| V.32 ter | 1993 | 19200/16800 | FDX(EC) | PSTN | TCM |
| V.32 ter/ASL |  | 21600 | FDX(EC) | PSTN | TCM |
| ZyX |  | 19200/16800 | FDX(EC) | PSTN | TCM |
| HST | 1992 | 16800/14400 | FDX | PSTN | TCM |
| HST/ASL |  | 21600 | FDX | PSTN | TCM |
| PEP | 1988 | 19200 | HDX | PSTN | QAM |
| TurboPEP |  | 23000 | HDX | PSTN | TCM |
| V.fast | 1994 | 28800 | FDX | PSTN | TCM |
| X2 | 1997 | 56700/33600 | FDX | PSTN | PCM/QAM |
| K56Flex | 1997 | 56700/33600 | FDX | PSTN | PCM/QAM |

Исключение составляли лишь полудуплексные протоколы семейства PEP разработаны фирмой Telebit и реализованы в модемах фирмы серий TrailBlazer (PEP) и WorldBlazer (TurboPEP), начиная с 1985 года, которые в 1988 году достигли скорости 19200 бит/с, а в последствии и 23000 бит/с. Они пытались использовать всю возможную полосу каналов ТЧ и показывали неплохое качество работы и высокие скорости передачи данных. Но, к сожалению, были они достаточно дороги и закрыты, что сказалось на их распространении и конечно же на скорости. Поэтому организация где я работал не могла позволить себе купить подобную аппаратуру, а обходилась более дешевыми моделями модемов.

Но не все оказалось так плохо. Длительное измерение выделенных каналов, приведение их параметров в норму значительно изменило положение вещей. В ряде случаев произошло повышение скоростей работы аппаратуры передачи данных, а в большинстве своем мало, что изменилось, и спустя время выяснилось почему – в наших бедах оказались виновными прямые провода, которые шли от МТС к конечным пользователям и ложная уверенность их в том, что чем выше уровень передаваемого сигнала, тем лучше. Это хорошо проходило с прямыми проводами, но было не допустимо для аналоговых систем передачи.

Это были проблемы междугородних выделенных каналов, а вот дела с коммутируемой сетью обстояли значительно хуже. Установление соединения в этом случае происходит каждом по разному, конечно, если не используется внутристанционное соединение, и найти участок который виновен в низкой скорости не представляется возможным, тем более, что на ТфОП до сих пор преобладают механические АТС, и немалую часть занимают АТСДШ. Для этих АТС характерны перерывы связи, из-за быстрого износа скользящих контактов, а также нарушение контактов из-за вибрации стоек, связанной с установлением соединения. На ЦСДО “Искра-2” системы типа АТСДШ отсутствуют, поэтому наблюдаются значительно лучшее качество и более высокие скорости.

Таким образом повлиять на коммутируемые сети было не возможно и поэтому все внимание было уделено выделенным междугородним каналам. “Вылизывание” каналов дало свои плоды, и со временем скорости аппаратуры передачи данных уже редко опускались ниже 14400 – 9600 бит/с, но требовалось большее. Эти скорости уже не удовлетворяли конечных пользователей, при этом учтите, при передаче данных использовался синхронный режим при котором нельзя было воспользоваться как протоколами сжатия, так и протоколами коррекции ошибок. Потребности росли. Появилась необходимость передавать одновременно данные и голос. Таким образом, мы перешли к другому типу передачи информации.

Одновременная передача данных и голоса

Существует еще одно направление в разработке протоколов передачи данных - это одновременная передачи данных и голоса, которая бывает просто необходима, например, при работе врачей и людей других специальностей, при работе которых необходим одновременный обмен данных и голоса. Работы в данном направлении велись начиная с 60-х годов. Как было сказано раньше, характеристики каналов в то время, да и техника не позволяли работать аппаратуре передачи данных с высокими скоростями, поэтому в качестве речепреобразующих устройств использовались вокодары: формантный и полосовой, которым было достаточно скорости 1200 – 2400 бит/с. Передача речи шла, либо в ущерб передачи данным, то есть она прерывала последнюю, либо совместно, то есть на каждую из передач выделялась полоса, в которой они и велись. Речь получалась синтезированная, из чего следовала плохая разборчивость – ниже 90 %, и плохая узнаваемость. С подобной техникой автору пришлось работать, так что он знаком с ней не понаслышке. Данные системы не получили коммерческого развития, а использовались в основном для служебных переговоров, либо в спецаппаратуре.

Первые протоколы, реализующие подобную услугу для коммерческого использования, появились в начале 90-х. В качестве примера могу привести протокол MSP Multi-Tech System. Чем же отличаются способы объединения речи и данных?

Протокол ASVD, например V.61, обрабатывает голос, данные, и информацию управления как раздельные объекты. Пользователю, это обеспечивает некоторый комфорт, потому что голос не цифровой.

Протокол DSVD, например V.70, обрабатывает всю информацию, которую он получает как цифровую. Речевым пакетам дан приоритет над пакетам данных, но они передаются через ту же самую схему как и данные. Ничего не делается для того, чтобы увеличивать скорости передачи данных, обнаружив паузу. Скорость передачи данных увеличивается только за счет использования протоколов сжатия модема.

Но подобные нововведения требуют достаточно высокой скорости и качества передаваемых данных, что редко обеспечивалось на практике. Таким образом, назрела необходимость введения нового протокола передачи данных.

Появление V.34

Необходимость в высоких скоростях передачи данных заставила разработать и выпустить на рынок следующие протоколы: HST, ZyX, V.32terbo со скоростями от 16800 до 19200 бит/с. Они разрабатывались на основе протокола V.32bis. Но и этих скоростей стало не хватать. Различные компании начинают разработку модема, работающего со скоростью 28800 бит/с - V.fast. И в 1996 году был объявлено о выходе V.34, который включал в себя различные технологии запатентованные 17 компаниями. Этот протокол в отличии от предшествующих, за исключением PEP и TurboPEP, использует всю ширину аналогового канала. Это и многое другое позволяет ему работать на скоростях до 33600 бит/с по аналоговому каналу, но работа модема на максимальной скорости не возможна через аппаратуру с ЧРК, так как происходит выход за пределы канала ТЧ, поэтому максимальная скорость для канала ТЧ составляет 31200 бит/с, что тоже не плохо. Этот протокол явился последним аналоговым протоколом передачи данных.

Автор решил узнать, чем отличается новый протокол от предыдущих. Для этой цели была создан протокол для сбора статистики на каналах ТЧ, а также программа его реализующая, которая позволила собрать большой объем статистической информации в совокупе с протоколами измерений прибором TDA-3, который упоминался ранее. Для сбора статистики использовались следующие модемы: Paradyne COMSPHERE 3920 Plus, ZyXEL 2864, ZyXEL 288S, ZyXEL 1496, ZyXEL 1496 Plus, Unicom 1414VQE, US Robotics Courier V. Everything, Discovery CM/D 2400.

Исследования установили, что на качество передаваемой информации влияют следующие характеристики каналов ТЧ – это перерывы связи, скачки фазы, амплитуды, импульсные помехи. Знание этого позволило автору предсказывать качество передачи данных для определенной скорости, которую стало возможным определять при помощи методики компании “Аналитик-ТС”. Кроме того, было выявлено, что использование нового протокола (V.34) на малых скоростях (до 9600 бит/с) не выгодно. Его рекомендуется использовать лишь на более высоких скоростях. Таким образом, результаты проведенных многолетних исследований позволили создать некоторую методику, следуя которой можно было повысить качество передаваемой информации. На рис. 1 представлена реальная ситуация при которой было значительно повышено качество передаваемой информации. Оказалось, что у аппаратуры передачи данных был завышен уровень на передачу, и его снижение до нормы привело к результатам представленным на рис. 1.

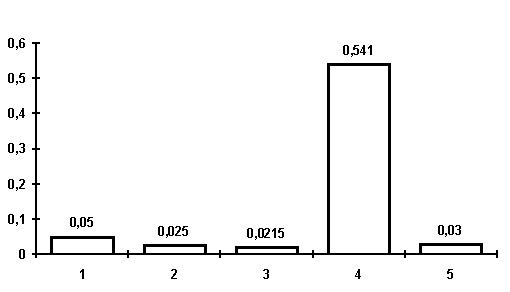


Рис. 1. Вероятность появления ошибочного пакета на канале Калининград - Москва: 1 - 3 - прогнозируемая вероятность появления ошибочного пакета при длинах 1024, 512, 256 и менее соответственно, 4 - реальная вероятность ошибочного пакета, 5 - реальная вероятность ошибочного пакета после настройки АПД

Время не стоит на месте. В начале 1997 года появились модемы, работающие со скоростями до 56700 бит/с по протоколам X2 (3Com-USRobotics) и K56Flex (Lucent Technologies (AT&T), Motorola, Rockwell), а осенью 1998 года был принят протокол V.90 ITU, включающий в себя 11 пунктов из стандарта K56Flex и 1 пункт из X2. Эти модемы предназначены для работ с цифровыми АТС. Идущий к абоненту поток может передаваться со скоростями до 56700 бит/с, а от него на скоростях до 33600 бит/с, то есть по V.34. Этот протокол используют ИКМ (импульсно-кодовая модуляция) и обеспечивают взаимодействие аналоговых и цифровых сетей. Так как скорости первичного канала ЦСП (цифровой системы передачи) составляют 32, 40, 64 Кбит/с, то протокол V.90 обеспечивают непрерывность передачи данных.

Что же это дало для конечного пользователя? Прежде всего это позволило полноценно работать с Интернет, ведь в данной сети больше информации идет к пользователю, а от него лишь команды управления. Но эти преимущества получило меньшинство, так как я уже писал выше, в России преобладают электромеханические АТС и аналоговые каналы связи, так что повышение скорости мало сказалось на повышении производительности. Максимальная скорость возможная на канале ТЧ не превышает 3100 бит/с. Это связано с тем, что в реальности протокол V.34 пытается использовать большую полосу частот, чем позволяет канал ТЧ. В этом случае на помощь приходят протоколы сжатия и коррекции ошибок.

Протоколы коррекции ошибок и сжатия

Одновременно с развитием протоколов передачи данных шло и развитие протоколов сжатия коррекции ошибок. Это было связано с тем, что требовалась передача больших объемов информации, чем позволяли существующие модемы, кроме того, как было сказано выше, качество каналов обещало желать лучшего. Поэтому фирмы - производители модемов разрабатывали для своей аппаратуры передачи данных необходимые ей протоколы сжатия и коррекции ошибок. Некоторые из них приведены в табл. 4. Несомненно, лучшими среди них являются V.42 и V.42bis, которые вобрали в себя лучшее из появившихся ранее протоколов. Почти все представленные в табл. 4 протоколы предназначены для асинхронной передачи данных, за исключением SDC, который наиболее эффективен для повышения качества и скорости передачи трафика X.25, Frame Relay, SDLC, PPP.

Табл. 4. Протоколы сжатия и коррекции ошибок

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название | Чей протокол,  год принятия | Назначение |
| V.41 | ITU, 1968, 1972 | Коррекция ошибок |
| V.42 | ITU, 1988 | Коррекция ошибок |
| V.42bis | ITU, 1990 | Сжатие |
| V.43 | ITU, 1998 | Коррекция ошибок |
| V.44 | ITU, 2000 | Сжатие |
| BTLZ | British Telecom | Сжатие |
| ADC | Hayes | Сжатия |
| ACT | Formula | Сжатие |
| MNP1 | Microcom | Сжатие |
| MNP2 | Microcom | Коррекция ошибок |
| MNP3 | Microcom | Коррекция ошибок |
| MNP4 | Microcom | Коррекция ошибок |
| MNP5 | Microcom | Сжатие |
| MNP7 | Microcom | Сжатие |
| MNP9 | Microcom | Сжатие |
| MNP10 | Microcom | Коррекция ошибок |
| ETC | AT&T, 1993 | Коррекция ошибок |
| SDC | Motorola | Сжатие, коррекция ошибок |

Сотовые сети связи

Появление сотовых сетей заставило разрабатывать специальные протоколы для них (Автору не приходилось с ними работать, но для полноты обзора без них не обойтись.), так как этот вид сетей отличается от сети общего пользования тем, что имеет совершенно другую среду распространения - радиоволны. Таким образом, системы сотовой связи имеют свои специфические проблемы при передаче данных. Например, происходит разрушение данных в результате кратковременных сбоев передачи, когда система сотовой связи переключает вызовы с одной частоты на другую, чтобы избежать наложения с вызовами на ближайших частотах или перейти на освободившийся канал более высокого качества. Кроме того, возможно разрушение данных, вызванное затуханием сотового сигнала, что происходит довольно часто. Поэтому редко удается работать со скоростями выше 9600 бит/с. В связи этим были разработаны специальные протоколы: MNP10, ETC, HST, ZyCELL.

Протокол ETC работает совместно с V.32bis и V.42. Он позволяет осуществлять контроль за амплитудой передаваемого сигнала, автоматически изменяет скорость соединения в зависимости от состояния канала (уменьшение отношения сигнал/шум, колебания фазы), допускает переход в режим более ранних стандартов, таких как V.22 со скоростью 1200 бит/с, если канал связи не в состоянии обеспечить даже 4800 бит/с, обеспечивает быстрый запуск, использует меньший размер кадра, 32 байта вместо 128 байт, имеет возможность селективного отказа, делает до 20 попыток повторно послать кадр, куда вкралась ошибка.

Стабильность работы протокола MNP10 достигается за счет многократного повторения попытки установить связь, изменения размера пакетов и даже динамического изменения протокола соединения в зависимости от качества канала связи.

ZyCELL автоматически меняет скорость в зависимости от характеристик канала, при переходе из одной ячейки в другую от 0,2 до 1,2 с не прерывает связь и быстро синхронизируется, изменяет уровень сигнала.

Но, к сожалению, встает вопрос о реальной скорости передаче данных по сотовой сети. А это порядка 4800 бит/с, что сегодня недостаточно. С начала 1998 года МСЭ поставил своей целью разработать стандарт для сотовых систем нового поколения, который получил название UMTS. Этот стандарт позволит пользователям увеличить многократно скорость обмена информацией. В частности 144 Мбит/с для быстро перемещающихся абонентов, 384 Мбит/с для пешеходов, 2 Мбит/с для фиксированных терминалов.

Новые протоколы и их возможности

8 Июня 2000 года появилось сообщение о появлении целой серии новых протоколов для передачи данных по ТфОП. Это протоколы V.92, V.44, V.59. А в ноябре они стали официальными. Чем же они отличаются от своих предшественников?

Начнем рассмотрение с V.92, который позволяет увеличить максимальную исходящую скорость от пользователя с 33,6 (V.90) до 48 Кбит/с. Это достигается за счет изменения способа кодирования информации. Теперь оно осуществляется с помощью ИКМ (импульсно-кодовая модуляция). Но ее применение заставляет придерживаться более жестких требований в отношении оборудования, находящегося на пути следования передаваемой информации - должно быть не более чем одно аналого-цифровое преобразование. Исходящая от пользователя информация может передаваться со скоростями от 24 до 48 Кбит/с с шагом 1,333 Кбит/с как и в протоколе V.90. Кроме того, уменьшается время вхождения в связь с 20 (V.90) до 10 с.

Второй протокол V.44 позволяет увеличить степень сжатия передаваемых данных как 6:1, то есть на 25 % в сравнении с V.42bis, который обеспечивал сжатие 4:1. То есть производительность сможет увеличиться до 300 Кбит/с. Но это преимущество не удастся испытать тем, кто использует последовательный порт компьютера, скорость которого ограничена и составляет 115,2 Кбит/с. В качестве алгоритма сжатия используется LZJH, разработанных US-based Hughes Network System.

И, наконец, третий протокол V.59 вводит такую услугу, как возможность прерывания передачи данных на время от 0 до 16 минут и ответ входящему вызову.

Введение данных протоколов, тем более что многие фирмы производители модемов поддержали их, позволит пользователям более активно работать с аудио и видео информацией. Но к сожалению, те кто не мог соединяться по протоколу V.90 не получат ничего. Да и те, кто работает с модемами через последовательный порт с максимальной скоростью 115200 бит/с тоже вряд ли смогут насладиться высокими скоростями.

Прогноз на будущее

Преимущества нового протокола несомненны в сравнении с V.90, который многие считают аналоговым, хотя это не так. В последних двух протоколах V.90 и V.92 используется ИКМ, которая применяется при аналого-цифровом преобразовании. А это значит, что эра аналоговых протоколов передачи данных закончилась с выходом V.34. Что же можно ожидать в будущем? Будет ли продолжена разработка новых модемных протоколов для ТфОП?

Системы сотовой связи и кабельной находятся в постоянном развитии, например, переход с аналогового оборудования на цифровое, что приведет в недалеком будущем к значительному повышению скорости и качества передачи данных. А это значит, что следует ожидать протокол передачи данных у которого скорости в обе стороны будут приближены к 56 Кбит/с. Аналогичные изменения могут коснуться и факсимильных протоколов. Также возможен выпуск модифицированного протокола V.42 для сотовых сетей. Ну и наконец, повышение скорости одновременной передачи голоса и данных, то есть модернизация протокола V.70.

V.90 - выход найден?

Как же удалось в протоколе V.90 поднять скорость передачи данных до 56 Kbps? Оговоримся сразу, что удалось достичь такой скорости передачи данных только в одном направлении - от провайдера к конечному потребителю -- за счет использования режима цифровой (а не аналоговой!) передачи данных. В обратном направлении данные "текут" со скоростями, не превышающими 33600 bps, поскольку они передаются в обычном аналоговом режиме с использованием протокола V.34.

По заявлению ITU-T, введение протокола V.90 позволило провайдерам Internet поднять обслуживание своих клиентов на качественно новый уровень, обеспечив почти двукратное повышение скорости передачи данных до конечного потребителя. Естественно, что за это приходится платить, причем немалую цену. Для обеспечения такого сервиса у провайдера должно быть установлено специальное оборудование, поддерживающее режим цифровой передачи данных. Как правило, это серверы доступа таких известных фирм--производителей, как Ascend, Cisco, Livingston и 3Cом, удельная стоимость которых еще до недавнего времени составляла до тысячи долларов на один канал V.90. Правда, сегодня в Украину уже поставляется оборудование с удельной ценой порта около $400, но и это, согласитесь, немало.

Поэтому, если вы, покупая модем с протоколом V.90, надеетесь соединиться со своим приятелем, у которого тоже модем с V.90, на скоростях до 56 Kbps, то ничего из этого не выйдет! В лучшем случае вы получите скорость 28800 или 31200 bps, а учитывая качество отечественных телефонных каналов связи, и того ниже. Иными словами, купив модем с протоколом V.90, в 90% случаев вы будете соединяться с такими же модемами на скоростях, оговоренных стандартом V.34.

Стандарт V.90 еще называют V.PCM (Pulse Coded Modulation) или стандарт с импульсно-кодовой модуляцией (подробнее об этом см. "Компьютерное Обозрение", #5, 1998). При этом использование данного вида модуляции не нарушает требований протокола V.34 и других морально устаревших аналоговых стандартов. Таким образом, согласно V.90 поток данных, поступающих от провайдера к конечному потребителю, не проходит фазу аналогового кодирования. Вместо этого данные кодируются по методу PCM, причем импульсы передаются на разных уровнях сигнала.

Естественно, что использование протокола V.90 накладывает очень жесткие условия на качество телефонных каналов связи и самой АТС. Причем ваша АТС и АТС провайдера должны быть цифровыми. Это требование не является чрезмерным, поскольку сейчас модемные пулы практически всех ведущих украинских провайдеров установлены на цифровых АТС.

В цифровой телефонии частота сигнала дискретизации составляет 8 kHz, а число уровней дискретизации -- 256, что соответствует восьми разрядам, поэтому максимальная скорость передачи данных может составлять 64 Kbps. Откуда же взялось ограничение в 56 Кbps в протоколе V.90? Дело в том, что понижение уровня передачи данных с 64 до 56 Кbps преследовало две цели. Во-первых, уменьшить нелинейные характеристики аналогового оборудования, которое обеспечивает связь с конечным потребителем, и во-вторых, уменьшить уровень шумов и перекрестных помех между соседними телефонными каналами.

При использовании модемов и обычных телефонных линий связи обмен данными ведется на одной из стандартных скоростей -- 2400, 4800, 7200, 9600, 12000, 14400, 16800, 19200, 21600, 24000, 26400, 28800, 31200 и 33600 bps. отметим, что на указанных скоростях данные могут как приниматься, так и передаваться. При использовании стандарта V.90 модемы могут принимать цифровые данные на одной из следующих скоростей -- 28000, 29333, 30666, 32000, 33333, 34666, 36000, 37333, 38666, 40000, 41333, 42666, 44000, 45333, 46666, 48000, 49333, 50666, 52000, 53333, 54666, 56000 и 57333 bps. Для удовлетворения части 15 правил, принятых Федеральной комиссией по связи (FCC), ограничивающих уровни электромагнитных излучений электрических приборов, передача цифровых данных на скоростях выше 53 Kbps по обычным телефонным каналам запрещена. Поэтому даже при использовании протокола V.90 и отличного телефонного канала скорость передачи данных не превысит 53 Kbps. На практике же модемы крайне редко соединяются на скоростях, превышающих 44 Kbps.

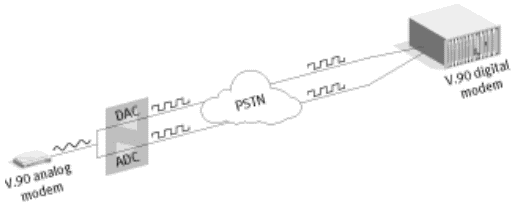


Рисунок демонстрирующий работу модема cтандарта V.90

При тестировании протокола V.90 автору статьи удалось получить устойчивое соединение с одним из киевских провайдеров Internet на скорости 49333 bps. Правда, следует уточнить, что связь осуществлялась в пределах одной цифровой АТС.

Подытоживая все сказанное выше, можно отметить, что V.90 почти наверняка окажется самым последним протоколом передачи данных по аналого-цифровым телефонным линиям связи. По мнению самого ITU-T, дальнейшее развитие этого V.90 возможно только в рамках принятых стандартов. А это означает, что ничего принципиально нового в этой области придумать уже нельзя. Конечно, сама реализация протокола V.90 будет со временем совершенствоваться, возможно, несколько возрастут средние скорости связи (больше чем 44 Кbps), улучшится качество обработки сигнала, что позволит повысить устойчивость соединения. Но кардинального скачка скорости без перехода на новые каналы связи и методы чисто цифровой передачи сигнала в обозримом будущем уже не будет. И в заключение некоторая численная информация на тему выбора модема. Покупая новый модем, вы должны поинтересоваться, реализован ли в нем протокол V.90. Тогда, подключившись к провайдеру Internet, который поддерживает этот протокол, вы сэкономите свои деньги, поскольку в случае почасовой оплаты она останется на том же уровне, а скорость получения данных возрастает почти в два раза. В таблице приведены сравнительные скорости передачи данных для разных модемов без учета фактора качества линий связи. На практике эти значения могут отличаться в меньшую сторону на 10--20%. Принимая окончательное решение, естественно, необходимо учитывать, с АТС какого типа вам предстоит работать.

Модемы V.90: конец пути

Война модемных стандартов окончена. После года громких заявлений о высокой производительности и ожесточенной борьбы на рынке оба 56-килобитных лагеря (x2 и K56flex) пришли к принятию нового стандарта V.90. Кто же победил? В конечном счете - покупатели модемов. Им больше не придется бояться ошибиться при выборе стандарта: сегодня в большинстве случаев V.90 - единственный вариант.

Но эта победа с горьковатым привкусом. Стандарт V.90 имеет те же проблемы, что и недавно враждовавшие протоколы. Прежде всего, не ждите, что удастся устанавливать соединение действительно со скоростью 56 кбит/с. Как показали тесты, протокол V.90 по сравнению с V.34 обеспечивает лишь 50%-ное повышение производительности. А ваши результаты могут быть еще ниже, поскольку на скорость передачи данных влияют зашумленность линии, сетевой трафик и другие факторы. В "до-V.90" времена скорость, приближающаяся к 56 кбит/с, достигалась лишь при приеме данных. Когда же нужно было отослать информацию с ПК, полоса сжималась до 33,6 кбит/с или даже менее. Кроме того, не все провайдеры Internet быстро и полностью перешли на стандарт V.90; часть их точек доступа будет оставаться на базе протоколов x2 или K56flex.

Так кому же имеет смысл покупать модем стандарта V.90? Любому, кто пользуется модемом со скоростью 33,6 кбит/с и менее, регулярно подключается к Internet и имеет телефонную линию, позволяющую передавать информацию быстрее 33,6 кбит/с. Судя по всему, модем стандарта V.90 будет последним аналоговым модемом. "Теоретический предел составляет 64 кбит/с, - поясняет аналитик компании Dataquest Лайза Пелгрим. - Большого смысла в переходе от 56 к 64 кбит/с нет, поскольку необходимые для научно-исследовательских работ деньги производитель может потратить на что-нибудь другое". Свои собственные недостатки имеют и более быстрые цифровые протоколы. Так, ISDN отличается дороговизной установки и использования, а DSL и кабельные модемы требуют модернизации оборудования. В случае, когда вам нужно недорогое и широкодоступное ныне решение, наилучшим вариантом будет V.90, особенно потому, что цены на модемы сегодня низки как никогда ранее.

Однако V.90 подойдет не всем. Если ваше рабочее место или дом расположены далее 5,5 км от телефонного узла, есть вероятность, что максимально вы сможете достичь не более 33,6 кбит/с. Если ваша телефонная линия сильно зашумлена (необязательно звуковыми шумами) и модему стандарта V.34 редко удавалось соединяться со скоростью свыше 21,6 кбит/с, трудности могут возникнуть и при соединении на скоростях V.90. Дополнительные неприятности может вызвать перегруженная телефонная линия; четыре и более подключенных к одной линии устройств способны препятствовать соединению со скоростью 56 кбит/с. Если вы уже пользуетесь модемом с протоколом x2 или K56flex, то, вероятно, заботиться о модернизации не стоит: при переходе на V.90 вряд ли можно получить какое-либо повышение производительности.

Какой бы модем вы ни выбрали, можно с уверенностью утверждать, что заплатите вы за него меньше, нежели когда-либо ранее. Для начала скажем, что средняя цена рассмотренных в данном обзоре устройств менее 100 долл. Год назад средняя цена пяти лучших внутренних модемов находилась на отметке 155 долл. А самый дешевый протестированный модем - NetPacer Pro фирмы Maxtech - стоит сейчас всего 45 долл.

Все дело в скорости

Скорость модема, указанная на упаковочной коробке (обычно это 33,6 или 56 кбит/с), не всегда соответствует тому, что вы получите. Реально на нее влияют четыре фактора.

Во-первых, "прошитое" в модеме матобеспечение и драйверы. Компании, производящие модемы, иногда обновляют код контроллера (собственную операционную систему модема), после чего пользователи могут модернизировать свои устройства. Часто обновляются и драйверы - программные инструкции, используемые компьютером для общения с модемом. Как правило, чем новее код контроллера и драйверы, тем выше производительность.

Во-вторых, модемы, имеющие собственную микросхему контроллера, обеспечивают обычно более высокую производительность, поскольку им для работы не требуется центральный процессор ПК.

В-третьих, скорость зависит от примененного в модеме набора микросхем. Стандарт V.90 призван устранить различия между x2 и K56flex, однако некоторая разница остается. Если набор микросхем модема V.90 изначально предназначался для протокола x2 (как, например, набор от USR/TI), он обычно работает быстрее при соединении с модемом провайдера, также рассчитанного на x2. То же самое относится и к модемам, начавшим свою жизнь как устройства K56flex; обычно они выполнены на базе набора микросхем Rockwell. Тесты показали, что при соединении моделей x2 с x2 и K56flex с K56flex производительность повышается до 23%. Этот результат неудивителен, так как V.90 является смесью протоколов x2 и K56flex. Поставщики модемов не стали создавать для нового стандарта абсолютно новую технологию, а просто модернизировали имеющуюся.

Наконец, в-четвертых, непосредственное влияние на производительность оказывает надежность соединения. К примеру, модем, устанавливающий связь с провайдером в 90% случаев, может опередить более быстрое устройство, у которого удачными оказываются лишь 80% попыток соединения, поскольку он экономит время на ожидании и повторном наборе номера.

При выборе стоит также обратить внимание на репутацию компании-поставщика. Прокатившаяся за несколько последних лет волна закрытий и слияний фирм доказала, что даже самые именитые производители не застрахованы от острой конкуренции на модемном рынке.

В поисках скорости

Покупка у хорошо известной компании еще не гарантирует того, что вы получите наиболее производительный модем.

Как показали тесты, модемы, не имеющие контроллеров (т. е. все изделия для шины PCI и модем компании IBM), обеспечивали заметно более низкий процент удачных соединений, чем модемы, оснащенные своими собственными микросхемами контроллеров (все модели для шины ISA за исключением изделия IBM). На это есть по крайней мере две причины. Модемы без контроллеров зависят от центрального процессора ПК, которому приходится выполнять гораздо больше функций, включая управление соединением, чувствительным к временным параметрам. Если ЦП даже на мгновение отвлечется, скажем, когда вы решили загрузить таблицу Excel, - соединение может быть потеряно. Кроме того, поскольку PCI-модемы еще очень новы и у них хуже отработан код контроллера, иногда возникают сложности с соединением. Действительно, PCI-платы на некоторых задачах более производительны, особенно при пересылке и приеме хорошо сжимаемых данных, например графических и текстовых файлов. Однако остановив свой выбор на одном из этих новых модемов без контроллеров, вы идете на некоторый риск повышения сбоев при соединении, поэтому при покупке убедитесь, что в случае неудачи вам гарантируют возврат денег.

Как правило, модемы работают лучше всего при соединении с провайдером тогда, когда его модем основан на том же наборе микросхем. Например, модемы на базе микросхем Rockwell функционировали несколько лучше с "провайдерским" модемом Ascend, также выполненным на кристалле Rockwell. Впрочем, большинство рядовых пользователей вряд ли заметят разницу в скорости, зафиксированную нами при соединениях изделий на микросхемах одного производителя, и кроме того, вы все равно не сможете определить, установлен ли у вашего провайдера именно тот модем, который вам нужен. На общую производительность может повлиять и версия прошитого в модеме матобеспечения. Поскольку производители часто обновляют ПО для прошивки, производительность модема со временем может изменяться.

Модернизация

Большинство новых модемов модернизируются программно. Таким образом, вы сможете воспользоваться будущими версиями протокола V.90, в которых могут быть исправлены найденные ошибки и даже добавлены некоторые функции. Чаще всего фирмы снабжают свои изделия инструкциями о том, как их модернизировать или где найти необходимые средства на Web-узле поставщика.

У вас V.90 есть, а у провайдера. Нет смысла устраивать вечеринку, если на нее никто не придет. Подобная аналогия применима в случае, когда вы приобретаете модем с протоколом V.90, а ваш провайдер услуг Internet не поддерживает этот стандарт. Мы побеседовали с представителями наиболее крупных провайдеров США: большинство из них заявили о планах полной поддержки V.90 в первом квартале 1999 г. Впрочем, в других географических областях внедрение V.90 может быть не столь стремительным.

Итак, вы можете соединиться по протоколу V.90 при небольшом трафике, а если он более напряженный, то по x2, K56flex или даже V.34.

Теоретически следует приобретать модем, выполненный на базе той же микросхемы, которая используется в модемах провайдера. К сожалению, сделать это не так просто. Прежде всего, сложно получить необходимую информацию у самого провайдера. И даже если вам удастся найти нужных технических специалистов, они не всегда смогут дать вам конкретный ответ. Провайдер может использовать сеть стороннего поставщика до тех пор, пока число пользователей в городе не достигнет критической массы, и только тогда перейти на свою собственную систему, что способно повлечь за собой смену серверных модемов. Кроме того, в одном регионе провайдер может использовать модемы одного типа, а в другом - другого. Наконец, если вы даже и выясните марку серверного модема, провайдеру ничто не мешает заменить его уже после того, как вы приобретете соответствующий ему. Учитывая сказанное выше, имеет смысл предпочесть модем, хорошо работающий с протоколами x2 и K56flex.

Впрочем, несмотря на все трудности и несовместимости, провайдеры внедряют протокол V.90 весьма энергично.

Злоключения с модернизацией

У вас есть модем стандарта x2 или K56flex, и вы готовы модернизировать его до V.90. Каковы же будут ваши действия? Основная масса производителей модемов x2 и K56flex предлагают своим клиентам бесплатные обновления флэш-ПЗУ. Для их получения нужно посетить Web-узел фирмы-поставщика модема или обратиться в службу технической поддержки. В большинстве случаев вы можете переписать с Web-узла файл, который сделает ваш модем таким же функциональным, как и новое изделие стандарта V.90