

Александр Пасковатый
НПП "Аналитик ТелекомСистемы"
(095) 490-07-13, 490-07-99
pask@analytic.ru

Copyright © 1995

МОДЕМ - АНАЛИТИК

"Эка невидаль, модем", - скажите Вы. И будете, в общем-то, правы. Кто ими только не торгует. И большими и маленькими, и внешними и встроенными, и Hayes-совместимыми и нестандартными, и скоростными и не очень.

"Там их было всех сортов,
Всех размеров, всех цветов,
Все отборные, с кудрями..."

сказал Поэт по другому, правда, поводу. И что же? Некоторые из них даже работают. Не все, правда, и не всегда.

А вот это странно. От чего же такая привилегия именно модемам? Почему компьютеры, сетевые адаптеры и прочие сканербластеры, импортируемые в неумеренных количествах бесчисленными офенями, исправно работают (если работают вообще), невзирая на плохие дороги и обилие дураков? В чем тут дело? А дело тут в среде обитания модема, или, если хотите, в экологии. Что нужно компьютеру от окружающей среды? Напряжение питания, да комнатная температура (с допуском в плюс/минус полжирафа). А модему для адекватного соответствия своему назначению подавай еще и телефонный канал. Хорошо, если канал удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к нему Сектором Телекоммуникационной Стандартизации (ITU-T) Международного Телекоммуникационного Союза (ITU). А если нет? А если это вообще, извините, не канал, а канализация со всеми вытекающими из нее гадостями? А из естественной науки известно, что форель, к примеру, может жить только в чистой воде, а в гадкой -дохнет. Не из вредности, а просто потому, что она так устроена. Вот и получается, что "настоящий американский модем" (остроумная рекламная находка, не правда ли?), стоит его привезти сюда, как-то незаметно превращается в действующую модель "настоящего американского модема" в натуральную величину. Все делает как настоящий, гудит, мигает лампочками, даже номер набирает, только данные не передает. Нет, не любой, разумеется. Существуют, и достаточно много хороших импортных модемов уважаемых фирм, которые с большим или меньшим успехом работают в самых неблагоприятных условиях. Однако и стоят такие модемы не дешевле, а зачастую и дороже компьютера. Средний же импортный модем

"туристского" класса ведет себя на наших линиях весьма вольно. Он сам определяет, независимо от воли владельца, достоин ли оппонент счастья общения с собой, и удачно ли выбрано время суток для этого процесса. А потому и работает, мягко говоря, не всегда и не со всеми.

А хотелось бы. Вот это самое "хотелось бы" и послужило одним из главных побудительных мотивов для разработки стандартного модема, ориентированного на работу на телефонных каналах Коммуникационной Постимперской Зоны (КПЗ).

ИСХОДНЫЕ ПРИНЦИПЫ

а) Модем с повышенной проходимостью.

Грубо говоря, сия посылка означает, что если уж браться за разработку модема здесь, то и работать он должен как минимум здесь. А для начала неплохо бы выяснить, в чем же заключается та самая особенная статья в наших телефонных каналах, которую аршином общим не измерить?

Да ничего особенного. Просто при нынешнем состоянии оборудования, пестрого настолько, что не выезжая за пределы Москвы, можно изучать историю развития телефонного дела, и при нынешнем усердии по его обслуживанию сигнал зачастую приходит настолько слабеньким, что его не слышно даже вооруженным телефонной трубкой ухом. Абонентские участки, нередко, представляют собой иллюстративный материал к наградным листам на героических связистов, восстанавливающих телефонную связь под обстрелом врага. Природные катаклизмы (осень, зима, весна и даже лето), происходящие на просторах многострадальной Родины с удручающей периодичностью, усугубляют картину. Стоит ли удивляться после этого, что уровень шумов и импульсных помех довольно высокий. Соответственно, соотношение сигнал/шум часто бывает близко к теоретически критическому порогу. Фазовые искажения на некоторых линиях весьма велики. А параметры сигналов обмена с АТС (те самые короткие и длинные гудки, звонок и т.п.) не лезут ни в какие ворота.

Да дело даже не в гусях... Почти все модемы в той или иной степени пытаются противостоять подобным жизненным невзгодам. Однако не со всеми же сразу и не в таких диапазонах. Некоторые привозные изделия демонстрируют неплохую чувствительность к слабому сигналу, но совершенно не терпят всплесков импульсных помех. Другие стоически переносят всхлипывания и пришепетывания, но сдвиг несущей частоты или, не дай бог, дрожание фазы несущего сигнала воспринимают как

личное оскорбление с невозможностью продолжения знакомства (сэр!). И мало кто в состоянии бороться с чудесами звуковой сигнализации АТС - подобные вольности, видимо, за пределами понимания зарубежных производителей.

Что же за всем этим следует? Следует жить! Делать модем, который будет, по возможности, легко переносить местную специфику или, по крайней мере, легко адаптироваться к ней. Легко - это фигурально выражаясь, а функционально, адаптация должна осуществляться на трех уровнях:

- автоматическая - за счет расширения допусков на внешние воздействия, при которых модем продолжает устойчиво работать;
- аппаратная подстройка - за счет введения в схемотехнику подстроечных элементов, позволяющих согласовать модем с линией при значительных отклонениях от нормы конкретного участка "абонент-АТС";
- программная - за счет введения в интерфейс модема с пользователем возможностей дополнительной оперативной настройки модема на параметры конкретного канала связи.

б) Стандартный среднескоростной модем.

Почему стандартный? Да потому, что нестандартные уже есть, и в достаточно широком ассортименте. Большинство проблем, связанных с п. а), они успешно решают посредством веревочной петли и палки - мощного сигнала, частотного, как правило, вида модуляции и полудуплексных протоколов физического и канального уровней. Не буду кидать камень в тех, кто на заре приобщения Родины к телекоммуникационным радостям обеспечил широкие массы трудящихся модемами типа Lexand и иже с ними. Эти изделия наглядно продемонстрировали руководящему населению, что скорость распространения электричества по проводам заметно превосходит курьерский поезд, не говоря уже о надежности. При том, что 40 тысяч одних курьеров потребляют значительно больше энергии в единицу времени (причем в самых дефицитных ее воплощениях), чем 1 модем при той же, примерно, эффективности. Воспитательное значение этих приборов трудно переоценить.

Но... новое время - новые песни. Та славная пора, когда связь нужна была исключительно с главком прошла. Бог даст, навсегда. Во время еды приходит аппетит на получение информации из как можно более широкого круга источников и даже, страшно сказать, из-за бугра. И замкнутые конструкции, совместимые только сами с собой, оставляют поле боя. К тому же, перспективы развития нестандартных модемов, повышения их

производительности весьма туманны ввиду особенностей их архитектуры. А потому, да здравствуют стандартные, Hayes-совместимые модемы. Ура. (Хотя, боюсь, что кто-то кое-где у нас, порой, все равно вынужден будет использовать нестандартные модемы еще очень долго. "Воздушка", декадно-шаговые АТС, бесчинства соловьев-разбойников на дорогах и многое другое, родное и хорошо знакомое, может надолго сделать нестандартный модем единственным средством связи Арбатовской конторы "Рога и копыта", например, со своим Черноморским отделением.)

Итак, почему стандартный, вроде бы выяснили. А почему среднескоростной? Действительно, чего уж там. Делать, так сразу уж сверхскоростник, на 28800 бит/с. Вы, верно, ждете, что автор, потративший выше массу сил на то, чтобы выжать из Вас скупую слезу по поводу проблем со связью, присущих родному отечеству, начнет уверять, что высокоскоростные модемы неработоспособны на наших телефонных сетях в принципе. Ничуть не бывало. Вполне работоспособны. Более того, бытует даже мнение, что высокоскоростные протоколы физического уровня более устойчивы при работе на линиях сомнительного качества. Это, пожалуй, не совсем так. Скорее, дело в том, что скоростные модемы это изделия другого класса, применяющие более мощные вычислительные средства для анализа и фильтрации входного сигнала, что позволяет лучшим из них более качественно бороться со случайными помехами, чем средним модемам "туристского" класса. К тому же, занимая меньшее время на линии, скоростники меньше рискуют подвергнуться массивной атаке со стороны помех, что положительным образом сказывается на их репутации. Но в то же время они, в силу особенностей высокоскоростных протоколов, более чувствительны к такому ключевому параметру, как соотношение сигнал/шум. А реализация ими среднескоростных протоколов (V.22bis и ниже), как правило, оставляет желать лучшего ввиду, видимо, их дополнительного характера и, как следствие, недостатка внимания к ним со стороны разработчиков. И потому их проходимость более избирательна, а значит не вполне удовлетворяет п. а).

Но основная причина все же не в этом. Скоростник, безусловно, делать надо. Но браться за него, не освоив технологию среднескоростного дуплексного стандартного модема - это примерно то же самое, что пытаться построить социализм в отдельно взятой стране, минуя стадию ненавистного капитализма, во-первых, и не очень ясно представляя себе этот социализм во-вторых. Чем кончаются такие прожекты уже, слава богу, ясно. К тому же коммерческие перспективы среднескоростных модемов вовсе не так мрачны, как может показаться столичному пожирателю рекламы. По оценке влиятельной маркетинговой корпорации IDC общий объем поставок модемов V.22bis в 1993 году вдвое превышал аналогичный показатель модемов V.32bis, и по прогнозам IDC сравняются они не ранее середины 1995 года (CW-Moscow N30, 1994). Что же касается модемов V.34

(V.fast), то и к 1997 году они не догонят V.22bis. И это в мире. Наши же реалии значительно, думается, скорректируют эту картину и не в пользу высокоскоростных.

в) Модем с открытой архитектурой.

А это что за зверь? Да ничего страшного, он не кусачий. Скорее даже наоборот. Имеется в виду здесь вот что. Большинство недорогих среднескоростных модемов сделано на базе специализированных модемных наборов микросхем (chipset). Это, как правило, chipset одной из четырех фирм: Rockwell (60-70% рынка), Intel, Sierra или Exar. Все они имеют более (Rockwell) или менее (остальные) жесткую архитектуру, которая либо не позволяет вообще, либо дает весьма ограниченные возможности адаптации к местным прелестям, поскольку сработаны из "цельного куска мрамора". И уж во всяком случае замах на модем с повышенной проходимостью специализированные модемные микросхемы никак не поощряют: все должно быть в соответствии с..., все должно быть в пределах..., шаг влево, шаг вправо - NO CARRIER.

Естественный путь, которым шли зарубежные разработчики среднескоростных модемов ...дцать лет назад, и которым идут они сейчас, осваивая высоко и сверхвысокоскоростную технологию, - это применение универсальных аппаратных средств, доступных гибкому программированию: цифровых сигнальных процессоров (DSP) и цифровых микроконтроллеров. Только пройдя этот путь, накопив опыт функционирования, набрав статистику по огромному числу каналов и сформулировав требования к своим изделиям, разработчики решились отлить свой опыт в бронзу, виловат, в кремнии в виде специализированных модемных БИС, что безусловно делает их продукцию и дешевле, и технологичней. Но к несчастью (или счастью) наши телефонные каналы их опытом никак не учитываются, в их статистику ну никак не укладываются. И что нам остается? Пропадать? Нет. Идти естественным (а не "своим", заметьте) путем.

Прежде всего этот путь дает возможность тщательно и бережно подойти к реализации сердца модема - его "насоса данных" (data pump, выражаясь по-научному). Именно грамотное программирование сигнального процессора может позволить насосу данных вытягивать полезную информацию из искусно испоганенного входного сигнала. И все то, что выше было названо автоматической адаптацией, а также, частично, программной, - в руках того, кто программирует DSP.

Наличие возможности программирования мозга модема, координирующего все его функции и контролирующего все интерфейсы - универсального цифрового микроконтроллера - позволяет, во-первых, расширять набор Hayes-команд, давая возможность гибкой оперативной настройки модема на конкретный канал, т.е. программной адаптации. Во-вторых, позволяет самостоятельно реализовать встроенные протоколы коррекции ошибок и сжатия данных, что ограждает пользователей от массы досадных ошибок, встречающихся во многих реализациях. И, наконец, дает возможность расширять сервис с максимальной комфортностью для пользователя: конструировать строку CONNECT, например, выводя в ней дополнительную бесполезную информацию, выводить статистическую информацию о сеансе, организовать измерительный интерфейс и т.д.

Внешняя по отношению к обоим процессорам память, а также выбор самих процессоров с некоторым запасом производительности позволяет без больших материальных затрат модифицировать модем, повышая его пользовательские характеристики, и подходя к недостижимому идеалу методом последовательных приближений. Отсюда же то, что называется модным словом upgrade, легкий и необременительный для клиента.

Все вышесказанное уже, наверное, подвело Вас к той мысли, что такая архитектура - это архитектура универсальной аппаратной платформы, на базе которой можно сделать широкий класс изделий. И стандартный среднескоростной модем - это всего лишь одно из приложений этой платформы. А можно сделать и факс-машину, и нестандартный модем для специальных применений, и не модем вовсе, а технологическое оборудование. Анализатор телефонных каналов, например, или тестер модемов.

г) Антимонополистический модем.

Испугались? А зря. Речь вовсе не об использовании модема в качестве оружия пролетариата. Все гораздо прозаичней: речь идет об элементной базе модема. Большинство производителей модемов, сориентировавшись на chipset определенной фирмы, становятся, как правило, заложниками этой фирмы. И горе тому, от кого фирма-производитель отвратит свой благосклонный взор. Ему придется переориентироваться на элементную базу другой фирмы: с другой архитектурой, другими интерфейсами, другими характеристиками. Короче, сделать другой модем. Но позвольте, ведь по всему миру производится огромное количество компьютеров типа IBM PC, но далеко не все они могут аттестовать себя как "Intel inside". В том то все и дело, что если клонирование универсальных процессоров - вещь довольно обыденная, то сказать это про специализированные модемные

БИС нельзя. Почему? Может быть потому, что интеллектуальных и материальных затрат требует не меньше, а, скорее, больше в силу специфики изделия. А рентабельность вследствие несравнимых объемов сбыта меньше. А потому при выборе элементной базы очень существенным фактором является наличие клонов и альтернативных производителей-поставщиков.

Очень было бы неплохо, к тому же, если бы вся элементная база модема производилась бы в пределах постимперских границ. Нет, не политическими пристрастиями руководствуется автор, не свет идей чужие озарил его. "Опора на собственные силы" имеет сугубо прагматические резоны. Во-первых, в пределах бывших границ (за редким исключением) рубль остается достаточно привлекательным для непосредственных производителей, что позволяет находить с ними общий язык без утомительного и малопродуктивного посредничества. Во-вторых, один бог ведает, что может в одночасье случиться с прозрачностью этих самых границ. Врядли, конечно, железный занавес, вновь захлопнется. Но и без него у отечественных производителей хватает доброжелателей. Удумали же талантливые российские законодатели поднять пошлину на импорт микросхем до 60%. С них станется посчитать это достижение слишком скромным...

...И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ В МОДЕМЕ AnCom ST-2442

Итак, шутки в сторону. Исходные принципы сформулированы. Претензии - амбициозные. Каково-то будет с реализацией. Рассмотрение, как водится, начинается с конца.

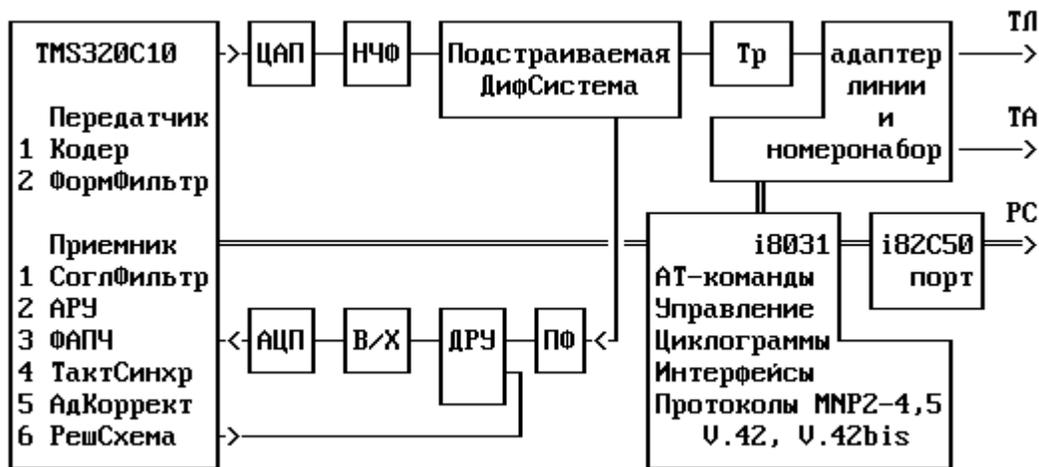
Элементная база

Интересуют прежде всего ключевые элементы, на которых должен функционировать data pump и управляющий контроллер. Помнится, автор выше настаивал на необходимости применения универсальных цифровых сигнального процессора и микроконтроллера, да еще и местного происхождения. И что бы Вы думали? Насос данных модема AnCom ST-2442 функционирует на базе универсального сигнального процессора KP1867BM1, который при ближайшем рассмотрении оказывается как две капли воды похож (функционально, по крайней мере) на TMS320C10 фирмы Texas Instruments. В качестве цифрового контроллера используется KP1816BE31, который также имеет двойника: i8031 фирмы Intel. А если добавить к этому еще и KP1847BB2 (i82C50) - последовательный асинхронный порт, потребный для внутреннего модема (позиция хотя и не

такая принципиальная, но довольно тоскливая) - то проблему альтернативной комплектации можно считать решенной. Все вышеозначенные микросхемы производятся не дальше Воронежа и Минска и конструктивно совпадают со своими заморскими сородичами с точностью до ножки. А потому не составляет большого труда для особо эстетствующих клиентов собрать по спецзаказу модем с "перламутровыми пуговицами". За особую плату, разумеется.

Архитектура

Структурная схема модема AnCom ST-2442 представлена на рис. 1.



ЦАП - цифро-аналоговый преобразователь;
 НЧФ - фильтр низкой частоты;
 Тр - трансформатор;

ПФ - полосовой фильтр;

АЦП - аналого-цифровой преобразователь;

ДРУ - дискретный регулятор усиления;
 В/Х - схема выборки/хранения;
 АРУ - система автоматического регулирования уровня мощности;
 ФАПЧ - петля фазовой автоподстройки несущей частоты.

Рис. 1. Структурная схема модема AnCom ST-2442

Структурная схема внешнего модема отличается от приведенной выше схемы внутреннего лишь наличием блока питания и блока управления индикацией, а также отсутствием асинхронного последовательного порта.

Программируемая ROM-память обоих процессоров - сигнального и микроконтроллера - конструктивно размещена в так называемых

"кроватьках", что позволяет, как и было обещано, легко модифицировать модем, постоянно повышая его пользовательские кондиции. В качестве иллюстрации можно привести этапы большого пути:

- декабрь 1992 - модем V.22bis без протоколов коррекции и сжатия;
- май 1993 - полноразмерная реализация измерительного интерфейса;
- июль 1993 - оснащение его RPI-реализацией протоколов;
- май 1994 - полноразмерная аппаратная реализация протоколов коррекции ошибок V.42, MNP2-4;
- сентябрь 1994 - дополнение их процедурами сжатия V.42bis, MNP5.

При этом практически каждый этап сопровождался значительным расширением диапазонов устойчивости и помехозащищенности модема.

Стандарты

Модем выпускается как во внутреннем, так и во внешнем исполнении - AnCom ST-2442 / AnCom STE-2442, соответственно. Он сертифицирован Минсвязи России. Сертификат N OC/1-ТМ-56.

Модем соответствует следующим основным стандартам ITU-T:

- V.22bis - дуплексный модем для выделенных и коммутируемых телефонных линий со скоростями передачи 600, 1200, 2400бит/с; дополнительно поддерживается стандарт США Bell 212A;
- V.42 - протокол коррекции ошибок, включая альтернативные процедуры, совместимые с MNP2-4;
- V.42bis - протокол сжатия данных; поддерживается также альтернативный протокол сжатия MNP5;
- V.54 - система встроенных тестов приема/передачи;
- G.712 - энергетические параметры сигналов модема;
- V.24 - перечень цепей стыка между компьютером и модемом;
- V.28 - электрические характеристики цепей стыка для внешнего модема.
-

Характеристики

Прежде всего - это перечень расширенных допусков на внешние воздействия, при которых модем устойчиво работает:

- минимально допустимое отношение сигнал/шум составляет 15 дБ для скорости 2400 бит/с и 5 дБ для 600 бит/с;
- допустимый диапазон уровня средней мощности входного сигнала от 0 до -58 дБм;
- максимально терпимая мощность всплесков шумов и импульсных помех до 30 дБ относительно входного сигнала на время до 2 с без запроса на переустанов (retrain);
- допустимый провал мощности до -58 дБм на время до 2 с без запроса на переустанов;
- допустимое смещение частоты несущего сигнала вследствие плохой настройки аппаратуры уплотнения каналов - +/-19 Гц;
- допустимо дрожание фазы несущего сигнала с частотой до 300 Гц с размахом до +/-11 град. для скорости 2400 бит/с и +/-45 град. для скорости 600 бит/с (например, при проникании в канал частоты промышленной сети 50 Гц);
- допустимы скачки фазы несущего сигнала с частотой до 15 Гц с размахом до +/-15 град. для скорости 2400 бит/с и +/-60 град. для скорости 600 бит/с (например, при переключениях коммутирующей аппаратуры).

Все это само по себе уже неплохо, не так ли? И в большинстве сравнительно простых случаев помогает. Но бывают случаи и запущенные, с осложнениями, одним из которых является несогласованность импеданса модема и местной телефонной линии. Это не смертельно, но неприятностей доставляет немало. Для таких больных аппаратная подстройка дифференциальной системы модема на импеданс телефонной линии - самое лучшее лекарство, которое, кстати говоря, может себе позволить далеко не всякий, даже уважаемый заморский модем. Согласование с линией осуществляется посредством подстроечного резистора и отвертки при подключенном к линии модеме в режиме локального аналогового теста. Отверткой при этом необходимо добиться минимума мощности отраженного сигнала. Контролировать уровень мощности можно тремя альтернативными способами: либо по звуку модемного динамика, либо явно запрашивая уровень входного сигнала по команде AT%X, либо с помощью программных графических средств, обслуживающих измерительный интерфейс модема.

Но и это еще не все. Для особо продвинутых пользователей существует еще, как Вы помните, и программно управляемая адаптация дополнительные Hayes-команды настройки модема на конкретный канал.

Во-первых, модем AnCom предоставляет пользователю возможность регулировать чувствительность к сигналу удаленного модема. По умолчанию установлен порог -49 дБм, который может быть переопределен командой AT%Rn, где n - новый порог чувствительности в пределах от 0 до

58, что соответствует 0...-58 дБм. Снижение этого порога дает возможность работать со слабыми сигналами. Если же сигнал сильный, то повышение порога тоже не вредно. Это позволит не отвлекаться модему на разборки с помехами, мощность которых ниже порога чувствительности.

А для того, чтобы узнать, какова же мощность входного сигнала, существуют следующие возможности. Команда AT%W1 позволяет в процессе установки соединения выводить сообщение об уровне принимаемого сигнала, причем делается это в момент его обнаружения, до того, как процесс успешно (или не успешно) закончится:

RX -38/24 - уровень сигнала -38 дБм, сигнал/шум 24 дБ.

CARRIER 2400

По команде AT%W2 уровень сигнала и отношение сигнал/шум индицируются после успешной установки соединения. Достоверность этого сообщения естественно выше, хотя вероятность его появления - меньше:

CARRIER 2400

RX -39/22 - уровень сигнала -39 дБм, сигнал/шум 22 дБ.

Команда AT%V1 позволяет включить информацию об уровне входного сигнала в расширенную строку сообщения об установке соединения:

CONNECT 2400/REL-LAPM-COMP-34/22 - уровень сигнала -34 дБм,
сигнал/шум 22 дБ.

И, наконец, по команде AT%X сообщение "RX -dd/nn" выводится в процессе сеанса связи (в командном режиме, разумеется).

Вторым средством программной адаптации является управление уровнем мощности выходного сигнала. Это осуществляется по команде AT%Ln, где n=0..24, что соответствует 0..-24 дБм. Снижение мощности повышает помехозащищенность приемника собственного модема. Повышение мощности улучшает условия приема удаленным модемом, однако, при мощности выше -4 дБм (AT%L4), могут появляться нелинейные искажения.

На третье можно предложить весьма гибкую систему управления и настройки адаптивного корректора (эквалайзера, для любителей звучных

терминов). Адаптивный корректор модема включается в процессе установки соединения и компенсирует искажения спектра входного сигнала.

Во время сеанса связи адаптивный корректор обычно находится в активном состоянии и автоматически компенсирует "медленные" искажения спектра. Однако во многих модемах адаптивный корректор часто оказывается самым неустойчивым к воздействию активных помех элементом и предусматривается возможность его заморозки после установки соединения. В модеме AnCom ST-2442 адаптивный корректор также может быть заморожен во время сеанса связи, хотя он достаточно устойчив к воздействию интенсивных импульсных помех. Команда AT%En, где n=0..3, управляет режимами настройки эквалайзера, а также разрешением/запретом формирования запроса на переустановку соединения (retrain). Кроме того, установленным фактом является то, что степень искажения спектра обычно зависит от удаленности абонентов, оцениваемой количеством скоммутированных переприемных участков (ППУ). Поэтому в модеме реализованы два варианта начальной настройки адаптивного корректора: для "ближней" связи, с компенсацией до 6 ППУ, и для "дальней" - от 6 до 12 ППУ. Если заранее известно, что число переприемных участков очень велико (например в случае дальней междугородней связи), командой AT%I1 можно задать второй режим.

На десерт могу предложить пару пустяков, связанных с сигналом выключения эхограбителей с частотой 2100 Гц, вырабатываемый отвечающим модемом, который в некоторых ведомственных (МПС, например) и устаревших телефонных сетях может восприниматься как команда разрыва линии. Команда ATB2 запрещает отвечающему модему выдачу этого сигнала.

Продолжая тему десерта, стоит сказать о качественной реализации протоколов коррекции ошибок и сжатия данных, включая гибкое, адаптируемое к помеховой обстановке управление длинами кадров в расширенном диапазоне от 16 до 256 байт, а также реализацию модного нынче селективного повтора кадров SREJ. Протокольный критерий формирования запроса на переустановку соединения (retrain) - довольно мощный инструмент, позволяющий успешно бороться с неконтролируемым иными средствами развалом приемника удаленного модема - также можно занести в актив модему AnCom. Как и управляемую по команде AT%Bn звуковую индикацию retrain. И, наконец, стоит упомянуть о накоплении модемом разнообразной статистики, характеризующей сеанс связи. По первому требованию Вы можете узнать массу полезного: количество переданных и принятых байт в сеансе; количество протокольных кадров; максимальный размер кадров; количество ошибок разного сорта; количество запросов на переустановку соединения и их инициаторов; причину разрыва соединения.

Что же до пресловутой проблемы "BUSY", которой страдают почти все привозные модемы, и решение которой - это максимум, на что могут рассчитывать их местные адаптаторы, то ее не существует для модема AnCom ST-2442. Распознавание звуковых сигналов обмена с самыми причудливыми в этом плане АТС - стабильно и надежно. В основу этой надежности положена богатая статистика (допуск +/-25 Гц на частоту звукового сигнала 425 Гц выглядит в этом смысле просто издевательством) и мощные возможности микроконтроллера i8031 по логической обработке измерений.

Ну что? Не надумали? Тогда придется вынуть из рукава последнего туза, прибереженного на черный день.

АНАЛИТИК

Выше уже мелькали какие-то непонятные намеки на какой-то измерительный интерфейс. Автор строил читателю глубокомысленные рожи вместо того, чтобы просто и ясно объясниться. Извольте.

Под измерительным подразумевается интерфейс, позволяющий выводить наружу информацию о принимаемом сигнале, его физических параметрах, их искажениях, и в целом характеризующих сам телефонный канал передачи данных. Причем, не вообще, а конкретно в данном сеансе связи. Любой модем, точнее его насос данных, в принципе обладает всей этой информацией. Собственно процесс демодуляции заключается в ее анализе. Но после принятия решения о значениях информационных бит, составляющих принятый бод, вся эта информация по мнению большинства модемов приобретает узко судебный интерес, и он ею далее пренебрегает. И с точки зрения классического модема - это правильно.

Однако, в условиях беспощадной борьбы за повышение проходимости непроходимых каналов, этот судебный интерес приобретает свое почти буквальное значение. Измерительный интерфейс совершенно необходим для того, чтобы судить о степени испорченности канала. И, соответственно, выбрать стратегию работы на данном канале, учитывая возможности по адаптации, предоставляемые модемом. Ну и, наконец, сугубо фискальное применение тоже не исключается: эта информация может быть бесполезной при неспровоцированном нападении на Вас чиновника телефонной компании с небескорыстным требованием, например, "зарегистрировать" у него Ваш модем.

Некоторые, далеко не самые дешевые импортные модемы обладают более или менее развитыми возможностями доведения до пользователя кое-

какой информации, характеризующей физические параметры принимаемого сигнала. При этом набор параметров, как правило, ограничен мощностью принимаемого сигнала, соотношением сигнал/шум, сдвигом несущей частоты и счетчиком перерывов связи при работе на выделенной линии. Интерфейсные возможности эти обычно обусловлены наличием жидкокристаллического индикатора, что, как Вы сами понимаете, не делает модем дешевле. Разумеется только внешние модемы могут похвастаться ЖКИ, и, соответственно, владельцам внутреннего модема той же фирмы искомая информация недоступна.

Измерительный интерфейс модема AnCom ST-2442 базируется на стандартном механизме Hayes-команд и возможности доступа к внутренней памяти DSP со стороны микроконтроллера. По команде, принятой по штатному асинхронному последовательному интерфейсу, модем рапортует о содержимом конкретной ячейки памяти сигнального процессора. Осталось только написать утилиту, которая будет опрашивать модем о состоянии ключевых параметров, подготовленных сигнальным процессором в predetermined области памяти, и выводить их на экран компьютера в цветах и красках (рис. 2).

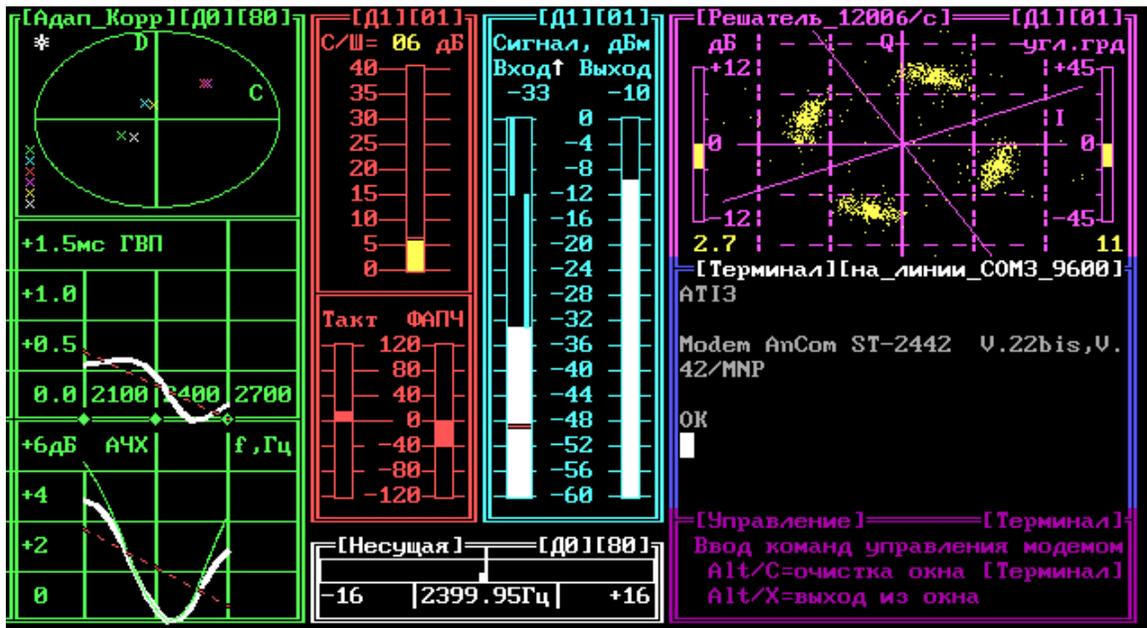


Рис. 2. "Фотография" экрана компьютера в процессе работы утилиты ST24view

Поставленную задачу призвана решить утилита ST24view. Она сочетает в себе функции очень простой терминальной программы, эмулирующей TTY

(окно "Терминал"), и графического визуализатора мгновенного значения параметров, полученных от модема:

- мощности принимаемого и выходного сигнала (окно "Сигнал");
- соотношения сигнал/шум (окно "С/Ш");
- частоты несущей приемного сигнала (окно "Несущая");
- искажения спектра сигнала в полосе приема (окно "АЧХ");
- группового времени задержки (окно "ГВЗ");
- ошибки подсистем тактовой и фазовой синхронизации (окно "Такт ФАПЧ");
- значений коэффициентов адаптивного корректора на комплексной плоскости (окно "АдаптКорр");
- результата принятия решения о бодовом значении на фазовой плоскости со значениями дрожания амплитуды и фазы (окно "Решатель").

Никаких дополнительных средств, ни аппаратных, ни программных, не требуется для того, чтобы провести медиумический сеанс проникновения нескромным взглядом в суть телефонного канала, за исключением спарринг-партнера, разумеется. Причем в качестве последнего может выступать любой стандартный модем, в том числе и стоящий на узле какой-нибудь BBS. При этом он даже не будет догадываться, что с его помощью любопытный пользователь решил прозондировать телефонные кишки. Достаточно лишь из эмулятора терминала установить нормальное модемное соединение со своим визави, выйти стандартным образом в командный режим (+++) и запустить процесс измерения. И вся подноготная канала - во всей красе.

Ко всему прочему, пользователю предоставляется возможность не только наблюдать текущее состояние и любоваться прыгающими в такт с импульсными помехами цветными бликами на экране, но и документировать результаты измерений - выводить их на диск. Хранение результатов, воспроизведение их в любой момент в виде временных диаграмм предоставляет возможность проведения различных статистических исследований, отслеживания состояния каналов связи в динамике и т.д. и т.п.

Кроме того, наличие Hayes-команд прямого управления насосом данных - AT%Tn, где n=0..31 - позволяет также использовать модем в качестве программируемого гармонического генератора для всевозможных специальных исследований телефонных коммутируемых и выделенных каналов связи.

Все это позволяет использовать модем в качестве оперативного и недорогого анализатора телефонного канала. Вот почему автор и позволил себе аттестовать изделие, которому посвящена статья, как МОДЕМ-АНАЛИТИК.