

ШПС

ЭВОЛЮЦИЯ ИЛИ РЕВОЛЮЦИЯ ?

А. РЕЗНИКОВ, В. КОПЕЙКИН,
Б. ЛЮБИМОВ, В. КУЛИКОВ

Новое перспективное направление в гражданской электросвязи — применение шумоподобных сигналов (ШПС) по сравнению с обычными узкополосными телекоммуникационными системами — обладает рядом преимуществ.

Уже сегодня область применения техники ШПС распространяется на беспроводные локальные компьютерные сети, сотовую связь (вплоть до глобальных информационных систем), персональные системы телекоммуникаций. Эта техника приобретает все более заметный вес на пути к информационному обществу. Именно техника ШПС во многом поможет сделать доступным каждому в любом месте в любое время обмениваться речевыми сообщениями, видеоинформацией, передавать данные и т. д.

В чем же суть, значение, в чем новые качества шумоподобных сигналов? Является ли использование ШПС эволюцией или революцией в современной связи?

Основная задача любой системы связи — передача сообщений от источника информации к потребителю наиболее экономичным образом. Обычно в системах радиосвязи для эффективной передачи информации используется относительно узкая полоса частот. Как известно, перенос информации в радиочастотный диапазон осуществляется изменением (модуляцией) одного или нескольких параметров несущего ВЧ колебания. На приемной стороне осуществляется обратная операция — демодуляция.

Метод модуляции выбирают так, чтобы свести к минимуму действие помех и искажений. Традиционные методы модуляции позволяют максимально увеличить мощность на основной частоте и предельно сузить занимаемую полосу частот. Общеизвестным критерием эффективности метода модуляции обычно является оценка концентрации мощности сигнала по спектру для заданной скорости передачи информации. Такой подход представляется интуитивно правильным и соответствующим здравому смыслу. Это стремление нашло, например, свою реализацию при переходе от амплитудной модуляции (АМ) к однополосной (SSB). Подавление несущей и одной из боковых полос позволяет вдвое сократить занимаемую полосу частот в эфире и сконцентрировать всю мощность передатчика в одной боковой полосе. Похожим образом формируется и телевизионный сигнал. Если внимательно проанализировать любую традиционную систему передачи, можно увидеть, что все они содержат один модуляционный процесс — несущее колебание модулируется передаваемой информацией.

В системах связи с шумоподобными сигналами в свете традиционного подхода может показаться неожиданным движение в строго противоположном направлении — от узкополосных систем связи к широкополосным. В аппаратуре ШПС всегда осуществляются два модуляционных процесса,

один из которых предназначен специально для значительного расширения спектра. Однако при этом системы связи не только ничего не теряют, а приобретают новые качества.

В чем же заключается смысл дополнительной модуляции?

Расширение спектра частот передаваемого сообщения осуществляется либо прямым расширением спектра, либо скачкообразным изменением частоты несущей. При реализации первого метода на один вход балансного смесителя модулятора передатчика подается информационный сигнал, на другой — периодически повторяющаяся двоичная псевдослучайная последовательность (ПСП) сигналов с определенным числом бит. Почему псевдослучайная? Это связано с тем, что внешне она выглядит как случайная последовательность знаков «+1» и «-1». Но это только на первый взгляд. В действительности эта последовательность генерируется вполне регулярными методами с помощью цифровых автоматов и обладает определенными свойствами.

Область операции расширения спектра сигнал с выхода первого модулятора подается на второй модулятор для переноса в радиочастотный диапазон. Такой дважды промодулированный сигнал приобретает новые необычные свойства.

Его мощность распределяется в очень широкой полосе частот, и сигнал становится незаметным на фоне помех. Прием такого сигнала возможен в том случае, если известны параметры используемой в передатчике псевдослучайной последовательности.

На приемной стороне возрастает помехоустойчивость по отношению к узкополосным помехам большой мощности. Это связано с тем, что узкополосные помехи поражают небольшую часть спектра сигнала и не нарушают его целостности. Для обычных узкополосных систем такая помеха в полосе рабочих частот может полностью вывести ее из строя. Шумоподобный же сигнал, лишенный помехой части спектра, можно реконструировать на приемной стороне без существенных потерь информации. Это объясняется тем, что мешающие сигналы в приемнике ШПС проявляют себя не более чем слабым повышением уровня шумового фона, а не срывом сеанса связи.

Именно эта эффективность подавления помех и объясняет то, что ШПС широко применяются и применяются в военных системах связи, и работы в этой области длительное время были закрытыми. Однако первые публикации по их использованию в многоадресных системах с кодовым разделением появились в открытой печати еще в середине 60-х годов, и среди этих публикаций необходимо отметить статьи Л. Е. Варакина.

А уже в 80-е годы методы использования ШПС заняли свое место в гражданской связи. Федеральная комиссия связи США к этому времени официально разрешила коммерческое применение ШПС в целой группе диапазонов, что определило начало

выпуска большого количества оборудования. В 1993 г. Ассоциацией промышленно-сти связи США использование кодового разделения в мобильной телефонной сотовой связи было узаконено как стандарт IS-95, что открыло путь к развертыванию соответствующих систем.

Именно поэтому технику связи с использованием таких сигналов нельзя отнести к открытиям последних лет. Она уже давно используется в радиолокации, где, кстати, впервые проявились основные преимущества подобных сигналов. В радиолокации дальность обнаружения цели определяется энергией импульса, т. е. произведением мощности на его длительность. Увеличение дальности обнаружения путем наращивания мощности имеет свои технические пределы, увеличение длительности импульса ухудшает другой параметр — разрешающую способность, которая определяет возможность обнаруживать цели. Возникающее противоречие оказалось возможным разрешить, применяя сложные сигналы, представляющие длинный высокочастотный импульс, манипулированный по фазе по закону ПСП.

В приемнике с помощью коррелятора длинный импульс сжимается до длительности элемента ПСП, энергия же существенно возрастает за счет увеличения числа элементов ПСП, благодаря чему улучшается разрешающая способность и увеличивается дальность обнаружения.

В результате дополнительной модуляции, о которой уже говорились, получаем скрытый, помехоустойчивый канал связи, прием информации в котором возможен только в том случае, если известен метод и алгоритм расширения спектра, применяемый на передающей стороне.

Применение различных ПСП дает возможность большому числу пользователей одновременно работать в одной широкой полосе частот. Такой метод уплотнения канала и называется кодовым разделением. Подчеркнем еще раз: особенность кодового разделения состоит в том, что все сигналы передаются в одной общей широкой полосе частот одновременно. Спектр каждого сигнала сформирован с помощью индивидуального кода, что и обеспечивает одновременный доступ к каналу большого числа пользователей. В приемнике базовой станции по индивидуальному коду из ШПС выделяется нужная данному пользователю информация.

По этому принципу работает система CDMA (Code Division Multiplex Access), которая стала основой увеличения емкости сотовых сетей, степени покрытия обслуживаемой территории, качества передачи речи. Она фактически уже стала техникой следующего поколения средств связи.

Высокая степень интеграции элементов базы, удешевление технологии при массовом применении систем связи с кодовым разделением привели к тому, что CDMA — новая коммерческая реальность на рынке средств связи благодаря тому, что техноло-

гия CDMA заявила о себе с самого начала возможностью резкого увеличения емкости сотовых систем по сравнению не только с аналоговыми, но и цифровыми системами. Простые расчеты показывают, что с помощью аппаратуры CDMA емкость сети можно увеличить примерно в 10 раз по сравнению, например, с узкополосными стандартами на основе частотного разделения.

Основная трудность построения систем временного (TDMA) и частотного (FDMA) методов разделения, как известно, лежит в необходимости частотного планирования, которое должно каждый раз пересматриваться при изменении конфигурации сети и добавлении новых сот. Новая технология вообще не требует какого-либо частотного планирования, все пользователи канала в полосе 1,25 МГц могут одновременно вести обмен в общей полосе частот, поскольку каждый применяет уникальный цифровой код. И та же полоса частот может повторно использоваться во всех других сотах сети. Это один из основных факторов значительного увеличения емкости сети.

Здесь следует упомянуть и об эффективном кодировании с использованием корректирующих кодов, что еще более увеличивает емкость системы и улучшает качество связи.

Кодовое разделение оказалось первой технологией, в которой стало возможным организовать «мягкую передачу» абонента из соты в соту. Это связано с тем, что кадр содержит данные лишь одного абонента, и центральная станция может выбирать лучший сигнал и «склеивать» его из кадров разных базовых станций по мере перехода абонента из соты в соту.

Системы с ШПС обладают превосходной электромагнитной совместимостью с обычными узкополосными системами. Последним не мешают ШПС с малой спектральной плотностью в полосе пропускания. Узкополосные сигналы в приемнике

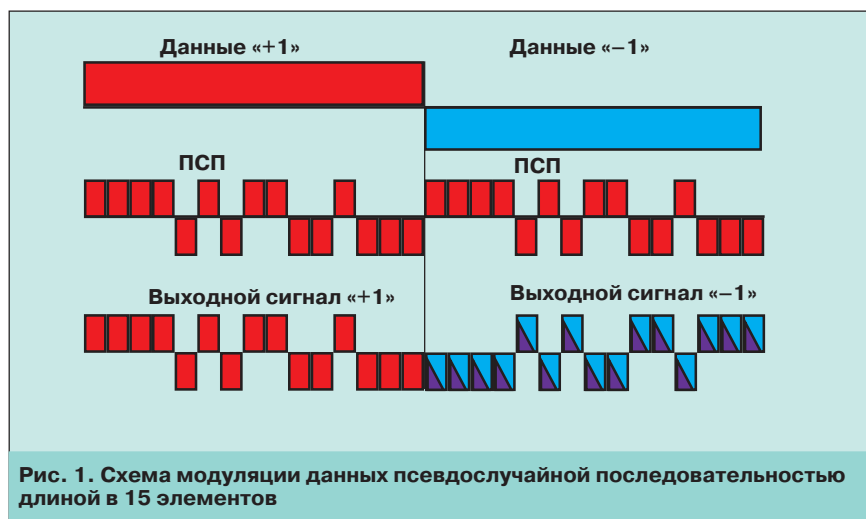


Рис. 1. Схема модуляции данных псевдослучайной последовательностью длиной в 15 элементов

ШПС превращаются в широкополосные и эффективно подавляются, поскольку они не согласованы с кодом приемника.

Кроме помехоустойчивости, сложная кодовая структура ШПС обладает высокой степенью защищенности от несанкционированного доступа в сеть и обеспечивает любой требуемый уровень конфиденциальности в потоке данных.

Как же формируется спектр ШПС и какие методы объясняют масштабы его расширения?

В цифровых системах связи дополнительная модуляция сводится к тому, что передаваемая двоичная информация накладывается на поток из N расширяющих битов ПСП, следующих с гораздо большей скоростью, чем передаваемая информация. При этом при передаче информационной нуля знак ПСП не меняется, при передаче информационной единицы («+1») ис-

пользуется инверсная ПСП (рис. 1). Число битов ПСП, приходящихся на один бит информации и являющихся мерой расширения спектра, может достигать очень больших значений (от десятка до нескольких тысяч). Этот модулированный ПСП псевдослучайный поток данных манипулирует фазу несущей ВЧ колебания во втором модуляторе, которое после усиления излучается в эфир.

Спектр шумоподобного сигнала определяется разными факторами — такими, как длина ПСП, скорость передачи информации и метод модуляции ВЧ сигнала.

Как выглядит на спектроанализаторе спектр ШПС? Спектр мощности (рис. 2) симметричен относительно центральной частоты (несущей) и содержит большое число резких пиков. Центральная часть ограничивается двумя нулями, за которыми располагаются боковые максимумы, и содержит около 90 % всей энергии сигнала. Остальные 10 % приходится на побочные излучения и обычно отфильтровываются при передаче. Ширина центрального максимума равна удвоенной частоте следования битов ПСП. Спектр содержит ярко выраженную мелкомасштабную структуру, детали этой структуры имеют ширину порядка скорости передачи информации и обычно гораздо меньше общей ширины спектра. Эффективная ширина спектра по уровню -3 дБ близка к скорости следования ПСП и составляет половину общей ширины спектра.

Наверное уже понятно, что подобный дважды промодулированный сигнал должен и приниматься как-то по-другому. Приемник ШПС (рис. 3) осуществляет дополнительную демодуляцию от расширяющего кода (ПСП) для того, чтобы выделить передаваемую информацию. Здесь и проявляются основные отличия приемника, предназначенного для приема ШПС. В обычной схеме, например, для приема дискретной информации типа телеграфного сигнала производится усиление в ВЧ и преобразование частоты в СМ1 (преобразований может быть несколько, это не меняет существа дела). После демодулятора передаваемая информация становится доступной для дальнейшей обработки — прием на слух или передача на печатающее устройство.

Теоретической основой метода приема сигналов с распределенным спектром является корреляция. Процесс корреляции осуществляется в главном узле приемника ШПС, называемом коррелятором. Принципиальная схема коррелятора состоит из балансного смесителя СМ2 и следующего за ним интегратора или узкополосного фильтра ФНЧ

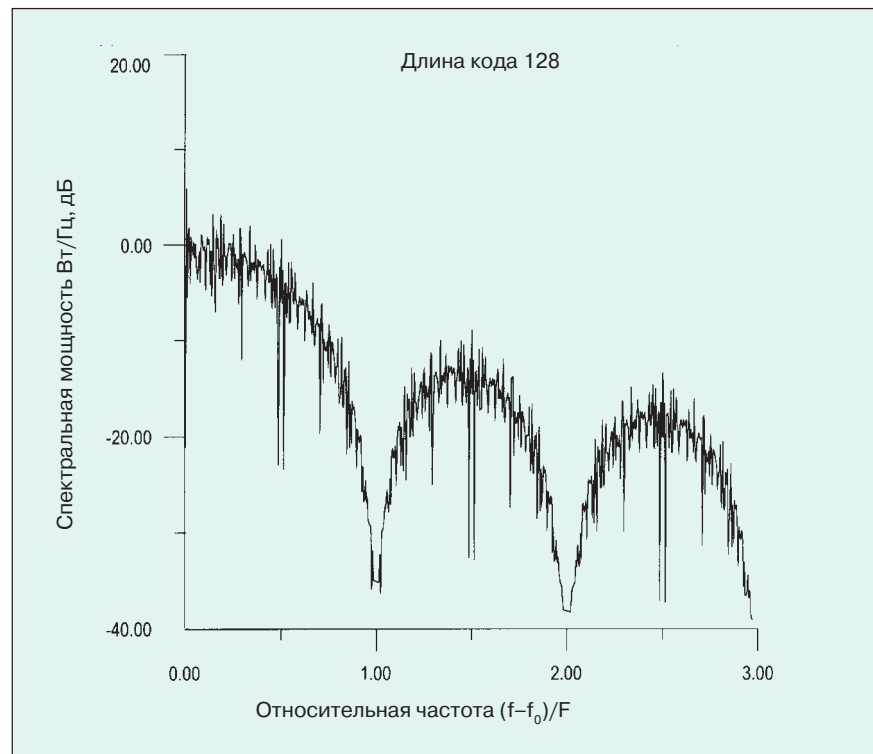


Рис. 2. Распределение мощности ШПС по частоте для длины кода 128. Спектр широкий и неравномерный, частота отсчитывается от несущей и отнесена к полосе частот 1,25 МГц

для усреднения. В смесителе принимаемый сигнал умножается на копию ПСП, используемую в передатчике. Настройка заключается в согласовании параметров расширяющей спектр ПСП в передатчике с копией ПСП в приемнике. Главное условие нормальной работы аппаратуры ШПС — строгое согласование частотных и временных параметров, типов модуляции принимаемых и опорных сигналов. Только при этом условии в корреляторе широкополосная модуляция устраняется в полезном сигнале и сохраняется в других. Такое согласование обеспечивает система синхронизации и обнаружения. В нее могут входить несколько следящих систем фазовой и частотной автоподстройки и система слежения за задержкой.

Корреляцию очень удобно представить как процесс перемножения двух двоичных последовательностей. Если значительное число нулей и единиц и порядок их следования в сравниваемых последовательностях совпадают, то на выходе перемножителя образуется длинная последовательность нулей или единиц, отражающая переданную информацию. Эта последовательность пропускается через узкополосный фильтр. При этом происходит улучшение отношения сигнал/шум на выходе коррелятора по отношению ко входу в N раз. В идеальном случае, в условиях полной синхронизации, расширение спектра полностью снимается как есть и после коррелятора можно наблюдать обычную последовательность длинных информационных посылок, как в любой узкополосной системе связи после синхронного детектора.

Такой метод приема определяет основные достоинства применения ШПС. При умножении на опорную копию кода остальные сигналы, модулированные другим кодом, не совпадающим хотя бы по одному параметру (частоте следования битов ПСП, их взаимному расположению, сдвигу начала кодовой последовательности), превращаются в хаотическую последовательность коротких импульсов с широким спектром. В результате через узкополосный фильтр проходит лишь малая часть энергии несогласованных сигналов. Так реализуется механизм кодового разделения. Аналогично узкополосная помеха при таком методе приема также дробится на беспорядочную последовательность коротких импульсов и ослабляется фильтром.

Таким образом, в одном узле обеспечивается как кодовое разделение, так и запас помехоустойчивости по отношению к большому числу помех разного типа. Однако при этом возникает несколько серьезных проблем. Одна из них — точность синхронизации принимаемого сигнала и сигнала генератора кода в приемнике, а кроме того, необходимо решение ряда других задач, связанных с обнаружением ШПС и вхождением

в связь. Тем не менее все эти проблемы решаются, что обеспечивает реализацию преимуществ применения ШПС.

Пригодны ли все диапазоны частот для техники ШПС? В течение нескольких десятилетий ШПС применялись на всех частотах — от самых низких до очень высоких. В КВ диапазоне, где в распространении сигналов решающую роль играет ионосфера, преимущество отдавалось узкополосным сигналам в обычном смысле (ширина спектра с учетом расширения не должна была превышать нескольких десятков килогерц). Это означает, что скорость передачи информации по такому каналу не могла быть более чем килобит/сек. В противном случае начинались искажения сигнала, связанные с неодинаковыми условиями распространения спектральных составляющих сигнала. Это объясняется тем, что прием ШПС представляет собой собирание сигнала в широкой полосе частот, а разбалансирование спектральных составляющих сигнала, особенно по фазе, приводит к селективным искажениям.

В полной мере преимущества ШПС реализуются в УКВ диапазонах и на более высоких частотах. При этом скорость передачи информации и степень расширения спектра ничем не ограничиваются, кроме трудностей технической реализации. В настоящее время шумоподобные сигналы используются на частотах 900, 2400 и 5600 МГц.

В ближайшее время планируется принятие международного стандарта (802.11), который определит технические требования к беспроводным сетям передачи данных с использованием ШПС. Это результат многолетних исследований по регламентации диапазонов частот, скоростей передачи, методов расширения спектра и других характеристик сетей. Суть стандарта сводится к следующему: он должен определить организацию беспроводной связи на ограниченной территории (в форме локальной сети). При этом несколько абонентов будут пользоваться равноправным доступом к общему каналу передачи данных.

Стандарт предполагает два диапазона: 902...928 МГц и 2400...2483,5 МГц. Основной акцент делается именно на последний, поскольку в России и Европе диапазон 900 МГц сильно перегружен и его можно рекомендовать к применению лишь внутри зданий. Гигагерцевый диапазон можно использовать как внутри зданий, так и снаружи.

Простейшим вариантом применения систем с ШПС может служить соединение «точка — точка» — это связь между двумя локальными сетями с внешней направленной антенной на расстоянии от одного до нескольких десятков километров.

Очень велики перспективы применения ШПС в России. В Российской Федерации применение техники ШПС определено в

приказе № 18 Министерства связи РФ от 24.02.1996 г. Для нее выделены частоты 828...821 и 873...876 МГц. Особое место методы ШПС могут занять при развитии местной сети. Приемлемым уровнем телефонизации принято считать не менее 50 телефонов на 100 жителей, что в масштабах нашей страны означает не менее 75 млн номеров. При дальнейшем развитии телефонизации основные трудности обусловлены созданием местных сетей, что и определяет стоимость номера. Назревает крайняя необходимость внедрения технологий ШПС — на местных сетях, сотовой, в системах мобильной связи. В фиксированной связи требуется меньшая мощность сигнала при том же качестве связи, а это позволяет увеличивать число пользователей в канале. Все сказанное, с учетом эффективного использования частоты, позволит снизить себестоимость и время развертывания таких сетей.

Кодовая структура ШПС делает их незаменимыми и для использования в навигационных системах при измерении расстояний. В этом отношении ШПС можно представить как линейку с делениями в единицах расстояния для измерения дистанции. Отраженный сигнал сравнивается с переданным и по сдвигу кодовой структуры находится задержка, что дает возможность определить расстояние до объекта. Примером спутниковой навигационной системы с ШПС является GPS. Ее применение иногда выходит за рамки навигации, и она используется для нивелировки сельскохозяйственных угодий, мониторинга линий разлома земной коры и других целей.

Приемники GPS могут входить составной частью в сложные устройства обеспечения временных отсчетов высокой точности, например, включаться в базовые станции сотовых телефонных систем с ШПС.

Каковы же дальнейшие перспективы внедрения техники ШПС?

Кодовое разделение начало свой путь в Северной Америке, крупнейшем рынке мобильной связи, где насчитывается более 34 млн пользователей. В специальных изданиях сообщается, что до 70 % сотовых сетей США готовы к внедрению систем CDMA. В Южной Корее подобные сети будут способны в ближайшем будущем охватить до 75 % потенциальных пользователей. Ряд японских компаний объявил о намерении модернизировать свои сотовые сети в 1998 г.

Несмотря на появление новых методов уплотнения, старые аналоговые системы с временным разделением, по-видимому, будут существовать еще достаточно долго, поэтому стратегия применения ШПС предусматривает совместную работу с сотовыми системами разных типов.

Необходимость такой совместимости учитывается при развертывании спутниковой системы Globalstar.

Как отмечалось выше, ШПС обладает многими необычными свойствами, особенно в отношении скрытности передачи в силу сложности процесса демодуляции. При использовании ШПС вне военных рамок требуется строгая регламентация применения ШПС.

Однако это, в принципе, не исключает участие и радиолюбителей в освоении методов ШПС. Например, специальным разделом инструкции Федеральной комиссии связи США официально легализована работа радиолюбителей с применением ШПС в ряде диапазонов, вплоть до миллиметровых волн. Разрешается работа мощностью до 100 Вт — и это при том, что типичные мощности коммерческих применений не должны превышать 1 Вт, а в ряде случаев — и 10 мВт.

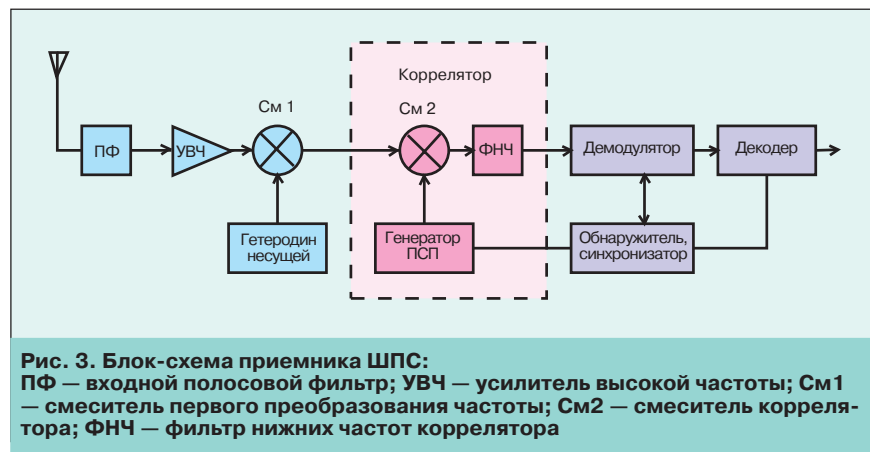


Рис. 3. Блок-схема приемника ШПС: ПФ — входной полосовой фильтр; УВЧ — усилитель высокой частоты; См 1 — смеситель первого преобразования частоты; См 2 — смеситель коррелятора; ФНЧ — фильтр нижних частот коррелятора

РОСПАК

Федеральная сеть передачи данных:
проблемы развития и перспективы

О. МАКАРОВА, А. СОКОЛОВ, г. Москва

Что такое «РОСПАК»?

ЗАО «РОСПАК» основано в июне 1992 г. Его учредители — АО «РОСТЕЛЕКОМ» и Институт автоматизированных систем. Сегодня ЗАО «РОСПАК» — оператор сети общего пользования, имеющий узлы в 280 городах России.

Изначально сеть «РОСПАК» развивалась как сеть X.25. Выбор технологии X.25, в первую очередь, определялся тем, что сети с коммутацией пакетов обеспечивают надежную передачу информации даже при невысоком качестве каналов связи. Следует отметить, что до недавнего времени большинство банков при создании своих корпоративных сетей передачи данных использовали только технологию X.25, так как она соответствовала требованиям Центрального банка по надежности.

В настоящее время сеть «РОСПАК» обеспечивает своим пользователям:

- передачу данных с использованием широкого спектра транспортных протоколов, в том числе X.25, TCP/IP, FRAME RELAY, TDM, ATM;
- доступ к удаленным информационным и вычислительным ресурсам, в том числе к системе заказа авиабилетов «СИРЕНА-2», к системам анализа торгов ГКО, ОФЗ в реальном режиме времени, к системе «РЕЙТЕР» и многим другим;
- доступ к различным системам электронной почты;
- доступ к Интернет из различных регионов РФ;
- подключение провайдеров Интернет услуг, с организацией канала связи до центра управления сетью «РОСПАК» из любой точки РФ;
- передачу информации на факсимильный аппарат, телекс, телетайп с выходом на зарубежные каналы связи;
- криптографическую защиту конфиденциальной информации.

Каких услуг ждет современный пользователь от оператора сети передачи данных?

Сегодня многие компании столкнулись с тем фактом, что арендуемые ими каналы связи для передачи данных загружены в лучшем случае лишь наполовину, в то время как расходы на оплату междугородних переговоров весьма высоки. Иными словами, назрела потребность в

передаче разнородной информации по одним и тем же каналам связи.

В качестве примера, демонстрирующего необходимость организации системы передачи разнородной информации по одним и тем же каналам связи, можно привести задачу построения системы видеонаблюдения, охватывающей не только центральный офис, но и позволяющей следить за тем, что происходит в региональных филиалах.

Здесь следует отметить, что технология пакетной коммутации непригодна для передачи голосовой и видеoinформации, так как в сетях X.25 возникают неравномерные по величине задержки.

Кратко поясним последнее утверждение. Передача информации в сетях с коммутацией пакетов осуществляется последовательно от узла¹ к узлу, пока данные не будут доставлены в пункт назначения. При этом, если на одном из участков маршрута, по которому следуют данные, происходит искажение информации, то на нем осуществляется повторная передача. Так как возникновение ошибки или удачная передача — процесс в общем случае случайный и зависит от многих условий², то точно определить время прохождения информации по маршруту невозможно. Вот почему сегодня наибольшей популярностью у корпоративных клиентов пользуются такие услуги, как режим «Прозрачного соединения»³ и услуга «Ретрансляция кадров» (Frame Relay)⁴. Стремительное развитие Интернет технологий только усиливает интерес к вышеперечисленным услугам.

Но если в пределах Москвы, как минимум, пять компаний-операторов связи предложат вам режим «Прозрачного соединения» или услугу «Ретрансляция кадров» через волоконно-оптические каналы связи, то связь между регионами, в лучшем случае, возможна только через спутник. Стоимость спутниковых каналов достаточно высока, пропускная способность и качество ниже, чем у волоконно-оптических линий связи. Так, например, если спутник недостаточно точно выведен на геостационарную орбиту, происходят так называемые доплеровские скачки частоты⁵, что вносит искажения в передаваемый сигнал. Кроме того, работа по спутниковому каналу требует установки дорогостоящего оборудования.

Но, к сожалению, сегодня в ряде случаев работа по спутниковому каналу является единственным возможным способом предоставления режима «Прозрачного соединения» или услуги «Ретрансляция кадров» между различными регионами.

А только ли спутник?

Такая расстановка сил определяется тем, что сегодня в крупных городах России уже построены мощные опорные цифровые сети на волоконно-оптических линиях связи. Суммарная пропускная способность некоторых из них достигает нескольких гигабит в секунду. Но межрегиональные опорные высокоскоростные цифровые сети находятся пока еще на стадии развития.

Одним из первых условий построения опорной сети — существование физической среды передачи данных, т. е. наличие, например, волоконно-оптических или радиорелейных линий связи. Прокладка линии связи между регионами — процедура достаточно сложная. Как правило, при прокладке межрегиональных цифровых линий связи требуется оформить множество разрешений и согласований. Кроме того, на пути прохождения линии связи встречаются скальные участки или водные преграды, что в значительной степени усложняет осуществление прокладки. Сегодня единственной организацией, развивающей опорную цифровую сеть России, является АО «РОСТЕЛЕКОМ» — междугородный и международный оператор связи.

Что представляют собой
цифровые опорные сети?

Передача информации на первом уровне цифровой опорной сети обычно осуществляется по технологии синхронной цифровой иерархии — SDH⁶, позволяющей работать в диапазоне скоростей до 40 Гбит/с. Технология SDH — это технология временного мультиплексирования, основная идея которой заключается в делении всего диапазона пропускной способности сети на фиксированные временные интервалы, называемые также тайм-слотами. Каждый потребитель ресурсов получает свой квант времени или, условно говоря, часть от общей пропускной способности цифровой сети.

¹ Под узлом сети понимается место установки аппаратуры передачи данных.

² Так, например, на качество передачи информации в значительной степени влияют параметры канала связи, которые в ряде случаев могут зависеть в том числе и от погодных условий.

³ В режиме «Прозрачного соединения» пользователю для связи двух удаленных устройств предоставляется в аренду канал передачи данных, на абонентских окончаниях которого устанавливаются специальные терминальные устройства DTU (Data Termination Unit). Режим «Прозрачного соединения» наиболее часто используется при организации

выделенного канала от места установки оборудования клиента до места установки оборудования компании — оператора связи. Так, например, режим «Прозрачного соединения» используют для подключения к сетям X.25 или выхода в Интернет по выделенному каналу. Многие компании, предоставляющие в Москве режим «Прозрачного соединения», обеспечивают подключение со скоростями до 2 Мбит/с.

⁴ При передаче информации по технологии «Ретрансляция кадров» восстановление искаженной информации происходит только в пункте назначения. Услуга «Ретрансляция кадров» включает в себя аренду портов доступа и орга-

низацию виртуальных каналов для передачи информации. Виртуальные каналы могут прокладываться между любыми портами доступа сети. Так, например, возможна организация виртуального канала между пользователем и поставщиком информационных услуг. Пользователь выбирает гарантированную скорость передачи информации по виртуальному каналу (CIR) и пропускную способность портов доступа. Пропускная способность портов доступа может быть больше величины гарантированной скорости. Поэтому, в зависимости от загрузки канала связи, пользователь в некоторые моменты времени получает возможность работать со скоростью выше гарантированной.

Предшественником технологии синхронной цифровой иерархии являются технологии плейстохронной цифровой иерархии, которые и по настоящее время широко используются как в цифровой телефонии, так и для передачи данных. Первой системой передачи голоса, использующей методы мультиплексирования с временным разделением каналов, считают систему компании Bell System, которая предоставляла возможность передавать одновременно 24 телефонных разговора по одному медному проводу. Каждый голосовой канал использовал скорость передачи 64 кбит/с, а все каналы объединялись с помощью мультиплексора в единый поток двоичных данных. Так как один канал, имеющий скорость передачи 8 кбит/с, использовался для управления, то суммарный поток имел скорость 1544 кбит/с. Благодаря последующей стандартизации, он стал известен как канал T1. Европейским аналогом этого канала является канал E1 (скорость передачи 2048 кбит/с). Дальнейшее развитие схем мультиплексирования привело к появлению каналов T2/E2, T3/E3, T4/E4.

Технология временного мультиплексирования дает очень малую задержку. Ее применение оправдано при передаче, например, голосовой информации.

Основным достоинством технологии с временным разделением ресурсов является то, что оператор четко знает, какую часть пропускной способности сети занимает каждый потребитель. Но с другой стороны, такая жесткая архитектура является основным недостатком временного мультиплексирования, так как ресурсы каналов связи используются неэффективно: если один из потребителей в какой-то момент времени не занял свой тайм-слот, то осуществляется передача пустого блока.

Поэтому для уплотнения цифровых потоков часто используется режим асинхронной передачи (АТМ).

Основная идея АТМ заключается в следующем. Вся информация, поступающая на вход АТМ коммутатора, преобразуется в ячейки фиксированной длины (ниже будет дано пояснение, почему длина АТМ ячейки — фиксированная). Каждая ячейка имеет свой приоритет. Определяется он тем, какую услугу заказал пользователь и какую информацию планирует передавать. Так, например, если пользователь работает в Интернете, то его информация рассматривается как некритичная к задержкам. В свою очередь, голос и видеoinформация должны быть переданы как можно быстрее. АТМ коммутатор умеет определять, какие ячейки должны быть переданы в первую очередь, а с отправкой каких можно повременить. Если в

какой-то момент ресурсы сети не занимают ячейки, содержащие голосовую и видеoinформацию, то передаются ячейки тех пользователей, для которых задержка не играет большой роли, например IP трафик. Но если во время передачи некритичной к задержкам информации на входе АТМ коммутатора появились ячейки, содержащие голосовые сообщения, то ресурсы канала связи должны быть освобождены, а передача IP трафика, следовательно, должна быть на время передачи голоса прекращена.

Здесь остановимся на вопросе, почему был выбран малый размер ячейки — 53 байта.

Процесс передачи отдельной ячейки прервать невозможно — на его завершение потребуются некоторое время. Если ячейка имеет фиксированный размер, то это время будет фиксированным и его максимальная величина фактически будет определяться временем прохождения ячейки по каналу связи. Если же размер ячейки переменный, время ожидания завершения процесса ее передачи будет зависеть от размера передаваемой в конкретный момент времени ячейки, что не слишком хорошо отразится на передаче голосового трафика.

Развиваемая АО «РОСТЕЛЕКОМ» опорная цифровая сеть на первом уровне использует технологию синхронной цифровой иерархии, а на втором — для уплотнения цифровых потоков устанавливают АТМ коммутаторы.

Однако построение опорной цифровой сети является необходимым, но отнюдь не единственным условием решения тех задач по организации связи, которые стоят сегодня перед компаниями и корпорациями.

Сегодня вряд ли можно найти корпорацию, которая для передачи служебной информации арендовала бы канал пропускной способностью свыше 2 Мбит/с, выложив при этом весьма круглую сумму на оборудование. Для большинства клиентов величина гарантированной скорости (если речь идет об услуге «Ретрансляция кадров») или скорости передачи данных (если речь идет о режиме «Прозрачного соединения») 64 кбит/с является более чем достаточной.

Какова роль оператора сети общего пользования?

С развитием опорной волоконно-оптической цифровой сети активно начинают работать операторы сетей общего пользования. Подключив свою аппаратуру к опорной сети АО «РОСТЕЛЕКОМ» и арендовав часть пропускной способности магистральных каналов связи⁷,

операторы сетей общего пользования смогут развивать высокоскоростные цифровые сети общего пользования. Цель создания высокоскоростных цифровых сетей общего пользования — предоставить пользователям телекоммуникационные услуги: режим «Прозрачного соединения», услугу «Ретрансляция кадров», организацию прямых московских телефонных номеров, создание систем видеонаблюдения, высокоскоростной доступ в Интернет и т. п. в различных географических регионах.

Естественно, что оборудование, устанавливаемое оператором, должно выполнять задачу дальнейшего мультиплексирования арендованной им части пропускной способности магистрального канала связи, так как ЗАО «РОСПАК», являясь дочерней компанией АО «РОСТЕЛЕКОМ», одной из первых начала построение высокоскоростной межрегиональной цифровой сети общего пользования.

В структуре разворачиваемой ЗАО «РОСПАК» цифровой сети предусматривается создание нескольких уровней. На первом уровне передача информации будет осуществляться по протоколу АТМ. Планируется, что АТМ коммутаторы будут обеспечивать связь между различными регионами. Для построения АТМ уровня цифровой сети «РОСПАК» была выбрана аппаратура производства компании Northern Telecom. Для развития цифровой инфраструктуры в регионах и предоставления пользователям режима «Прозрачного соединения» и услуги «Ретрансляция кадров» ЗАО «РОСПАК» планирует использовать оборудование производства компании Newbridge Networks Corporation. Аппаратура этой компании позволит осуществлять передачу информации в режиме TDM⁸ и по технологии Frame Relay.

В своей работе ЗАО «РОСПАК» всегда опирается на партнеров, большинство из которых является подразделениями АО «РОСТЕЛЕКОМ» и региональными отделениями АО «Электросвязь». Кроме того, в настоящее время ЗАО «РОСПАК» ведет активный поиск новых партнеров, привлекая к сотрудничеству компании, желающие вложить деньги в развитие связи в России. Следует отметить, что для предоставления услуг по передаче данных, телематических служб⁹ и сдачи в аренду каналов связи и на предоставление услуг местной и междугородной связи компания должна оформить необходимые разрешения — лицензии. В этой связи достаточно интересным является тот факт, что партнеры ЗАО «РОСПАК» получают уверенность на предоставление услуг в любом регионе России от имени ЗАО «РОСПАК», что освобождает их от необходимости оформлять собственные лицензии.

Тогда нижний предел реальной скорости передачи информации пользователя будет равен величине гарантированной скорости, а верхний будет определяться пропускной способностью порта доступа. Стоимость услуги «Ретрансляция кадров» складывается из ежемесячной абонентской платы за каждый порт доступа и ежемесячной платы за каждый виртуальный канал пользователя, проложенный в сети. Величина ежемесячной абонентской платы за порт доступа зависит от пропускной способности порта, а размер ежемесячной абонентской платы за виртуальный канал определяется величиной гарантированной скорости. Некоторые компании предлагают услу-

гу «Ретрансляция кадров» без гарантированной скорости, что позволяет пользователю сэкономить деньги на оплате виртуальных каналов (см. статью «Ретрансляция кадров» на с. 64).

⁵ Если спутник точно выведен на геостационарную орбиту, то с Земли кажется, что в любой момент он неподвижно висит над одной и той же точкой. В противном случае спутник колеблется в пределах некоторой величины, что и является причиной искажения сигнала.

⁶ Технология синхронной цифровой иерархии разрабатывалась специально для работы с волоконно-оптическими кабелями, поэтому аппаратура SDH не требует установки специальных оптических модемов.

⁷ Магистральные каналы связи осуществляют соединения на уровне регионов.

⁸ Режим TDM (Time Division Multiplexing) также работает по технологии с временным разделением ресурсов каналов связи. Режим TDM дает возможность разбить ресурсы канала связи на более мелкие порции, чем режим SDH, и предоставить пользователю возможность работы со скоростями от 64 кбит/с.

⁹ Под телематическими службами понимаются услуги электронной почты, доступ в Интернет, рассылка телеграфных, телексных и факсимильных сообщений через сеть передачи данных (услуги факсимильного и телексно-телеграфного шлюза).

Для того чтобы повысить заинтересованность партнеров в совместной работе по созданию АТМ узлов в регионах России, ЗАО «РОСПАК» заключило дистрибьюторские договоры с компаниями Newbridge Networks Corporations и Northern Telecom, что позволит поставлять оборудование со значительной скидкой.

В настоящее время заключено соглашение о совместном использовании цифрового канала связи между ЗАО «РОСПАК» и Вычислительным центром филиала ОАО «Электрическая связь» Омской области. Уже сегодня пользователи в Омске могут заказать режим «Прозрачное соединение», услугу «Ретрансляция кадров» между портами доступа, один (или несколько) из которых находится в Москве, а другой (другие) — в Омске. Кроме того, пользователи Омска получат возможность высокоскоростного доступа в Интернет.

В ближайшее время узел связи сети «РОСПАК», оборудованный аппаратурой производства компании Newbridge Networks Corporation, появится в Рязани, а узел, оборудованный аппаратурой производства компании Northern Telecom, будет развернут в Самаре.

В чем суть проблемы «последней мили»?

Установкой АТМ или TDM оборудования, к сожалению, не исчерпывается тот круг задач, который должен решить оператор сети общего пользования. Здесь весьма важным является вопрос «последней мили»¹⁰.

В крупных городах проблема организации внутригородских высокоскоростных каналов связи в какой-то степени решена. Архитектура опорной внутригородской высокоскоростной цифровой сети аналогична архитектуре высокоскоростной опорной цифровой сети, объединяющей различные регионы. На первом уровне используется технология SDH, а на втором — режим асинхронной передачи.

Операторы сетей общего пользования в России, как правило, самостоятельно не ведут прокладку волоконно-оптических кабелей внутри города. Для решения проблемы «последней мили» они обычно пользуются услугами компаний-операторов опорных высокоскоростных цифровых сетей в городе. В свою очередь, операторы городской опорной сети, как правило, не предоставляют свои услуги в других географических регионах. Вот почему и те и другие активно ищут различные формы сотрудничества.

Другой метод решения этой проблемы — применение специальных устройств (модемов), использующих специ-

альные протоколы, позволяющие передавать по обычному медному проводу данные с достаточно высокой скоростью. Одним из них является протокол ADSL. Используя ADSL модемы, клиент может получить скорость доступа до 1,5 Мбит/с в одном направлении и до 4 Мбит/с — в другом. Такие устройства могут передавать данные на расстоянии до 7 км. Один из ведущих производителей оборудования такого класса — компания 3COM, с которой ЗАО «РОСПАК» связывают партнерские взаимоотношения.

Радиодоступ — панацея или нет?

В некоторых случаях наиболее интересным и экономичным решением представляется подключение по радиоканалу. В настоящее время широкое распространение получили устройства, использующие в качестве среды передачи шумоподобные радиосигналы. Такой метод передачи сигнала получил название Spread Spectrum Technology.

В отличие от традиционных узкополосных методов, когда физический провод фактически заменяется оборудованием, использующим шумоподобные сигналы, занимающие более широкую полосу частот. В настоящее время при проектировании устройств такого класса наиболее широкое распространение получили два алгоритма преобразования сигналов: метод прыгающих частот (Frequency hopping) и метод непосредственного согласования (Direct Sequence). В первом случае приемное и передающее устройства при обмене информацией синхронно переключаются с одной частоты на другую в пределах некоторого диапазона. К сожалению, этот метод не получил у нас широкого распространения в связи с организационными сложностями его реализации (ниже об этом будет рассказано более подробно).

При реализации метода непосредственного согласования передаваемый сигнал распределяется («размывается») в определенной полосе частот согласно некоторому псевдослучайному алгоритму¹¹. В принимающем устройстве происходит восстановление сигнала в специальном блоке по тому же самому алгоритму. Таким образом, обеспечивается возможность одновременной работы большого числа шумоподобных устройств в одном диапазоне частот. Метод непосредственного согласования вносит некоторую избыточность в структуру передаваемого сигнала, из-за чего несколько снижается скорость передачи информации. Правда, он обладает более высокой помехоустойчивостью.

Однако при подключении клиента по радиоканалу возникает много проблем организационного характера.

Оператор беспроводной сети передачи данных обязательно должен иметь разрешение Главгоссвязьнадзора на использование соответствующих частот. Необходимость оформления такого разрешения и сложность его получения объясняется тем фактом, что метод прыгающих частот не получил у нас широкого применения. Количество частот, на использование которых надо получить разрешение, для метода прыгающих частот превышает 72.

Кроме того, даже если Главгоссвязьнадзор эти частоты выделил, то оператор, разворачивающий беспроводную сеть, должен согласовать на электромагнитную совместимость, утвердить в Главгоссвязьнадзоре проектную документацию на разворачиваемую беспроводную сеть и получить частотное присвоение. Пользователю, подключаемому к такой сети, ее оператор должен выдать соответствующее разрешение на использование беспроводного устройства доступа к сети. Если же пользователю услуги беспроводного доступа к сети передачи данных предлагает компания, не имеющая указанного комплекта документов, то действие заключенного с такой компанией договора может быть прекращено в любой момент, причем вне зависимости от желания пользователя, а «беспроводный доступ» будет рассматриваться, как незаконное использование радиопередатчиков устройств.

Для работы с беспроводными устройствами на территории Российской Федерации Главгоссвязьнадзор выделил ЗАО «РОСПАК» частоты в диапазоне 2,4 ГГц.

Весьма интересным фактом является то, что для решения проблемы «последней мили» в Самаре планируется использовать радиодоступ. Система радиодоступа здесь будет оборудована аппаратурой производства компании Aironet Wireless Communication. В настоящее время ОАО «ИнтерИнформ», которое представляет интересы ЗАО «РОСПАК» в Самаре, получили все необходимые разрешения для построения такой сети. Стоит отметить, что ОАО «ИнтерИнформ» будет одной из немногих компаний, предоставляющей доступ по радиоканалу на законных основаниях.

Аппаратура производства компании Aironet Wireless Communication позволяет сравнительно недорого решить проблему «последней мили». Стоимость одного узла беспроводной сети составляет порядка 3–5 тыс. долл. США. Для охвата всей территории Самары потребовалось установить четыре беспроводных узла.

Однако не стоит думать, что на оборудовании такого класса можно создать мощную опорную внутригородскую цифровую сеть. Аппаратура Aironet Wireless Communication и аналогичная ей предоставляет хорошую возможность для решения «последней» IP мили. Она неплохо подходит под концепцию «беспроводной» IP телефонии¹². Но с задачей обеспечения режима «Прозрачного соединения» или предоставления услуги «Ретрансляция кадров» для большого числа пользователей это оборудование не справится. Поэтому для построения мощных беспроводных опорных сетей используются более серьезные устройства. Так, например, корпорация Newbridge Networks Corporation разработала специальные беспроводные АТМ коммутаторы, правда, цена их во много раз превышает 5 тыс. долл.

¹⁰ Обычно компании-операторы связи стараются установить свое оборудование в том месте, куда приходит магистральный канал связи. Но офис клиента может находиться совершенно в противоположном конце города. Проблема «последней мили» сводится к тому, каким образом можно подключить оборудование клиента к оборудованию компании-оператора.

¹¹ Способ распределения сигнала выбирается аппаратурой передачи данных из некоторого достаточно большого списка. Так как размер списка все же ограничен, то речь идет только о псевдослучайном распределении.

¹² Под IP телефонией понимается возможность передачи голосовых сообщений через

Интернет. Основной проблемой здесь являются достаточно большие и неравномерные задержки при передаче голосовой информации: в отличие от технологии АТМ и «Ретрансляция кадров» в IP сетях не предусмотрена возможность передачи более приоритетных сообщений в первую очередь. Однако возможно в недалеком будущем ситуация с IP телефонией изменится в лучшую сторону, так как в настоящее время производителями мостов и маршрутизаторов разработаны специальные протоколы, позволяющие выделять из IP трафика более приоритетную и критичную к задержкам информацию. Правда, достаточно сложным в этой области является вопрос совместимости оборудования различных производителей.

ЧТО ТАКОЕ РЕТРАНСЛЯЦИЯ КАДРОВ ?

В. НЕЙМАН,
г. Москва

В последние годы получает широкое распространение метод передачи данных, называемый ретрансляцией кадров, причем нередко в нашей литературе можно встретить также его английское название — Frame Relay. Главным стимулом развития этого метода является рост потребностей в быстродействующих средствах связи для информационно-вычислительных систем. Появление ретрансляции кадров обусловлено развитием оконечных устройств передачи данных (ОУПД) с искусственным интеллектом, надежных средств цифровой передачи и быстродействующих цифровых систем связи. Чтобы понять, как и почему появился этот метод и подробнее разобраться в его особенностях, удобнее начать с краткой истории развития техники передачи данных и даже предшествовавшей ей телеграфии.

Первые системы передачи данных

Развитие систем передачи данных опирается на использование более чем векового опыта документальной связи, накопленного в телеграфии. Скорости телеграфной передачи не могут удовлетворить современным требованиям, однако многие идеи, лежащие в основе техники быстродействующей передачи данных, зародились еще в эпоху телеграфа. Прежде всего это относится к методам кодирования передаваемых сообщений. В ходе развития техники передачи документальной информации стало очевидным неудобство пятиэлементного телеграфного кода № 2, в свое время рекомендованного Международным консультативным комитетом по телефонно-телеграфной связи (МККТТ), входящим в Международный союз электросвязи (МСЭ). Код № 2 позволяет передавать буквенно-цифровой текст, который печатается на ленте и достаточен для передачи простых сообщений, но он не удовлетворяет современным требованиям оформления этих сообщений в виде печатного текста. Поэтому важным этапом в развитии телеграфа было создание телетайпа, т. е. телеграфного аппарата с клавиатурой пишущей машинки, для которого Рекомендацией МККТТ V.3 был установлен семизначный телеграфный код № 5. Среди $2^7 = 128$ комбинаций этого кода предусматриваются не только заглавные и строчные буквы алфавита, цифры и другие типографские знаки, но и кодовые комбинации для управления приборами и механизмами в процессе передачи (например, возврат каретки в конце строки, переход на новую страницу и многое другое). Этот же набор кодовых комбинаций был рекомендован Международной организацией по стандартизации (МОС) в качестве стандартного международного кода обмена при обработке информации. Его называют также кодом ASCII (от первых букв английских слов, означающих «Американский стандартный код информационного обмена»).

Одновременно с задачами непосредственного кодирования передаваемой информации решались и задачи кодовой защиты от ошибок. Различают два класса помехоустойчивых кодов: коды, исправляющие ошибки, и коды, обнаруживающие ошибки. Первые характеризуются большой избыточностью передаваемых сообщений. Она позволяет при возникновении отдельных ошибок все же правильно интерпретировать передан-

ное сообщение. Такие коды применяются лишь в очень ответственных каналах, например, в каналах дальней космической связи, где важность правильного приема оправдывает снижение полезной скорости передачи. Другой класс — коды, обнаруживающие ошибки. Такие коды позволяют обнаружить лишь факт появления ошибки в некоторой группе символов без конкретного указания ошибочного символа. Поэтому при таком обнаружении обычно вся группа символов с зарегистрированной ошибкой сбрасывается, а передающей стороне направляется автоматический запрос повторения передачи. Именно такой способ нашел широкое применение в коммерческих системах передачи данных, где важно поддерживать высокую производительность каналов.

Простейшие методы обнаружения ошибок начали применять еще в эпоху реперфорторного переприема телеграмм, когда транзитные телеграммы регистрировались на перфоленте, эта лента отрывалась и переносилась оператором в трансмиттер нужного исходящего направления для дальнейшей передачи. Перфолента представляла собой бумажную ленту, по ширине которой предусматривалось восемь позиций в каждом ряду для пробивания отверстий, несущих информацию о двоичных разрядах кодовых комбинаций. Семь из этих позиций отводились для регистрации разрядов семизначного кода, а восьмая — для обнаружения ошибки путем проверки на четность. Это означало, что значение восьмого двоичного разряда выбиралось таким образом, чтобы сумма элементов в ряду оказалась четной. Если приемник обнаруживал в каком-нибудь ряду нечетную сумму, это означало, что произошла ошибка. Нетрудно заметить, что такой метод контроля ошибок позволяет обнаружить одну ошибку, но оставляет незамеченными две ошибки подряд. Как в случае одинакового знака двух ошибок, так и при их разных знаках одновременное появление двух ошибок не может изменить результат проверки на четность, и поэтому такие ошибки остаются необнаруженными.

Для дальнейшего повышения возможностей обнаружения ошибок можно дополнительно применить продольную проверку. Если к описанной проверке на четность, которую называют поперечной проверкой, добавят проверку суммы одинаковых разрядов в фиксированной серии знаков, следующих на ленте друг за другом, возможность обнаружения ошибок повысится. Для такой проверки в конце каждой серии приходится вставлять дополнительные разряды продольной проверки, которые выглядят как очередной знак, хотя таковым не являются.

Появление электронных средств передачи и коммутации сообщений позволило отказаться от перфоленты и применить более совершенные коды для обнаружения ошибок. Это дало возможность не применять восьмой разряд для проверки на четность и включить его в состав кодовой комбинации. В результате код ASCII оказался расширенным до $2^8 = 256$ кодовых комбинаций. Из них первые 128 знаков (кодируемые числами от 10 до 127) являются общими, а вторые 128 знаков (кодируемые числами 128–255) являются дополнительными и применяются, в частности, для кодирования национальных алфавитов разных стран.

Применение кода ASCII позволяет работать с текстами, содержащими как латинский, так и любой национальный алфавит, что создает большое удобство для пользователей. Однако с кодированием букв русского алфавита обстоятельства сложились не самым благоприятным образом. Корень неувязок уходит в неудачную конструкцию телеграфного аппарата СТ-35, который в первый период развития вычислительной техники в нашей стране служил в качестве вводно/выводного устройства ЭВМ. По определению, телетайп — это телеграфный аппарат с клавиатурой пишущей машинки. Стандартное расположение букв на клавишах пишущих машинок в разных странах определяется статистикой соответствующего языка. Иначе говоря, чем чаще встречается буква, тем ее клавиша располагается ближе к середине клавиатуры, где работают указательные пальцы. Например, расположение букв в первом ряду буквенных клавиш русской пишущей машинки начинается буквами ЙЦУКЕН, тогда как на англоязычной латинской пишущей машинке этот ряд начинается с букв QWERTY.

На клавиатуре СТ-35 стандартное положение латинских букв нарушено, они располагаются по признаку фонетической близости к соответствующей русской букве (т. е. в первом ряду вместо QWERTY располагаются буквы YCUKEN). Присвоение кодовых комбинаций каждому знаку на клавише (или, как говорят, кодирование символов) не может быть произвольным, так как обработка текстов на ЭВМ требует, чтобы двоичные числа, приписываемые каждой букве, возрастали в соответствии с алфавитным порядком следования этих букв. Именно отсюда и пошел разноряд. Под аппарат СТ-35, работавший с ЭВМ, был разработан код КОИ-8. Впоследствии, когда появились клавиатуры со стандартным расположением латинских букв, был принят альтернативный код ГОСТ. Позднее этот код был модифицирован, а затем принят в качестве основного.

Таким образом, в СССР действовали четыре стандарта на коды обработки информации. В условиях такой чехарды наша страна не смогла выступить на международной арене законодателем кодирования букв русского алфавита, в результате чего появились также болгарский код MIC, «американский» русский код (PC-866), а также американская кириллица (PC-855). Это означает, что в мире существуют, по меньшей мере, семь различных кодовых комбинаций для русских букв, что создает большие неудобства для русскоязычных пользователей, затрудняя обмен документами на русском языке и препятствуя внедрению материалов на русском языке в сеть Интернет.

По-видимому, пора подумать о создании программы, автоматически распознающей применяемое кодирование русских букв и транслирующей их в код, необходимый для расшифровки. В перспективе ожидается переход кодирования типографских знаков от однобайтового кода к двухбайтовому (Unicode), в котором каждой букве алфавитов разных языков, математическим знакам, декоративным и другим символам присваивается своя шестнадцатиразрядная комбинация. Однако это не снимет проблему кодирования русских букв, так как все равно потребуются

трансляторы между разными однобайтовыми и единым двухбайтовым кодом.

Описанная история с кодированием букв русского алфавита имеет не только частное значение как пример пагубных последствий конкретного неадекватного решения. Важнее общепсихологическое значение этого примера, который показывает необходимость более глубокого подхода к проблемам стандартизации с учетом того, что передача информации не ограничивается только посылкой сигналов, а должна сопровождаться необходимой обработкой и интерпретацией принятой информации. Поэтому далее остановимся на краткой характеристике подходов к стандартизации.

Эталонная модель взаимодействия открытых систем МОС и протокол X.25

Разнообразие функций, которые выполняются современными средствами передачи и обработки информации, разнообразие возможности технической реализации таких средств, а также тенденции непрерывного совершенствования этих функций и средств приводят к необходимости использования в стандартизации принципа многоуровневых (много-слойных) архитектур. Сущность этого принципа состоит в выделении важнейших функций в самостоятельные уровни (слои) обработки и описании взаимодействий между уровнями вне зависимости от их реализации. При таком подходе отдельные уровни в сложной системе можно заменять на новые, если не нарушать принятых стандартных правил их взаимодействия с соседними уровнями.

Хорошо известным примером такой многоуровневой архитектуры является Эталонная модель взаимодействия открытых систем (ВОС) МОС, представленная на рис. 1. Здесь показана схема связи двух оконечных пользователей А и Б, которые включены в узлы связи, являющиеся для данных пользователей оконечными. Модель содержит семь уровней, для которых приняты следующие сокращения: Ф — физический уровень, К — уровень канала, С — сетевой уровень, Т — уровень транспортировки информации (или транспортный уровень), СУ — сессионный уровень, УП — уровень представления, П — прикладной уровень.

Каждый из перечисленных уровней передающей стороны взаимодействует только с таким же уровнем принимающей стороны с помощью процедур, получивших название протоколов связи. Однако связь между двумя равноправными уровнями происходит не непосредственно, а только через физический уровень. Для этого каждый вышестоящий уровень обращается к своему непосредственному нижестоящему уровню как к поставщику услуги. Например, самый верхний прикладной уровень II, взаимодействующий с реальным пользователем, должен, с одной стороны, воспринимать реальный мир, а с другой — давать этому миру возможность обращения к техническим средствам передачи и обработки информации через уровень представления. Иначе говоря, на прикладном уровне описывается семантика (т. е. значение, или смысл) передаваемой информации. Эта информация снабжается необходимым заголовком и в виде блока прикладного уровня передается для дальнейшей обработки уровню представления УП. На этом уровне описывается «синтаксис» передаваемой информации и ведутся автоматические переговоры с взаимодействующей стороной о правилах интерпретации данных с учетом, при необходимости, системы их сжатия или шифрования.

Снабженный новым заголовком блок данных уровня представления передается на сессионный уровень СУ. Последний служит для управления процедурами диалога, включающими установление связи, механизм обнаружения и установления направления передачи, отслеживание контрольных точек передачи во времени. Снабженный еще одним заголовком блок данных сессионного уровня передается на транспортный уровень Т, который задает независимые от сети нормативы передачи сообщений от пользователя к пользователю, включая общие требования по контролю за ошибками, автоматическому восстановлению прерываний связи, автоматическому контролю за правильностью последовательности принимаемых данных и др. Перечисленные сведения отражаются в очередном заголовке, и в таком виде блок данных транспортного уровня направляется для передачи в сеть.

Протоколы перечисленных четырех уровней называются протоколами высокого уровня, а выполняемые ими функции отно-

кет. Полученный пакет передается на сетевой уровень, где анализируется его заголовок и определяется направление дальнейшей передачи. Далее из этого пакета формируется новый кадр, который и передается по следующему участку.

Описанный способ передачи пакетов принято называть протоколом X.25. Он входит в Рекомендации МККТТ X25, впервые утвержденные в 1976 г. (в 1980 и 1984 гг. публиковались переработанные версии). Рекомендации X.25 дают спецификацию сопряжения, охватывающего три нижних уровня рассмотренной Эталонной модели МОС ВОС. Из приведенных выше сведений можно заметить, что идея протокола X.25 напоминает традиционную реперфораторную передачу телеграмм. Разница состоит в том, что по участку передается не последовательность знаков, проверяемых на четность, а стандартный кадр с более совершенным контролем ошибок (об этом говорится ниже). В узле же работает не оператор, переносивший бумажную ленту в аппарат

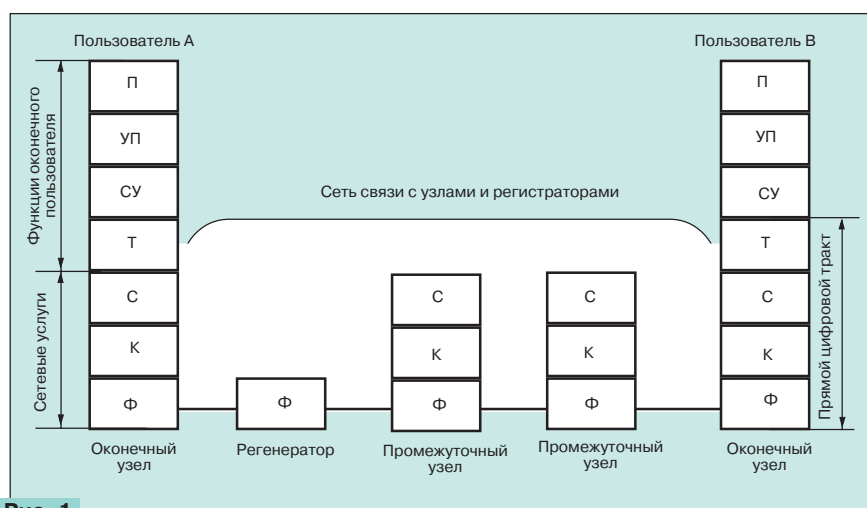


Рис. 1

сятся к функциям оконечного пользователя. Обычно они выполняются главной ЭВМ. К техническим же средствам сети связи относятся три нижних уровня, которые предоставляют сетевые услуги. Поступающий на уровень сетевого уровня блок данных транспортного уровня снабжается новым заголовком, который содержит сведения об адресах отправителя и получателя, порядковую нумерацию блока и некоторую другую служебную информацию. Сформированный таким образом блок данных сетевого уровня называется пакетом. Для того чтобы передать пакет по сети, сетевой уровень обращается к услугам уровня канала К, который гарантирует доставку пакета только до ближайшего узла. Для этого пакет снабжается еще одним заголовком — заголовком уровня канала, который несет собственную порядковую нумерацию блоков, передаваемых по данному участку, адрес узла назначения и другую служебную информацию. Блок данных, сформированный на уровне канала, называется кадром. Для передачи кадра до соседнего узла уровень канала обращается к услуге физического уровня Ф. На этом уровне устанавливаются стандарты на механические разъемы и электрические характеристики канала связи, а также передаваемые по нему цифровые сигналы, включая сигналы занятия линии и ее освобождения.

Для поддержания характеристик передаваемых сигналов на физическом уровне могут устанавливаться регенераторы. Кадр, принятый соседним узлом, освобождается от заголовка уровня канала, т. е. превращается в па-

кет. Полученный пакет передается на сетевой уровень, где анализируется его заголовок и затем считывается его для передачи в требуемом направлении.

На этом, однако, сходство между протоколом X.25 и традиционной телеграфной техникой заканчивается, и при дальнейшем рассмотрении открываются принципиальные различия. Главное из них состоит в том, что через сопряжение, соединяющее оконечное устройство передачи данных (ОУПД) и линейное устройство передачи данных (ЛУПД), может быть организовано большое количество одновременно действующих каналов. Все эти каналы проходят через одну и ту же выходную клемму ОУПД и по одной и той же проводной линии, но несут разные сообщения, которые могут направляться разным получателям (другим ОУПД, связанным с сетью через свои ЛУПД). Такие каналы называются логическими или виртуальными. При организации многоканальной системы передачи по одной линии с помощью аппаратуры частотного или временного разделения каналов каждый канал загружается собственной системой передачи или может простаивать независимо от нагрузки других каналов. Виртуальные же каналы, формируемые на основе статистического уплотнения, обеспечивают возможность более гибкого использования пропускной способности линии, поддерживая при наличии нагрузки непрерывность передачи.

(Окончание следует)

СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАДИОСВЯЗИ

Эта статья рассчитана главным образом не на профессионалов в области радиосвязи, а на руководителей и тех сотрудников фирм, предприятий и структур, которые занимаются организацией собственной служебной или коммерческой системы радиосвязи и стоят перед проблемой выбора оборудования и типа системы. В планируемом цикле статей будут рассматриваться системы, начиная от простейших симплексных радиосетей до транкинговых многозональных систем. (Вопросы Си-Би гражданской радиосвязи в диапазоне 27 МГц здесь рассматриваться не будут). Надеемся, что приводимая в этих статьях информация поможет потенциальным покупателям и пользователям расширить свои познания в радиосвязи и выбрать такую схему построения системы связи и оборудования, которые в наибольшей степени соответствуют специфике их деятельности.

1. Частотные диапазоны.

Для организации сетей профессиональной радиосвязи в России выделены следующие частотные диапазоны:

Диапазон, МГц	Обозначение
30-50	LB (OW BAND)
136-174	VHF
400-512	UHF
300-345	300 МГц

Для организации систем радиосвязи должны быть выделены номиналы частот. Как правило, разрешения на использование радиочастоты выдает Госсвязьнадзор. Исключения составляют ряд ведомственных систем связи, например, силовых структур, за которыми закреплены выделенные поддиапазоны частот. **Но в любом случае для создания системы связи в указанных диапазонах обязательно требуется выделение номиналов частот.**

2. Типы радиооборудования.

Представляемые на российском рынке радиосредства можно разделить на группы по следующим категориям:

Профессиональные, коммерческие и любительские станции, как правило, не отличаются по основным радиотехническим параметрам (частотные диапазоны, выходная мощность, чувствительность). Выбор того или иного типа оборудования определяется условиями эксплуатации, необходимым набором функций и, естественно, доступными денежными средствами (профессиональные радиостанции, например, могут стоить вдвое дороже коммерческих).

3. Дальность радиосвязи.

Дальность связи зависит от большого числа параметров (открытая местность или город, рельеф местности, высота установки антенн, уровень помех и т. д.) и может быть точно определена только экспериментальным путем. Ориентировочные значения дальности радиосвязи приведены на рис. 1.

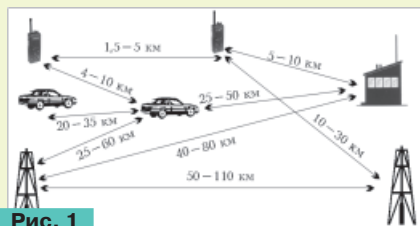


Рис. 1

4. Частотные каналы и режимы работы радиостанций.

Подавляющее большинство современных радиостанций работает в **симплексном или полудуплексном режиме**. При этом прием и передача одновременно невозможны. Включение станции на передачу осуществляется нажатием тангенты. При отпускании тангенты станция переходит в режим приема. Частоты передачи и приема образуют частотный канал и в общем случае могут быть различными. Если частоты передачи и приема совпадают, то канал называется **симплексным**. Если частоты передачи и приема различны, то канал является **дуплексным**, а режим работы радиостанций **полудуплексным**. В режиме полного дуплекса (то есть когда передача и прием осуществляются одновременно и тангенту нажимать не нужно) на дуплексном канале могут работать только **полнодуплексные радиостанции**. Необходимо отметить, что практически все радиостанции, независимо от типа частотного канала, работают в симплексном (или полудуплексном) режиме (дуплексные радиостанции мало распространены из-за высокой стоимости). В радиостанцию могут быть запрограммированы параметры различных каналов. В зависимости от модели радиостанции число каналов может варьироваться от 1 до 100 и более.

5. Симплексные радиосети.

Выбор типа радиосети определяется имеющимся частотным ресурсом, количеством пользователей и спецификой их работы. Рассмотрим простейший вариант, когда используется **один номинал** частоты (одна симплексная частота). Как правило, число радиостанций, работающих в таком режиме, невелико (5-25). В радиосети могут использоваться портативные, автомобильные и стационарные радиостанции. Все они равнозначны. Разумеется, дальность связи между автомобильными (стационарными) станциями выше.

В простейшем случае все пользователи радиостанций, работающих на одной частоте, слышат друг друга и вызывают необходимого абонента голосом (рис. 2).

Достаточно распространенным является вариант, когда одна из станций является диспетчерской (рис. 3). Это, как правило, стационарная станция, располагающая антенной с высоким коэффициентом усиления и размещенная достаточно высоко. При этом, благодаря правильному выбору типа антенны и ее размещению, дальность связи с диспетчерской станцией увеличивается и абоненты, не имеющие возможности связаться между собой напрямую, могут передать сообщение через диспетчера. (При наличии дуплексной пары частот более рационально использовать ретранслятор). Диспетчерские радиосети чаще

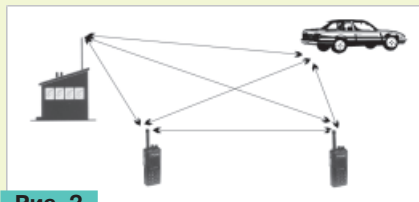


Рис. 2



Рис. 3

всего применяются для организации технологической или служебной радиосвязи.

6. Группы абонентов в симплексной радиосети.

Достаточно часто в системе радиосвязи требуется разделить абонентов на группы. Самый простой вариант решения этой задачи — выделить каждой группе свой номинал частоты, что однако в большинстве случаев невозможно из-за ограниченного частотного ресурса. Наиболее приемлемым решением в этом случае является разделение групп **по тональным или цифровым пилот-сигналам** (рис. 4).



Рис. 4

Каждая радиостанция имеет шумоподавитель (squelch), препятствующий попаданию эфирного шума в громкоговоритель (или наушники) в отсутствие сигнала. В простейшем случае шумоподавитель радиостанции отключается при появлении в эфире несущей соответствующей частоты (carrier squelch). Кроме того, практически все современные радиостанции имеют функции тонального (**TONE SQUELCH, CTCSS, PL**) и/или цифрового (**DIGITAL SQUELCH, DCS, DPL**) управления шумоподавителем.

Что такое **ТОНАЛЬНОЕ ШУМОПОДАВЛЕНИЕ** (синонимы **TONE SQUELCH, CTCSS, PL**)?

Полоса звуковых (голосовых) частот в радиостанции выделяется специальным фильтром и имеет ширину от 300 до 3000 Гц, что вполне достаточно для разборчивой передачи речи. Имеется также полоса субтональных частот от 67 Гц до 250 Гц. Сигналы в этой полосе не пропускаются фильтром звуковых частот и в динамике не слышны. Пилот-сигнал представляет собой тоновый сигнал субтональной частоты, который передается одновременно с голосовым сигналом. В субтональной полосе выделены 49 стандартных для большинства типов радиооборудования тонов. В радиостанции, кроме частоты приема и передачи, устанавливается (программируется) частота или табличный номер тонового сигнала, который будет передаваться вместе со звуковым в режиме передачи, и частота или номер тонового сигнала, при опознании которого в режиме приема шумоподавитель должен быть открыт и звуковой сигнал подан в громкоговоритель. Пилот-сигналы приема и передачи в большинстве случаев выбираются одинаковыми.

Что такое **ЦИФРОВОЕ ШУМОПОДАВЛЕНИЕ** (синонимы **DIGITAL SQUELCH, DCS, DPL, цифровой пилот-сигнал**)?

Принцип работы систем цифрового управления шумоподавителем аналогичен тональному. В субтональной полосе передается цифровой сигнал (повторяющаяся последовательность 8 бит с несущей частотой 133 Гц). Цифровые пилот-сигналы также стандартизированы. Их количество более 100.

Необходимо отметить, что системы тонального шумоподавления более распространены и имеются практически во всех типах современных радиостанций. Многие типы радиостанций имеют и тональное и цифровое шумоподавление (на выбор). Таблицы пилот-сигналов в различных типах радиостанций могут не совпадать полностью. Тем не менее даже

при использовании различных типов оборудования можно выделить группу пилот-сигналов, одинаковую для всех станций.

Итак, используя систему тонального или цифрового шумоподавления можно разделить на группы пользователей, работающих на одной частоте. Каждой группе присваивается свой пилот-сигнал, и пользователи радиостанций будут слышать только членов своей группы. Это, однако, не означает, что все группы пользователей смогут вести переговоры одновременно. Как правило при подобном разделении на группы в радиостанциях программируется запрет включения передачи при наличии в эфире «чужого» пилот-сигнала. Одна и та же радиостанция может быть членом различных групп. При этом на различных каналах устанавливаются соответствующие пилот-сигналы. Номинал частоты при этом на всех каналах может быть одним и тем же.

Примечание. К сожалению, не существует единой устоявшейся терминологии для определения систем управления шумоподавителем. Термин «ПИЛОТ-СИГНАЛ» введен в обиход как наиболее простой и понятный. Терминология фирмы MOTOROLA: PL (Private Line) < DPL (Digital Private Line). PL и DPL являются зарегистрированными торговыми марками фирмы MOTOROLA. Международная терминология: CTCSS (Continuous Tone Coded Squelch), DCS (Digital Coded Squelch).

7. Дистанционное управление стационарной станцией.

В некоторых случаях для наилучшего радиопокрытия зоны обслуживания радиосети требуется дистанционная установка диспетчерской станции. Наиболее распространенным решением является использование комплектов дистанционного управления серии C100 (MOTOROLA). Существует два варианта организации дистанционного управления стационарными радиостанциями MOTOROLA GM300/GM350:

Вариант 1. Локальное дистанционное управление (рис. 5).

Применяется, когда управляемая станция удалена от диспетчерского пульта C100 LOCAL (EN1000) на расстояние до 300 м. Пульт дистанционного управления серии C100 по дизайну схож со стандартным телефонным аппаратом, на телефонной трубке которого расположена тангента. Кроме того, имеется возможность «громкой свя-



Рис. 5

зи» — пульт имеет встроенный громкоговоритель, микрофон и кнопку «ПЕРЕДАЧА».

Пульт C100 LOCAL подключается непосредственно к аксессуарному разъему радиостанции GM300/GM350. Управление осуществляется по шестипроводному кабелю. Питание пульта осуществляется напряжением 12 В.

К одной радиостанции может быть подключено несколько пультов, но при этом суммарная длина соединительных кабелей не должна превышать 300 м.

Достоинства этого варианта — невысокая стоимость.

Недостатки — необходимость прокладывания шестипроводного кабеля; ограниченная дальность дистанционного управления.

Вариант 2. Тональное дистанционное управление (рис. 6).



Рис. 6

Применяется в тех случаях, когда управляемая станция удалена от диспетчерского пульта C100 TONE (EN1001) на расстояние более 300 м (до нескольких километров). Управление радиостанцией осуществляется тональными сигналами по выделенной двухпроводной линии. Для декодирования тональных сигналов управления и преобразования их в сигналы управления радиостанцией ис-

пользуется **тональный адаптер дистанционного управления**. Это устройство подключается непосредственно к аксессуарному разъему стационарной радиостанции GM300/GM350. Питание адаптера осуществляется от станции. Линия, по которой осуществляется управление, подключается к адаптеру — с одной стороны и к пулту C100 TONE — с другой. С тонального пульта возможно производить переключение до двух каналов на станции (на пульте имеются кнопки F1/F2). В остальном дизайн тонального пульта аналогичен дизайну локального.

Достоинства — большая дальность дистанционного управления; возможность переключения каналов.

Недостатки — необходимость использования адаптера; высокая стоимость по сравнению с локальным вариантом.

Примечание. Переключение каналов возможно только при работе с 16-канальными моделями GM300 и 128-канальными моделями GM350.

8. Выход в телефонную сеть (рис. 7).



Рис. 7

Даже при использовании одной симплексной частоты в радиосети может быть организован выход в телефонную сеть (как правило, ведомственную). Для этого необходимо установить стационарную радиостанцию с **телефонным интерфейсом**, а портативные и автомобильные станции должны иметь телефонную (**DTMF**) клавиатуру. **Что такое DTMF?**

DTMF (Dual Tone Multi Frequency) — это система селективного вызова, применяемая в телефонии. В России, как известно, в наибольшей степени распространен импульсный набор телефонных номеров, т. е. каждая цифра передается соответствующим числом импульсов. В большинстве стран с развитой инфраструктурой телефонных сетей применяется тональный набор, т. е. каждая цифра передается парой сигналов тональной частоты. Это и есть сигнальная система DTMF. Стандартный набор сигналов DTMF включает в себя цифры от 0 до 9, а также символы «#» и «*». Радиостанции, имеющие клавиатуру DTMF (аналогичную телефонной), могут передавать сигналы DTMF в эфир и выходить в телефонную сеть через телефонный интерфейс. Стационарная станция, оборудованная телефонным интерфейсом, принимает телефонный номер в системе DTMF, набираемый с абонентской станции, и передает его в телефонную сеть. Если в телефонной сети используется импульсный набор, то телефонный интерфейс преобразует DTMF в соответствующий сигнал-номер в импульсном виде. Как правило, при использовании простейших телефонных интерфейсов без селективного вызова абоненты всех станций радиосети будут слышать телефонные переговоры (если они не разделены на группы по пилот-сигналам). На канале, где используется телефонный интерфейс, может быть установлен определенный пилот-сигнал. Абонент телефонной сети, набравший номер телефонного интерфейса, также вызовет одновременно всех радиоабонентов или радиостанции группы с соответствующим пилот-сигналом.

В следующем номере планируется рассмотреть построение радиосетей с использованием ретрансляторов и популярные системы с индивидуальным вызовом и выходом в телефонную сеть.

«Электроника-Дизайн». Москва.
Телефоны: (095) 165-1892, 165-0874
E-mail: eldz@dol.ru

Класс станций и условия эксплуатации	
Профессиональные радиостанции (MOTOROLA, VERTEX, ICOM)	Как правило, соответствуют требованиям военного стандарта по ударопрочности, воздействию вибрации, пылевлагозащиты. Имеют минимум органов управления, параметры жестко программируются и не могут быть изменены пользователем. Рассчитаны на длительный срок службы в жестких условиях.
Коммерческие и любительские радиостанции (YAESU, ALINCO)	Не рассчитаны на работу в экстремальных условиях. Не могут устанавливаться в условиях повышенной влажности. Радиоприемники имеют расширенный набор пользовательских функций. Имеют «дружественный дизайн».
Отметим, что некоторые модели занимают промежуточное положение и не могут однозначно отнесены к определенному классу	
Назначение станции и ориентировочные характеристики	
Портативные (носимые) радиостанции	Выходная мощность 0,5...6 Вт, емкость аккумулятора 6 А·ч. Типичный комплект поставки: приемопередатчик (собственно станция), антенна, аккумулятор, зарядное устройство.
Автомобильные радиостанции	Выходная мощность 10...60 Вт, питание от бортовой сети. Типичный комплект поставки: приемопередатчик (собственно станция), монтажный комплект, кабель питания, автомобильный микрофон с креплением. Автомобильная антенна, как правило, устанавливается отдельно.
Стационарные радиостанции	Как правило, автомобильные станции имеют возможность стационарной установки. Дополнительное оборудование: питание от сети 220 В, стационарная антенна, антенны. Для удобства работы может использоваться настольный диспетчерский телефон.

СОХРАНЕНИЕ ДАННЫХ

В ПАМЯТИ РАДИОСТАНЦИЙ

И. НЕЧАЕВ, И. БЕРЕЗУЦКИЙ, г. Курск

Некоторые автомобильные радиостанции Си-Би диапазона, например, ALAN-48 PLUS, HYGEN 717, имеют режим памяти, который позволяет запомнить частоты нескольких каналов и другие параметры при выключении радиостанции выключателем питания. Однако информация в памяти сохраняется только до тех пор, пока не будет отключено и питающее напряжение. В предлагаемой статье рассказано о том, как добиться сохранения информации и в этом режиме.

В автомобильных радиостанциях, даже в выключенном состоянии, на блок памяти процессора все равно поступает напряжение от бортовой сети. При этом все данные, находящиеся в блоке оперативной памяти, сохраняются. Сделано это в расчете на то, что аккумуляторную батарею владельцы машины, как правило, никогда не отсоединяют. Однако большинство автолюбителей на ночь, на время стоянки и т. д., все же отключают минусовый вывод батареи от кузова автомобиля («массы») специальным выключателем, что приводит к полному обесточиванию процессора, т. е. потере данных.

Если автомобильные радиостанции используются в домашних условиях и питаются от сетевого блока питания, то для сохранения данных в памяти процессора блок питания приходится оставлять включенным постоянно, что неэкономично. Правда, с этим можно смириться, но следует учитывать, что при переносе радиостанции из автомобиля домой или обратно, когда питающее напряжение исчезает совсем, данные из блока памяти теряются.

Когда же радиостанция эксплуатируется только в автомобиле, решить эту проблему довольно просто: надо установить резистор между минусовым выводом аккумуляторной батареи и кузовом параллельно выключателю «массы». Сопротивление резистора может быть от нескольких сотен ом до единиц килоом. Такой резистор никак не повлияет на работоспособность электрооборудования автомобиля и в то же время не позволит запустить двигатель при отключенной от «массы» аккумуляторной батарее. Этот резистор не сгорит, так как ток через него ограничен.

При отключенном выключателе «массы» вся бортовая сеть оказывается запитанной через резистор. Для нормальной работы приборов протекающего через него тока недостаточно, однако для подпитки блока памяти процессора хватает.

Такой простой способ можно с успехом использовать и для сохранения данных в автомобильных магнитолах с процессорным управлением.

В случае, если надо переносить аппаратуру с места на место, решением проблемы будет установка в корпусе радиостанции малогабаритного автономного источника питания.

В радиостанции ALAN-48 PLUS для цели «подпитки» служит делитель напряжения R422R423C434 (по схеме радиостанции), через который на вывод питания блока памяти процессора непосредственно от бортовой сети (до выключателя питания) поступает напряжение 4...5 В. При включенной радиостанции на этот вывод через диод D406 поступает питание от стабилизатора напряжения на транзисторе Q415.

В качестве дополнительного источника можно использовать, например, несколько включенных последовательно малогабаритных аккумуляторов или гальванических элементов. Тогда в дежурном режиме они питают бы блок памяти процессора, а при работе подзаряжались. Так как в дежурном режиме ток, потребляемый блоком памяти процессора, составляет около 10 мкА, то пригодны элементы или аккумуляторы небольшой емкости. Из аккумуляторов подойдут малогабаритные Д-0,03, но лучше применить гальванические элементы от ручных часов — они надежнее и имеют меньшие габариты.

Элементы или аккумуляторы (всего 4 шт.) надо собрать в одну батарею и заизолировать, например, поместить в корпус из изоляционного материала. В качестве такого корпуса можно использовать отрезок старого фломастера, авторучки и т. д. Батарею через резистор R1' и диод VD1' подключают к процессору в соответствии со схемой на рис. 1. Для этого с платы радиостанции надо удалить резисторы R422, R423, а батарею разместить в любом удобном месте, надежно ее закрепив.

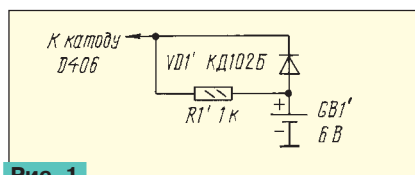


Рис. 1

В дежурном режиме батарея через диод VD1' будет питать блок памяти процессора, а при работе она будет подзаряжаться через резистор R1'. Кроме того, резистор необходим для защиты стабилизатора напряжения на транзисторе Q415 от выхода из строя при возможных неисправностях в батарее.

Недостатком такого решения является то, что батарея элементов или аккумуляторов требует периодического контроля и замены. И хотя это придется делать не часто, тем не менее — лишние хлопоты. Чтобы этого избежать, можно использовать конденсаторы большой емкости. Подойдут, например, K58-9Б, так называемые ионисторы. Они обладают большой емкостью при сравнительно малых габаритах, имеют небольшой ток утечки и хорошо работают в основном на высокоомную нагрузку, какой и является блок памяти процессора.

Установка конденсатора K58-9Б емкостью 1 Ф на напряжение 5 В вместо батареи GB1' не вызывает особых трудностей. Его удобно разместить рядом с процессором, просверлив дополнительные отверстия, или взамен конденсатора C434. Резисторы R422 и R423 с платы удаляют. Практика показала,

что для питания блока памяти процессора достаточно 2...3 В. Емкости указанного конденсатора хватает для сохранения данных на несколько дней (до недели). Поэтому, если радиостанцией пользоваться часто, даже кратковременно (например, в течение минуты), то за это время конденсатор зарядится и будет готов для нового цикла хранения.

Несмотря на большую емкость, зарядный ток этого конденсатора будет небольшой — несколько десятков миллиампер, поэтому заметной перегрузки стабилизатора не будет и какого-либо вредного влияния на работу радиостанции он не окажет. Для увеличения времени хранения данных желательно уменьшить ток разряда конденсатора. С этой целью диод D406 можно заменить на отечественный типов КД102А, КД102Б или КД104А, обратный ток которых не превышает 0,1 мкА. Установка конденсаторов меньшей емкости приведет к пропорциональному сокращению продолжительности хранения данных в памяти процессора.

Можно совместить подпитку блока памяти от конденсатора и от внешнего источника. В этом случае данные будут сохранены неограниченно долго за счет питания от внешнего источника и в течение нескольких дней после его отключения. Такая доработка показана на рис. 2.

Резисторы R422 и R423 удаляют, и на их место устанавливают резисторы R1', R2, диод VD1' и конденсатор C1'. При использовании внешнего источника питания (аккумуляторная батарея, сетевой блок) напряжение на блок памяти начнет поступать через делитель на-

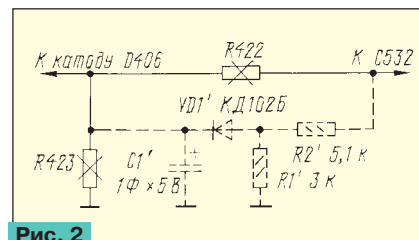


Рис. 2

пряжения R1'R2' и диод VD1', одновременно будет подзаряжаться конденсатор C1'. При отсутствии внешнего напряжения блок памяти получит питание от конденсатора C1'.

В некоторых портативных радиостанциях также имеется функция памяти. Для сохранения данных питание на блок памяти поступает непосредственно с батареи аккумуляторов. При замене питающих элементов информация теряется. В этом случае достаточно сохранить ее на короткое время, необходимое для замены элементов. Поэтому можно установить конденсатор типа K58 значительно меньшей емкости, который занимает меньше места и помещается в портативной радиостанции.

ПРИМЕЧАНИЕ РЕДАКЦИИ.

Подключение резистора параллельно выключателю «массы» может помочь не во всех случаях. Например, если открыть дверь при выключенной «массе», лампа освещения салона зашунтирует питание радиостанции и информация пропадет.

Эпизоды, курьезы, парадоксы истории электротехники и электросвязи

ЧУДАКИ И СКЕПТИКИ

Идеи о возможности передачи электрических зарядов на расстояния и об осуществлении таким путем телеграфной связи высказывались с середины XVIII века. Профессор Лейпцигского университета Иоган Винклер — именно он усовершенствовал электростатическую машину, предложив натирать стеклянный диск не руками, а подушечками из шелка и кожи, — в 1744 г. писал: «С помощью изолированного подвешенного проводника возможна передача электричества на край света со скоростью, которая превосходит даже скорость полета пули». В шотландском журнале «The Scot's Magazine» 1 февраля 1753 г. появилась статья, подписанная только инициалами Ч. М. (впоследствии выяснилось, что ее автор Чарльз Морисон — ученый из г. Ренфрю), в которой впервые была описана возможная система электросвязи. Предлагалось подвесить между двумя пунктами столько неизолированных проводов, сколько букв в алфавите. Проволоки в обоих пунктах прикрепить к стеклянным стойкам, чтобы концы их свисали и заканчивались бузиновыми шариками, под которыми на расстоянии 3–4 мм располагались буквы, написанные на бумажках. При касании в пункте передачи кондуктором электростатической машины конца проволоки, соответствующей требуемой букве, в пункте приема наэлектризованный бузиновый шарик притягивал бы бумажку с этой буквой.

В 1792 г. женеvский физик Жорж Луи Лесажа описал свой проект линии электрической связи, основанный на прокладке 24 медных неизолированных проводов в глиняной трубе, внутри которой через каждые 1,5...2 м устанавливались бы перегородки-шайбы из глазурованной глины или стекла с отверстиями для проводов. Последние, таким образом, сохраняли бы параллельное расположение, не соприкасаясь между собой. По одной неподтвержденной, но весьма вероятной версии Лесажа в 1774 г. в домашних условиях провел несколько удачных опытов телеграфирования по схеме Морисона — с электризацией бузиновых шариков, притягивающих буквы. Передача одного слова занимала 10...15 мин, а фразы — 2...3 ч.

Но вскоре появился и скептик. Профессор И. Бекман из Карлсруэ в 1794 г. писал: «Чудовищная стоимость и другие препятствия никогда не позволят серьезно рекомендовать применение электрического телеграфа».

А всего лишь через два года после этого пресловутого «никогда» по проекту испанского медика Франсиско Сальвы военным инженером Августином Бетанкуром была сооружена первая в мире линия электростатического телеграфа длиной 42 км между Мадридом и Аранхуэсом.

Ситуация повторилась четверть века спустя. С 1794 г. сначала в Европе, а затем в Америке широкое распространение получил так называемый семафор-

Принято считать, что все новое, необычное, остроумное, способствующее техническому прогрессу, создают в основном «чудаки». Чудаки, головы которых свободны от догм, глаза которых всегда открыты удивлению, смотрят шире вокруг и зорче вперед по сравнению с большинством окружающих, а их душа и ум жаждут творчества, самостоятельности, оригинальности. Однако на каждого чудака находится, по крайней мере, один скептик, который точно знает, что это нельзя осуществить, что так не получится, что подобное вообще невозможно. Быть может, скепсис одних по-своему стимулирует упорство и целеустремленность других.

ный телеграф, изобретенный французским инженером Клодом Шаппом и даже описанный Александром Дюма в романе «Граф Монте-Кристо». На трассе линии строились на расстоянии прямой видимости (8...10 км) высокие башни с шестью типа современных антенн с подвижными переключателями, взаимное расположение которых обозначало букву, слог или даже целое слово. На передающей станции сообщение кодировалось и переключатели поочередно устанавливались в нужные положения. Телеграфисты последующих станций дублировали эти положения. На каждой башне посменно дежурили двое: один — принимал сигнал от предыдущей станции, другой — передавал его на следующую.

Хотя этот телеграф и прослужил человечеству более полувека, он не удовлетворял потребности общества в быстрой связи. На передачу одной депеши затрачивалось в среднем 30 мин. Неизбежно были перерывы связи при дождях, туманах, выюгах.

Естественно, что «чудаки» изыскивали более совершенные средства связи. Лондонский физик и астроном Фрэнсис Рональдс в 1816 г. начал проводить опыты с электростатическим телеграфом. В своем саду, в пригороде Лондона, он соорудил 13-километровую линию из 39 неизолированных проводов, которые подвешивались посредством шелковых нитей на деревянных рамках, установленных через 20 м. Часть линии была подземной — в траншею глубиной 1,2 м и длиной 150 м был уложен деревянный просмоленный желоб, на дне которого были расположены стеклянные трубки с пропущенными в них медными проволоками.

В 1823 г. Рональдс опубликовал брошюру с изложением полученных результатов. Кстати, это был первый в мире печатный труд в области электрической связи. Но когда он предложил свою систему телеграфа властям, Британское Адмиралтейство заявило: «Их светлости вполне удовлетворены существующей системой телеграфа (вышеописанного семафорного — Д. Ш.) и не намерены заменять ее другой».

Буквально через несколько месяцев после открытия Эрстедом эффекта воз действия электрического тока на магнитную стрелку эстафету дальнейшего развития электромагнетизма подхватил знаменитый французский физик, теоретик,

Андре Ампер — основоположник электродинамики. В одном из своих сообщений в Академии наук в октябре 1820 г. он первым выдвинул идею электромагнитного телеграфа. «Подтвердилась возможность, — писал он, — заставить перемещаться намагниченную стрелку, находящуюся на большом расстоянии от батареи, с помощью очень длинного провода». И далее: «Можно было бы... передавать сообщения, посылая телеграфные сигналы по очереди по соответствующим проводам.

При этом количество проводов и стрелок должно быть взято равным числу букв в алфавите. На приемном конце должен находиться оператор, который записывал бы переданные буквы, наблюдая отклоняющиеся стрелки. Если провода от батареи соединить с клавиатурой, клавиши которой были бы помечены буквами, то телеграфирование можно будет осуществлять нажатием клавиш. Передача каждой буквы занимала бы лишь время, необходимое для нажатия клавиш, с одной стороны, и прочтения буквы — с другой стороны».

Не принимая новаторскую идею, английский физик П. Барлоу в 1824 г. писал: «В самой ранней стадии экспериментов с электромагнетизмом Ампер предложил создать телеграф мгновенного действия при помощи проводов и компасов. Однако сомнительным было утверждение, что окажется возможным осуществить указанный проект с проводом длиной до четырех миль (6,5 км — Д. Ш.). Произведенные мною опыты обнаружили, что заметное ослабление действия происходит уже при длине провода 200 футов (61 м), и это меня убедило в неосуществимости подобного проекта».

А всего лишь еще через восемь лет член-корреспондент Российской академии наук Павел Львович Шиллинг воплотил идею Ампера в реальную конструкцию.

Изобретатель электромагнитного телеграфа П. Л. Шиллинг первым понял сложность изготовления на заре электротехники надежных подземных кабелей и предложил наземную часть проектируемой в 1835–1836 гг. телеграфной линии сделать воздушной, подвесив неизолированный голый провод на столбах вдоль Петергофской дороги. Это был первый в мире проект воздушной линии связи. Но члены правительственного «Комитета для рассмотрения электромагнитного телеграфа» отвергли показавшийся им фантастическим проект Шиллинга. Его предложение было встречено недоброжелательными и насмешливыми возгласами, а один из присутствующих сказал Шиллингу: «Любезный друг мой, ваше предложение — безумие, ваши воздушные проволоки поистине смелы».

А через 30 лет, в 1865 г., когда протяженность телеграфных линий в странах Европы составила 150 000 км, 97 % из них приходилось на долю линий воздушной подвески.

Д.Л. ШАРЛЕ, г. Москва