

УДК 681.327.8:681.324

ВЕДОМСТВЕННАЯ СЕТЬ С КОММУТАЦИЕЙ ПАКЕТОВ: ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СЕТЬ НОВОСИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

© 1995, А.Е. Безденежный, В.Д. Бобко, Ю.Д. Бронер, О.З. Гусев, Ю.Н. Золотухин,
Л.Н. Константинова, В.Д. Некрасов, А.П. Ян

Институт автоматизации и электрометрии СО РАН, Новосибирск

Рассмотрены алгоритмические, аппаратные и программные сетевые средства, позволяющие строить соответствующие международным стандартам и рекомендациям МККТТ сети передачи данных современного уровня.

Функционирование предприятий железнодорожного транспорта в условиях рыночной экономики требует повышения оперативности и достоверности деловой информации, ускорения документооборота, улучшения качества контроля исполнения распоряжений, повышения эффективности принимаемых решений. Другими словами, необходим переход к новым информационным технологиям.

Основной хозяйственной единицей железнодорожного транспорта, осуществляющей грузовые и пассажирские перевозки, является Отделение дороги. В его состав входят территориально рассредоточенные предприятия различных служб, обеспечивающих перевозочный процесс (локомотивного, вагонного и энергетического хозяйств, пути, связи, движения и др).

Общепринятой базой современных информационных технологий является компьютеризация деятельности управленческого и инженерно-технического персонала предприятий. Использование локальных вычислительных сетей (ЛВС) для объединения автоматизированных рабочих мест (АРМ) специалистов предприятия позволяет значительно повысить эффективность использования общих ресурсов (таких, как дисковая память, быстродействующие процессоры и т.п.) за счет применения схемы "клиент-сервер".

Технология ЛВС обеспечивает также возможность постепенного наращивания информационно-вычислительных ресурсов: от использования, например, отдельного АРМ -

полномасштабной сети с несколькими серверами и десятками рабочих мест.

Необходимость взаимодействия предприятий Отделения, рассредоточенных на значительной территории, требует использования сетевых (коммуникационных) услуг.

Возможны два основных варианта решения проблемы обеспечения сетевыми услугами: использование услуг, предоставляемых сетями передачи данных общего пользования, и создание собственной ведомственной сети. В странах с развитой информационной инфраструктурой экономически явно предпочтительнее вариант аренды услуг, хотя ряд обстоятельств, таких как повышенные требования к защите от несанкционированного доступа, к надежности и живучести системы, иногда вынуждает создавать частные (ведомственные) сети.

В России (и особенно в Сибирском регионе) возникающие сети передачи данных общего пользования (такие как "Спринт", Роспак, "Инфотел") пока имеют недостаточно разветвленную структуру, а стоимость аренды их услуг чрезвычайно высока.

Определяющим фактором при решении проблемы обеспечения коммуникационных услуг в современных условиях является наличие собственной железнодорожной первичной сети каналов связи.

Институт автоматизации и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук более пятнадцати лет ведет работы в области инте-

гральных сетей связи с коммутацией пакетов (1-3).

Созданные в ходе исследований алгоритмические, аппаратные и программные сетевые средства позволяют строить соответствующие стандартам МОС и рекомендациям МККТТ сети передачи данных современного уровня. Выпускаемая малыми сериями недорогая относительно мировых цен коммуникационная аппаратура, а также используемая в проекте отличная от радиально-узловой структура связей позволяет в 5 – 8 раз уменьшить затраты на создание ведомственной сети.

На основании вышеизложенного решение о создании ведомственной сети передачи данных как коммуникационной среды для информационно-вычислительной сети Отделения дороги представляется целесообразным и экономически эффективным.

ИВС: назначение и основные требования. Основным назначением проектируемой информационно-вычислительной сети (управленческой информационной системы) является обеспечение пользователей различного ранга достаточным количеством данных и предоставление возможностей по их обработке с целью эффективного управления организацией.

Для выполнения возлагаемых на нее функций ИВС должна удовлетворять ряду требований, таких как:

- предоставление широкого спектра информационных услуг (базы данных, информационно-поисковые системы, справочные службы, экономические и управленческие модели и т.д.);
- возможность обслуживания большого количества автоматизированных рабочих мест и терминалов пользователей;
- предоставление возможности работы в режимах диалога, передачи файлов и удаленного ввода и запуска заданий;
- защиты программ и данных пользователей от несанкционированного доступа;
- обеспечение надежных каналов обмена информацией;
- предоставление услуг электронной почты.

Кроме отмеченного набора требований, определяемого основным назначением сети, ИВС, как и любая электронная система, должна обладать такими характеристиками, как надежность, ремонтопригодность, защищенность от быстрого морального износа, способность к расширению набора услуг и количества пользователей, а также соответствовать международным стандартам и рекомендациям в области взаимодействия открытых систем.

Структура ИВС. Информационно-вычислительная сеть состоит из двух основных компонентов:

абонентских систем и коммуникационной (транспортной) системы. Кроме того, в состав информационно-вычислительной сети входит административная система, функции которой реализованы как в элементах коммуникационной и абонентских систем, так и в центре управления сетью.

Абонентские системы в сети исполняют главную роль – обработку информации в интересах пользователей. Остальные компоненты сети исполняют вспомогательные функции, необходимые для обеспечения взаимодействия абонентских систем. Так основное назначение коммуникационной системы – передача информации между абонентскими системами; административная система служит для организации надежного функционирования сети.

Коммуникационная или транспортная система ИВС предназначена для обеспечения передачи (транспортировки) данных между абонентскими системами. Она состоит из коммуникационных узлов, связанных магистральными каналами. К коммуникационным узлам посредством абонентских линий подключены абонентские системы.

Таким образом, подключение абонентских систем к коммуникационной системе (коммуникационному узлу) производится через внешний интерфейс (интерфейс абонент – сеть), определяющий набор сигналов и процедуры обмена данными на стыке абонент – сеть.

Взаимодействие коммуникационных узлов между собой осуществляется через внутренний интерфейс сети (интерфейс узел – узел).

Коммуникационные узлы предназначены для реализации функций коммутации и маршрутизации потоков данных между абонентскими подсистемами. По отношению к паре взаимодействующих подсистем узлы разделяются на входные и транзитные.

Обычно абонентская система имеет один вход в сеть (один пункт доступа), хотя допускается вариант подключения абонентской системы к нескольким входным коммутационным узлам (например, для особо важных баз данных, центра управления сетью и т.п.).

Магистральные каналы и абонентские линии должны обеспечивать дуплексный режим работы, т.е. возможность одновременной двусторонней передачи данных между абонентами. При создании коммуникационной системы магистральные каналы и абонентские линии используются в двухточечной схеме и, как правило, являются выделенными (некоммутируемыми).

Для согласования параметров цифровой коммутационной и абонентской аппаратуры с аналоговыми каналами связи используются модемы

(устройства преобразования сигналов), обладающие необходимыми характеристиками.

Абонентские системы

Решение прикладных задач, являющихся основной функцией информационно-вычислительной сети, производится в абонентских системах (АС). По степени сложности решаемых задач среди абонентских систем можно выделить несколько основных групп.

1) Абонентская система в виде локальной вычислительной сети (ЛВС) либо совокупности нескольких ЛВС, имеющих доступ к коммуникационной системе.

АС такого типа обладают наибольшими информационными ресурсами и богатым набором средств обработки данных, обычно они имеют в своем составе один или несколько файл-серверов, некоторое количество автоматизированных рабочих мест (АРМ) на базе ПЭВМ и устройство сопряжения с коммуникационной системой (мост);

2) Абонентская система в виде автоматизированного рабочего места на базе ПЭВМ.

АС такого типа обладает рядом информационных ресурсов, построена, как правило, с использованием старших моделей персональных компьютеров и имеет встроенный сетевой адаптер для сопряжения с коммуникационной системой.

3) Терминальная абонентская система обладает наименьшими ресурсами, обеспечивая лишь удаленный терминальный доступ к сетевым информационным ресурсам. В состав терминальной АС входит пакетный адаптер (сборщик/разборщик пакетов, PAD), имеющий, с одной стороны, средства взаимодействия с коммуникационной системой через ее внешний интерфейс, а с другой — обеспечивающий подключение нескольких асинхронных терминалов.

В каждом случае выбор типа абонентской системы зависит от набора информационно-управленческих задач, решаемых конкретным специалистом или группой специалистов.

Административная система

Административная система предназначена для решения задач управления информационно-вычислительной сетью и ее коммуникационной системой в частности; ее функции также разделяются на две группы.

В функции управления ИВС входят, как правило:

- тестирование и диагностика абонентских и коммуникационных систем;
- динамическая реконфигурация сети;
- сбор статистики о состоянии сети;

— планирование профилактических и ремонтных работ;

— подготовка счетов за пользование ресурсами сети.

К основным функциям управления коммуникационной системой относятся:

— тестирование и диагностика коммуникационных узлов и каналов;

— реконфигурация системы;

— планирование ремонта компонентов;

— изменение таблиц маршрутизации в коммутационных узлах;

— сбор и обработка статистики работ;

— составление отчетов о работе системы;

— назначение платы за переданный график.

С общей точки зрения административная система является специализированной абонентской системой, взаимодействующей со своими "агентами", находящимися в абонентских и коммуникационных системах ИВС.

Взаимодействие с другими сетями передачи данных

Такое взаимодействие подразумевает обеспечение возможности доступа абонентских систем одной сети к абонентским системам (ресурсам) другой.

В общем случае требуется согласование форматов представления данных и процедур взаимодействия, которые могут быть различными в разных сетях передачи данных. Принятый в настоящее время способ обеспечения взаимодействия предусматривает использование аппаратно-программных комплексов — "шлюзов", которые обеспечивают взаимно-однозначное преобразование протоколов.

Информационно-вычислительная сеть НОД-2 Зап.-Сиб. ж.д.

Как уже отмечалось выше, современные условия хозяйствования требуют, наряду с внедрением различных методов повышения эффективности транспортного процесса, перехода к использованию новых информационных технологий. Проект ИВС Новосибирского отделения Зап.-Сиб. ж.д. представляет собой важный шаг в направлении развития новых информационных технологий в Отделении дороги.

В перспективе в состав ИВС НОД-2 должны быть включены все предприятия Отделения. Кроме того, в состав ИВС должны быть включены абоненты отделов и служб Отделения.

Таким образом, в окончательном виде информационно-вычислительная сеть Новосибирского отделения будет представлять собой крупный

распределенный управляющий комплекс, объединяющий порядка 50 предприятий и около 30 отделов Отделения. Общее число абонентов ИВС с учетом постепенного перехода от отдельных АРМ к локальным сетям предприятий может составить порядка 300.

В состав основных услуг ИВС должны входить: создание и ведение баз данных на предприятиях, электронная почта для абонентов сети, обмен файлами, доступ к удаленным базам данных.

Согласно Техническому заданию работы по развертыванию ИВС НОД-2 проводятся в несколько этапов. На первом этапе (в течение 1995 года) создается коммуникационная система (сеть передачи данных, СПД), обеспечивающая обмен информацией между абонентами ИВС, а в качестве прикладной задачи должна создаваться распределенная система автоматизации делопроизводства путевого хозяйства Отделения.

В составе абонентов первой очереди входят автоматизированные рабочие места (АРМ) технических отделов дистанций пути и отдела пути Отделения.

Коммуникационная система ИВС включает в себя 6 коммуникационных узлов, расположенных на основных станциях Отделения: Новосибирск-Гл., Инская, Барабинск, Татарская, Чулымская и Болотное. Узлы соединены выделенными ТЧ-каналами. Структура межузловых связей организована таким образом, что обеспечивает связность сети при выходе из строя любого одного канала, т.е. при таких повреждениях не требуется оперативного вмешательства обслуживающего персонала для поддержания нормального функционирования сети.

Коммуникационный узел представляет собой электронное устройство, состоящее из одного или нескольких центров коммутации пакетов (ЦКП). Центры коммутации пакетов, разработанные в ИАиЭ СО РАН, имеют по 8 портов X.25, используемых для подключения либо абонентских линий, либо межузловых каналов. В зависимости от вида используемого канала применяются модемы (устройства преобразования сигналов) следующих типов:

- модем V.29 – для 4-х проводных выделенных каналов ТЧ;
- модем V.22 bis – для 2-х проводных физических линий;
- нуль-модемы – для местных соединений.

Четырехпроводные выделенные каналы используются для организации межузловых соединений; двухпроводные линии – для подключения абонентских систем. Простейший нуль-модем – это 2 соединителя и кабель с перекрестными связями.

Исходя из количества абонентов, узел на ст. Новосибирск-Гл. оснащается тремя ЦКП, узлы ст. Барабинск и Инская – двумя.

Каждый центр коммутации пакетов (или узел) может иметь средства как местного, так и дистанционного управления параметрами. Работами второй очереди предусматривается создание Центра управления сетью с функциями управления, сбора статистики, тарификации и т.д.

Структура связей СПД также обеспечивает сохранение связности сети при выходе из строя любого одного ЦКП (при этом, естественно, абоненты данного ЦКП лишаются возможности доступа к сети).

К наиболее важным с точки зрения пользователей техническим характеристикам СПД можно отнести:

- время установления соединения – около 200 мс;
- время передачи страницы текста (3000 знаков) – порядка 10 с.

Расширение числа абонентов ИВС может производиться двумя путями:

- развитием локальных вычислительных сетей (ЛВС) предприятия; при этом все абоненты ЛВС имеют независимый доступ в ИВС через “мост” и один порт X.25 коммутатора;
- увеличением канальной емкости ЦКП (за счет модульного построения СПД); при этом доступ каждого АРМ к ИВС – через отдельный порт X.25.

Создание информационно-вычислительной сети Отделения дороги (а в качестве ее коммуникационной подсистемы – сети передачи данных Отделения) позволяет в перспективе развивать информационные услуги в двух направлениях.

Во-первых, СПД Отделения дороги может стать единой сетью передачи данных различного вида (от документооборота и продажи билетов до резервных каналов ТУ-ТС и т.п.). Кроме того, возможно предоставление платных услуг абонентам других ведомств: продажа авиабилетов, банковские системы, соцстрах и др.

Во-вторых, путем создания ИВС и СПД Отделений и последующего их объединения (к примеру, через шлюзы) возможно создание Дорожных ИВС и СПД.

Базовые элементы сети

Центр коммутации пакетов – это специализированная ЭВМ, реализующая функции коммутатора X.25 МККТТ. В состав ЦКП входят такие типовые элементы ЭВМ, как процессор, ОЗУ, ПЗУ, таймер, асинхронный последовательный интерфейс для подключения пультового терминала и подсистема линейных HDLC-адаптеров для

подключения абонентов в соответствии с протоколом X.25 МККТТ. Для сопряжения с абонентами применена специализированная БИС HDLC-адаптер. Под управлением процессора БИС HDLC-адаптер обеспечивает взаимодействие ЦКП с линией связи через модем, а также реализует определенную часть функций управления каналом. ЦКП обеспечивает подключение до 8 абонентов X.25 со скоростью до 9600 бит/с. Общая производительность ЦКП — не менее 150 пак/с.

С учетом архитектуры оборудования и специализированного программного обеспечения ЦКП реализует протоколы трех уровней в соответствии с требованиями рекомендаций X.25 МККТТ в редакции 1984 г.

1-й уровень — физический; интерфейс X.21 bis (Стык С2).

2-й уровень — звена данных. Процедуры этого уровня базируются на сбалансированном синхронном классе процедур управления звеном данных HDLC (High Level Data Link Control), стандартизованном в ISO и обозначенном LAPB (Link Access Protocol Balanced). Передача осуществляется в дуплексном режиме. Все сигналы должны передаваться в форме кадров определенного формата. LAPB использует только 9 типов кадров HDLC. Кадры отделяются друг от друга "флагами". "Флаг" — это последовательность вида 01111110. Для обеспечения "прозрачности" передачи, т.е. независимости от последовательности передаваемых битов и недопущения прохождения ложной "флаговой" комбинации, при передаче после идущих подряд пяти единиц вставляется бит 0 (только в пределах кадра). В приемнике восстанавливается правильный поток битов путем отбрасывания бита 0, следующего за пятью идущими подряд битами 1. Кадр делится на несколько полей. В поле информации одного кадра уровня 2 должен располагаться один пакет уровня 3.

3-й уровень — сетевой X.25/3. Стандартизованы форматы для 30 типов пакетов различного назначения. При конфигурировании ЦКП в каждом узле заполняется таблица маршрутизации, определяющая в зависимости от содержащихся в пакетах адресов, через какой порт ЦКП следует отправлять эти пакеты.

При подключении абонентов к порту X.25 предусматривается настройка параметров 2-го и 3-го уровней. Устанавливаются режимы DTE или DCE (ООД или АПД). Реализованы режимы PVC и SVC. Поддерживается до 50 логических каналов на одно физическое соединение. Максимальный размер пакета

— 131 байт. Наличие в ЦКП энергонезависимой памяти (памяти с батарейным питанием) позволяет сохранять и восстанавливать параметры при сбоях напряжения переменного тока.

Номер логического канала для коммутируемого виртуального соединения (SVC) назначается во время установления соединения, а для постоянного виртуального соединения (PVC) — во время абонирования этой услуги.

Программное обеспечение ЦКП состоит из следующих компонентов:

- ядра операционной системы;
- драйвера линии;
- второго уровня X.25;
- третьего уровня X.25;
- модуля маршрутизации;
- монитора для настройки сетевых параметров и сбора статистики;
- удаленного монитора.

Ядро операционной системы предназначено для организации работы параллельных процессов, осуществляющих обмен данными между мониторами второго и третьего уровней X.25, мониторингом данными модуля маршрутизации, локальными данными драйвера линии, а также мониторами третьего уровня разных линий. Ядро операционной системы также осуществляет функции выделения памяти, организации очередей и работы с ними, обслуживание прерываний системного таймера и т.д.

Драйвер линии предназначен для приема кадров из линии и передачи их второму уровню, а также для передачи кадров в обратном направлении. При этом драйвер контролирует правильность приема и отправки кадров, осуществляя необходимую коррекцию.

Второй уровень реализует протокол LAPB на стыке DTE/DCE и передает отфильтрованную информацию, предназначенную третьему уровню для дальнейшей обработки, а также принимает пакеты от третьего уровня для последующей передачи в линию.

Третий уровень реализует протокол X.25/3 на стыке DTE/DCE, при установке виртуального соединения вызывает модуль маршрутизации для определения линии назначения, а если соединение установлено, передает пакеты соответствующему локальному третьему уровню согласно проложенному ранее маршруту.

Модуль маршрутизации, используя таблицу адресов, определяет линию назначения для входящего пакета с запросом на установку соединения.

Монитор для настройки сетевых параметров и сбора статистики позволяет устанавливать

параметры ЦКП в соответствии с конфигурацией сети, просматривать и менять таблицу маршрутизации, а также осуществлять сбор параметров загрузки сети и абонентской статистики.

Удаленный монитор является сетевым агентом ЦКП, который реализует функции локального монитора для удаленного пользователя.

Сборщик-разборщик пакетов, ПАД обеспечивает абонентам доступ в сеть в асинхронном режиме обмена информацией, т.е. через последовательные асинхронные порты компьютера, терминала и других устройств непосредственно или с применением модемов. ПАД имеет четыре асинхронных порта и один синхронный (порт X.25).

ПАД накапливает поступающие через асинхронные порты данные, упаковывает их в пакеты и через порт X.25 отправляет в сеть.

Рекомендация X.3 МККТТ описывает функции ПАД и параметры, с помощью которых задается режим его работы.

Основные функции, которые должен обеспечивать ПАД:

- сборка пакетов из знаков, поступающих от терминала;
- разборка поля данных пакетов на знаки для стартового DTE;
- установление, разъединение виртуального соединения и передачу прерываний по нему;
- генерирование управляющих сигналов для символьного терминала;
- передача пакетов при надлежащих условиях, например при заполнении буфера или истечении тайм-аута;
- передача знаков с необходимыми стартовыми сигналами символьному DTE;
- распознавание и интерпретация сигналов прерывания или разрыва от стартового терминала.

Для того, чтобы удовлетворить разнообразию предъявляемых требований, предусматривается настройка ПАД'а по 22 параметрам.

При инициализации ПАД'а параметры принимают заранее установленные значения, описываемые так называемый "стандартный профиль". Стандартные значения параметров может изменить как оператор, работающий за терминалом, так и хост-машина через сеть.

Способы считывания и изменения значений параметров со стороны оператора определены в рекомендации X.28. В качестве алфавита используется алфавит N 5 МККТТ, подмножеством которого является код ASCII. Это стандартный 7-битовый алфавит (восьмой бит – бит контроля по четности) – аналог кода обмена информацией

КОИ-7). Некоторые управляющие символы алфавита распознаются в ПАД'е, в том числе ВОЗВРАТ КАРЕТКИ (CR), КОНЕЦ ПЕРЕДАЧИ (TC4), а также DC1 и DC3, указывающие на состоянии ГОТОВНОСТЬ и НЕГОТОВНОСТЬ при управлении потоком данных.

Интерфейс между терминалом и ПАД'ом – это обычный интерфейс V.21 МККТТ с электрическими характеристиками, заданными в рекомендации V.28 МККТТ. При помощи посылаемых терминалом в ПАД команд можно выполнить следующие действия:

- установить виртуальное соединение;
- разъединить виртуальное соединение;
- запросить состояние виртуального соединения;
- передать хост-машине пакет РЕЖИМ ПРЕРЫВАНИЯ;
- прочитать значения параметров, которые определяют работу ПАД'а с этим терминалом;
- установить значение параметра;
- выбрать один из двух стандартных профилей.

ПАД может передать оператору терминала сообщения об ошибках, о состоянии ПАД'а или процесса установления соединения.

Способ взаимодействия удаленной хост-машины с ПАД'ом определяется в рекомендации X.29. Хост-машина и ПАД обмениваются пакетами двух категорий: обычные пакеты с данными и управляющие пакеты X.25 (пакеты для управления работой ПАД). Последние называются ПАД-сообщениями. Существуют следующие типы ПАД-сообщений:

- установка параметров;
- чтение параметров;
- установка и чтение параметров;
- индикация параметров;
- приглашение разъединения;
- индикация прерывания;
- ошибка.

Модем VM242 предназначен для организации полнодуплексного обмена по стандартным коммутируемым каналам тональной частоты телефонной сети общего пользования (ТФОП) на скоростях 2400 и 1200 бит/с в соответствии с требованиями рекомендаций МККТТ V.22 и V.22bis. Защита от ошибок по протоколам рекомендации МККТТ V.42.

Модем стандартизован для дуплексной работы со скоростью 2400 или 1200 бит/с по 2-проводному телефонному каналу (коммутируемому или арендованному). Каналы передачи данных для двух направлений связи разделяются по частоте. Несущая частота в нижнем канале равна 1200 Гц, в верхнем – 2400 Гц. При скорости 2400 бит/с в каждом канале применена относительная

амплитудно-фазовая модуляция с 16-ю состояниями сигнала и со скоростью модуляции 600 Бод. При скорости 1200 бит/с применена относительная 4-фазная модуляция. Модем имеет 4 режима работы:

- 1) 2400 бит/с, синхронно;
- 2) 2400 бит/с, стартстопно, 8, 9, 10 или 11 битов в знаке;
- 3) 1200 бит/с, синхронно;
- 4) 1200 бит/с, стартстопно, 8, 9, 10 или 11 битов в знаке.

В состав модема включается адаптивный автоматический корректор и компромиссный фиксированный корректор, рассчитанный на выравнивание усредненной частотной характеристики коммутируемого канала. Включается также скремблер для обеспечения "прозрачности" организуемого дискретного канала. Для предотвращения ложных срабатываний приемников телефонной сигнализации в модеме предусмотрена передача защитного тона 1800 Гц (допускается 550 Гц).

Адаптивные алгоритмы цифровой обработки сигнала, реализованные на сигнальных процессорах, обеспечивают устойчивую работу в условиях высокого уровня мешающих воздействий отечественных каналов связи.

Модем **BM964** предназначен для организации синхронного дуплексного обмена по выделенным каналам тональной частоты с четырехпроводным окончанием на скоростях 9600, 7200, 4800 и 2400 бит/с в соответствии с рекомендациями МККТТ V.29 и V.27bis.

Модем стандартизован для дуплексной работы со скоростью передачи данных 9600 бит/с по 4-проводным арендованным каналам тональной частоты, удовлетворяющим рекомендации М.1020 или М.1025 (рекомендации о характеристиках каналов особого качества). Предусмотрена возможность снижения скорости до 7200, 4800 и 2400 бит/с. При скорости 9600 бит/с применяется относительная амплитудно-фазовая модуляция с 16-ю состояниями сигнала. При скорости 7200 бит/с

используется лишь 8 состояний сигнала. При скорости 4800 бит/с используется 4-фазная модуляция согласно варианту А рекомендации V.26. Скорость модуляции линейного сигнала при всех скоростях передачи данных составляет 2400 Бод. В состав модема входит адаптивный автоматический корректор, а также скремблер.

Модем построен на отечественной элементной базе и обеспечивает:

- сопряжение с оконечным оборудованием данных по стыку С2 в соответствии с рекомендациями МККТТ V.24 и V.28;
- сопряжение с каналом связи по стыку С1-ТЧ в соответствии с ГОСТ 25007-81;
- работу на скорости 9600 бит/с при 8 переписках по НЧ;
- работу по каналам со сдвигом частот +7 Гц.

Модем выполнен в виде автономного устройства с встроенным электропитанием от сети переменного тока частоты 50 Гц, напряжением 220 В; потребляет от сети не более 15 ВА.

В настоящее время разработан проект сети, на его основе ведется монтаж оборудования и отладка программного обеспечения.

Литература

1. *Бобко В.Д. и др.* Экспериментальный стенд интегральной цифровой сети связи с коммутацией пакетов. // Сети коммутации пакетов. Тезисы докладов, ч.3. М.- Одесса, изд. ВИНТИ, 1987, с. 236-237.
2. *Бобко В.Д., Головин В.Ф., Золотухин Ю.Н.* Высокопроизводительный узел коммутации для интегральной цифровой сети. *Автометрия*, 1993, N 1, с. 79-87.
3. *Песляк П.М.* Архитектура программного обеспечения центра коммутации пакетов. *Автометрия*, 1993, N 1, с. 88-92.

A DEPARTMENTAL PACKET SWITCHED NETWORK. INFORMATION COMPUTER NETWORK OF THE NOVOSIBIRSK DEPARTMENT OF THE WEST-SIBERIA RAILWAY

A.E. Bezdenezhny, V.D. Bobko, Yu.D. Broner, O.Z. Gusev, Yu.N. Zolotukhin, L.N. Konstantinova, V.D. Nekrasov, A.P. Yan

The network algorithms, hardware and software are considered for building up-to-date data transmission networks complying with the international standards and CCITT recommendations.