

Тема 2. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САПР

Содержание

- 2.1. Структура ТО САПР
 - 2.1.1. Требования к ТО САПР
 - 2.1.2. Типы сетей
 - 2.1.3. Эталонная модель взаимосвязи открытых систем (ЭМВОС)
- 2.2. Аппаратура рабочих мест в автоматизированных системах проектирования и управления
 - 2.2.1. Вычислительные системы в САПР
 - 2.2.2. Структурная схема ПЭВМ
 - 2.2.3. Внешние устройства ПЭВМ
 - 2.2.4. Внешние запоминающие устройства ПЭВМ
 - 2.2.5. Периферийные устройства
- 2.3. Методы доступа в локальных вычислительных сетях
 - 2.3.1. Множественный доступ с контролем несущей и обнаружением конфликтов
 - 2.3.2. Маркерные методы доступа
- 2.4. Локальные вычислительные сети Ethernet
 - 2.4.1. Состав аппаратуры
 - 2.4.2. Разновидности сетей Ethernet
- 2.5. Сети кольцевой топологии
 - 2.5.1. Сеть Token Ring
 - 2.5.2. Сеть FDDI
- 2.6. Каналы передачи данных в корпоративных сетях
 - 2.6.1. Характеристики и типы каналов передачи данных
 - 2.6.2. Организация дуплексной связи
 - 2.6.3. Способы коммутации и передачи данных по каналам
- 2.7. Стеки протоколов и типы сетей в автоматизированных системах
 - 2.7.1. Протокол TCP
 - 2.7.2. Протокол IP
 - 2.7.3. Адресация в TCP/IP
 - 2.7.4. Протоколы SPX/IPX33
 - 2.7.5. Сети X.25 и Frame Relay
 - 2.7.6. Сети ATM
 - 2.7.7. Сетевое коммутационное оборудование
- 2.8. Программное обеспечение вычислительных сетей

2.1. Структура ТО САПР

2.1.1. Требования к ТО САПР

Техническое обеспечение САПР включает в себя различные технические средства (hardware), используемые для выполнения автоматизированного проектирования, а именно: ЭВМ, периферийные устройства, сетевое оборудование, а также оборудование некоторых вспомогательных систем (например, измерительных), поддерживающих проектирование.

Используемые в САПР технические средства должны обеспечивать:

- 1) выполнение всех необходимых проектных процедур, для которых имеется соответствующее программное обеспечение;
- 2) взаимодействие между проектировщиками и ЭВМ, поддержку интерактивного режима работы;
- 3) взаимодействие между членами коллектива, выполняющими работу над общим проектом.

Первое из этих требований выполняется при наличии в САПР вычислительных машин и систем с достаточными производительностью и емкостью памяти.

Второе требование относится к пользовательскому интерфейсу и выполняется за счет включения в САПР удобных средств ввода–вывода данных и, прежде всего, устройств обмена

графической информацией.

Третье требование обуславливает объединение аппаратных средств САПР в *вычислительную сеть*.

В результате общая структура ТО САПР представляет собой сеть узлов, связанных между собой средой передачи данных (рис. 2.1). Узлами (станциями данных) являются рабочие места проектировщиков, часто называемые *автоматизированными рабочими местами* (АРМ) или *рабочими станциями* (WS – Workstation), ими могут быть также большие ЭВМ (мейнфреймы), отдельные периферийные и измерительные устройства. Именно в АРМ должны быть средства для интерфейса проектировщика с ЭВМ. Что касается вычислительной мощности, то она может быть распределена между различными узлами вычислительной сети. *Среда передачи данных* представлена каналами передачи данных, состоящими из линий связи и коммутационного оборудования.

Рис. 2.1. Структура технического обеспечения САПР



В каждом узле можно выделить *оконечное оборудование данных* (ООД), выполняющее определенную работу по проектированию, и *аппаратуру окончания канала данных* (АКД), предназначенную для связи ООД со средой передачи данных. Например, в качестве ООД можно рассматривать персональный компьютер, а в качестве АКД – вставляемую в компьютер сетевую плату.

Канал передачи данных – средство двустороннего обмена данными, включающее в себя АКД и линию связи. *Линией связи* называют часть физической среды, используемую для распространения сигналов в определенном направлении; примерами линий связи могут служить коаксиальный кабель, витая пара проводов, волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС). Близким является понятие *канала (канала связи)*, под которым понимают средство односторонней передачи данных. Примером канала связи может быть полоса частот, выделенная одному передатчику при радиосвязи. В некоторой линии можно образовать несколько каналов связи, по каждому из которых передается своя информация. При этом говорят, что линия разделяется между несколькими каналами.

2.1.2. Типы сетей

Существуют два метода разделения линии передачи данных: *временное мультиплексирование* (иначе разделение по времени или TDM – Time Division Method), при котором каждому каналу выделяется некоторый квант времени, и *частотное разделение* (FDM – Frequency Division Method), при котором каналу выделяется некоторая полоса частот.

В САПР небольших проектных организаций, насчитывающих нескольких десятков компьютеров, которые размещены на малых расстояниях один от другого (например, в одной или нескольких соседних комнатах), объединяющая компьютеры сеть является локальной.

Локальная вычислительная сеть (ЛВС или LAN – Local Area Network) имеет линию связи, к которой подключаются все узлы сети. При этом топология соединений узлов (рис. 2.2) может быть шинная (bus), кольцевая (ring), звездная (star). Протяженность линии и число подключаемых узлов в ЛВС ограничены.

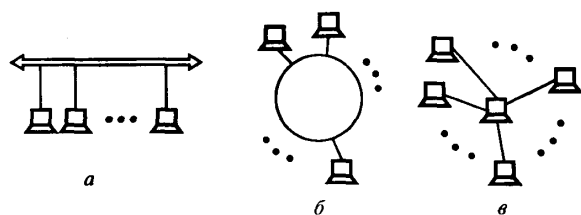


Рис. 2.2. Варианты топологии локальных вычислительных сетей:

- а – шинная;
- б – кольцевая;
- в – звездная

В более крупных по масштабам проектных организациях в сеть включены десятки–сотни и более компьютеров, относящихся к разным проектным и управленческим подразделениям и размещенных в помещениях одного или нескольких зданий. Такую сеть называют *корпоративной*. В ее структуре можно выделить ряд ЛВС, называемых *подсетями*, и средства связи ЛВС между собой. В эти средства входят коммутационные серверы (блоки взаимодействия подсетей).

Если здания проектной организации удалены друг от друга на значительные расстояния (вплоть до их расположения в разных городах), то корпоративная сеть по своим масштабам становится *территориальной сетью* (WAN – Wide Area Network). В территориальной сети различают *магистральные каналы* передачи данных (магистральную сеть), имеющие значительную протяженность, и каналы передачи данных, называемые *абонентской линией* или соединением «*последней мили*», связывающие ЛВС с магистральной сетью.

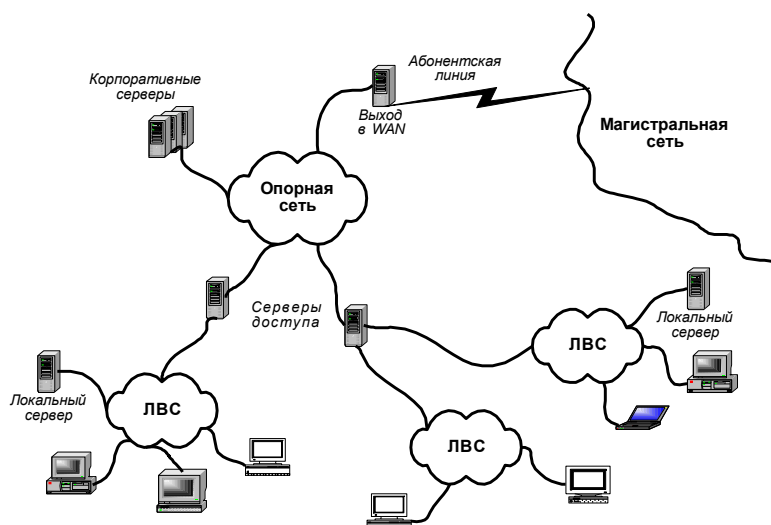
Обычно создание *выделенной* магистральной сети, т.е. сети, обслуживающей единственную организацию, обходится для нее слишком дорого. Поэтому чаще прибегают к услугам провайдера, т.е. организации, предоставляющей телекоммуникационные услуги многим пользователям. В этом случае внутри корпоративной сети связь на значительных расстояниях осуществляется через *магистральную сеть общего пользования*. В качестве такой сети можно использовать, например, городскую или междугородную телефонную сеть или территориальные сети передачи данных. Наиболее распространенной формой доступа к этим сетям в настоящее время является применение глобальной вычислительной сети Internet.

Для многих корпоративных сетей возможность выхода в Internet является желательной не только для обеспечения взаимосвязи удаленных сотрудников собственной организации, но и для получения других информационных услуг. Развитие виртуальных предприятий, работающих на основе CALS–технологий, подразумевает информационные обмены через территориальные сети, как правило, через Internet.

Структура ТО САПР для крупной организации представлена на рис. 2.3. Здесь показана типичная структура крупных корпоративных сетей САПР, называемая архитектурой *клиент–сервер*. В сетях клиент–сервер выделяется один или несколько узлов, называемых *серверами*, которые выполняют в сети управляющие или общие для многих пользователей проектные функции, а остальные узлы (рабочие места) являются терминальными, их называют *клиентами*, в них работают пользователи. В общем случае сервером называют совокупность программных средств, ориентированных на выполнение определенных функций, но если эти средства сосре-

доточены на конкретном узле вычислительной сети, то понятие сервер относится именно к узлу сети.

Рис. 2.3. Структура корпоративной сети САПР



Сети клиент–сервер различают по характеру распределения функций между серверами, другими словами, их классифицируют по типам серверов. Различают *файл–серверы* для хранения файлов, разделяемых многими пользователями, *серверы баз данных* автоматизированной системы, *серверы приложений* для решения конкретных прикладных задач, *коммутационные серверы*

(называемые также блоками взаимодействия сетей или серверами доступа) для взаимосвязи сетей и подсетей, *специализированные серверы* для выполнения определенных телекоммуникационных услуг, например, серверы электронной почты.

В случае специализации серверов по определенным приложениям сеть называют *сетью распределенных вычислений*. Если сервер приложений обслуживает пользователей одной ЛВС, то естественно назвать его локальным. Но поскольку в САПР имеются приложения и базы данных, разделяемые пользователями разных подразделений и, следовательно, клиентами разных ЛВС, то соответствующие серверы относят к группе корпоративных (рис. 2.3.).

Наряду с архитектурой клиент–сервер применяют *одноранговые* сети, в которых любой узел в зависимости от решаемой задачи может выполнять как функции сервера, так и функции клиента. Организация взаимодействия в таких сетях при числе узлов более нескольких десятков становится чрезмерно сложной, поэтому одноранговые сети применяют только в небольших по масштабам САПР.

В соответствии со способами коммутации различают сети с *коммутацией каналов* и *коммутацией пакетов*. В первом случае при обмене данными между узлами *A* и *B* в сети создается физическое соединение между *A* и *B*, которое во время сеанса связи используется только этими абонентами. Примером сети с коммутацией каналов может служить телефонная сеть. Здесь передача информации происходит быстро, но каналы связи используются неэффективно, так как при обмене данными возможны длительные паузы и канал «простаивает». При коммутации пакетов физического соединения, которое в каждый момент сеанса связи соединяло бы абонентов *A* и *B*, не создается. Сообщения разделяются на порции, называемые *пакетами*, которые передаются в разветвленной сети от *A* к *B* или обратно через промежуточные узлы с возможной буферизацией (временным запоминанием) в них. Таким образом, любая линия может разделяться многими сообщениями, попеременно пропуская при этом пакеты разных сообщений с максимальным заполнением упомянутых пауз.

2.1.3. Эталонная модель взаимосвязи открытых систем (ЭМВОС)

Для удобства модернизации сложных информационных систем их делают максимально *открытыми*, т.е. приспособленными для внесения изменений в некоторую часть системы при сохранении неизменными остальных частей. В отношении вычислительных сетей реализация концепции открытости привела к появлению ЭМВОС, предложенной международной организацией стандартизации (ISO – International Standard Organization). В этой модели дано описание общих принципов, правил, соглашений, обеспечивающих взаимодействие информационных систем и называемых *протоколами*.

В ЭМВОС информационную сеть рассматривают как совокупность функций (протоколов), которые подразделяют на группы, называемые *уровнями*. Именно разделение на уровни позволяет вносить изменения в средства реализации одного уровня без перестройки средств других уровней, что значительно упрощает и удешевляет модернизацию средств по мере развития техники.

ЭМВОС содержит семь уровней, которые рассмотрены далее, начиная с нижнего уровня.

На *физическом (physical)* уровне осуществляются представление информации в виде электрических или оптических сигналов, преобразование формы сигналов, выбор параметров физических сред передачи данных, организуется передача информации через физические среды.

На *канальном (link)* уровне выполняется обмен данными между соседними узлами сети, т.е. узлами, непосредственно связанными физическими соединениями без других промежуточных узлов. Отметим, что пакеты канального уровня обычно называют *кадрами*.

На *сетевом (network)* уровне происходит формирование пакетов по правилам тех промежуточных сетей, через которые проходит исходный пакет, и *маршрутизация* пакетов, т.е. определение и реализация маршрутов, по которым передаются пакеты. Другими словами, маршрутизация сводится к образованию логических каналов. *Логическим каналом* называют виртуальное соединение двух или более объектов сетевого уровня, при котором возможен обмен данными между этими объектами. Понятию логического канала необязательно соответствует физическое соединение линий передачи данных между связываемыми пунктами. Это понятие введено для абстрагирования от физической реализации соединения. Еще одной важной функцией сетевого уровня после маршрутизации является контроль нагрузки на сеть с целью предотвращения перегрузок, отрицательно влияющих на работу сети.

На *транспортном (transport)* уровне обеспечивается связь между оконечными пунктами (в отличие от предыдущего сетевого уровня, на котором обеспечивается передача данных через промежуточные компоненты сети). К функциям транспортного уровня относятся мультиплексирование и демультиплексирование (сборка–разборка пакетов в конечных пунктах), обнаружение и устранение ошибок в передаче данных, реализация заказанного уровня услуг (например, заказанных скорости и надежности передачи).

На *сеансовом (session)* уровне определяются тип связи (дуплекс или полудуплекс), начало и окончание заданий, последовательность и режим обмена запросами и ответами взаимодействующих партнеров.

На *представительном (presentation)* уровне реализуются функции представления данных

(кодирование, форматирование, структурирование). Например, на этом уровне выделенные для передачи данные преобразуются из одного кода в другой.

На *прикладном (application)* уровне определяются и оформляются в сообщения те данные, которые подлежат передаче по сети.

В конкретных случаях может возникать потребность в реализации лишь части названных функций, тогда соответственно сеть будет содержать лишь часть уровней. Так, в простых (неразветвленных) ЛВС отпадает необходимость в средствах сетевого и транспортного уровней.

2.2. Аппаратура рабочих мест в автоматизированных системах проектирования и управления

2.2.1. Вычислительные системы в САПР

В качестве средств обработки данных в современных САПР широко используют рабочие станции, серверы, персональные компьютеры. Большие ЭВМ и в том числе суперЭВМ обычно не применяют, так как они дороги и их отношение производительность—цена существенно ниже подобного показателя серверов и многих рабочих станций.

На базе рабочих станций или персональных компьютеров создают АРМ.

Типичный состав устройств АРМ:

- ЭВМ с одним или несколькими микропроцессорами, внешней, оперативной и кэш—памятью и шинами, служащими для взаимной связи устройств;
- устройства ввода—вывода, включающие в себя, как минимум, клавиатуру, мышь, дисплей;
- дополнительно в состав АРМ могут входить принтер, сканер, плоттер (графопостроитель), дигитайзер и некоторые другие периферийные устройства.

Память ЭВМ обычно имеет иерархическую структуру. Поскольку в памяти большого объема трудно добиться высокой скорости записи и считывания данных, память делят на сверхбыстродействующую кэш—память малой емкости, основную оперативную память умеренного объема и сравнительно медленную внешнюю память большой емкости, причем, в свою очередь, кэш—память часто разделяют на кэш первого и второго уровней.

Например, в персональных компьютерах на процессорах Pentium III кэш первого уровня имеет по 16 Кбайт для данных и для адресов, он и кэш второго уровня емкостью 256 Кбайт встроены в процессорный кристалл, емкость оперативной памяти составляет десятки—сотни Мбайт.

Для связи наиболее быстродействующих устройств (процессора, оперативной и кэш—памяти, видеокарты) используется системная шина с пропускной способностью до одного—двух Гбайт/с. Кроме системной шины на материнской плате компьютера имеются шина расширения для подключения сетевого контроллера и быстрых внешних устройств (например, шина PCI с пропускной способностью 133 Мбайт/с) и шина медленных внешних устройств, таких как клавиатура, мышь, принтер и т.п.

Рабочие станции (workstation) по сравнению с персональными компьютерами представляют собой вычислительную систему, ориентированную на выполнение определенных функций. Специализация обеспечивается как набором программ, так и аппаратно за счет использования дополнительных специализированных процессоров. Так, в САПР для

машиностроения преимущественно применяют графические рабочие станции для выполнения процедур геометрического моделирования и машинной графики. Эта направленность требует мощного процессора, высокоскоростной шины, памяти достаточно большой емкости.

Высокая производительность процессора необходима по той причине, что графические операции (например, перемещения изображений, их повороты, удаление скрытых линий и др.) часто выполняются по отношению ко всем элементам изображения. Такими элементами в трехмерной (3D) графике при аппроксимации поверхностей полигональными сетками являются многоугольники, их число может превышать 10^2 . С другой стороны, для удобства работы проектировщика в интерактивном режиме задержка при выполнении команд указанных выше операций не должна превышать нескольких секунд. Но поскольку каждая такая операция по отношению к каждому многоугольнику реализуется большим числом машинных команд, требуемое быстродействие составляет десятки миллионов машинных операций в секунду. Такое быстродействие при приемлемой цене достигается применением наряду с основным универсальным процессором также дополнительных специализированных (графических) процессоров, в которых определенные графические операции реализуются аппаратно.

В наиболее мощных рабочих станциях в качестве основных обычно используют высокопроизводительные микропроцессоры с сокращенной системой команд (с RISC-архитектурой), работающие под управлением одной из разновидностей операционной системы Unix. В менее мощных все чаще используют технологию Wintel (т.е. микропроцессоры Intel и операционные системы Windows). Графические процессоры выполняют такие операции, как, например, растеризация – представление изображения в растровой форме для ее визуализации, перемещение, вращение, масштабирование, удаление скрытых линий и т.п.

Типичные характеристики рабочих станций: несколько процессоров, десятки–сотни мегабайт оперативной и тысячи мегабайт внешней памяти, наличие кэш-памяти, системная шина со скоростями от сотен Мбайт/с до 1–2 Гбайт/с.

В зависимости от назначения существуют АРМ конструктора, АРМ технолога, АРМ руководителя проекта и т.п. Они могут различаться составом периферийных устройств, характеристиками ЭВМ.

В АРМ конструктора (графических рабочих станциях) используются растровые мониторы с цветными трубками. Типичные значения характеристик мониторов находятся в следующих пределах: размер экрана по диагонали 17...24 дюйма (фактически изображение занимает площадь на 5...8 % меньше, чем указывается в паспортных данных). Разрешающая способность монитора, т.е. число различных пикселей (отдельных точек, из которых состоит изображение), определяется шагом между отверстиями в маске, через которые проходит к экрану электронный луч в электроннолучевой трубке. Этот шаг находится в пределах 0,21...0,28 мм, что соответствует количеству пикселей изображения от 800x600 до 1920x1200 и более. Чем выше разрешающая способность, тем шире должна быть полоса пропускания электронных блоков видеосистемы при одинаковой частоте кадровой развертки. Полоса пропускания видеоусилителя находится в пределах 110... 150 МГц и потому частота кадровой развертки обычно снижается с 135 Гц для разрешения 640x480 до 60 Гц для разрешения 1600x1200. Отметим, что чем ниже частота кадровой развертки, а это есть частота регенерации

изображения, тем заметнее мерцание экрана. Желательно, чтобы эта частота была не ниже 75 Гц.

Специально выпускаемые ЭВМ как серверы высокой производительности обычно имеют структуру симметричной многопроцессорной вычислительной системы. В них системная память разделяется всеми процессорами, каждый процессор может иметь свою сверхоперативную память сравнительно небольшой емкости, число процессоров невелико (единицы, редко более десяти). Например, сервер Enterprise 250 (Sun Microsystems) имеет 1... 2 процессора, его цена в зависимости от комплектации колеблется в диапазоне 22...56 тыс. долл., а сервер Enterprise 450 с четырьмя процессорами стоит от 82 до 95 тыс. долл.

2.2.2. Структурная схема ПЭВМ

ПЭВМ включает три основных устройства: системный блок, клавиатуру и дисплей (монитор). Однако для расширения функциональных возможностей ПЭВМ можно подключить различные дополнительные периферийные устройства, в частности: печатающие устройства (принтеры), накопители на магнитной ленте (стримеры), различные манипуляторы (мышь, джойстик, трекбол, световое перо), устройства оптического считывания изображений (сканеры), графопостроители (плоттеры) и др.

Эти устройства подсоединяются к системному блоку с помощью кабелей через специальные гнезда (разъемы), которые размещаются обычно на задней стенке системного блока.

В некоторых моделях ПЭВМ при наличии свободных гнезд дополнительные устройства вставляются непосредственно в системный блок, например, модем для обмена информацией с

другими ПЭВМ через телефонную связь или стример для хранения больших массивов информации на МЛ. ПЭВМ, как правило, имеет модульную структуру (рис. 2.4). Все модули связаны с системной магистралью (шиной).

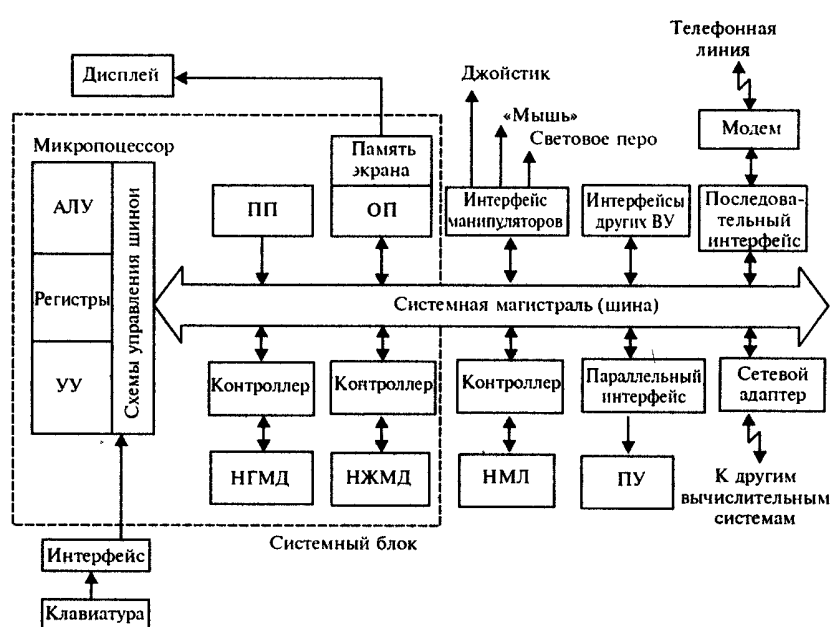


Рис.2.4. Структурная схема ПЭВМ с периферийными устройствами:

АЛУ – арифметико–логическое устройство, уу – устройство управления; ПП – постоянная память, ОП – оперативная память, ВУ – внешнее устройство; НГМД – накопитель на гибких магнитных дисках; НЖМД – накопитель на жестких магнитных дисках; НМЛ – накопитель на магнитной ленте; ПУ – печатающее устройство

Системная магистраль. Она выполняется в виде совокупности шин (кабелей), используемых для передачи данных, адресов и управляющих сигналов. Количество линий в адресно–информационной шине определяется разрядностью кодов адреса и данных, а количество линий в шине

управления – числом управляющих сигналов, используемых в ПЭВМ.

Системный блок. Являясь главным в ПЭВМ, этот блок включает в свой состав центральный микропроцессор, сопроцессор, модули оперативной и постоянной памяти, контроллеры, накопители на магнитных дисках и другие функциональные модули. Набор модулей определяется типом ПЭВМ. Пользователи по своему желанию могут изменять конфигурацию ПЭВМ, подключая дополнительные периферийные устройства.

В системный блок может быть встроено звуковое устройство, с помощью которого пользователю удобно следить за работой машины, вовремя обращать внимание на возникшие сбои в отдельных устройствах или на возникновение необычной ситуации при решении задачи на ПЭВМ. Со звуковым устройством часто связан таймер, позволяющий вести отсчет времени работы машины, фиксировать календарное время, указывать на окончание заданного промежутка времени при выполнении той или иной задачи.

Контроллеры (К). Эти устройства служат для управления внешними устройствами (ВУ). Каждому ВУ соответствует свой контроллер. Электронные модули–контроллеры реализуются на отдельных печатных платах, вставляемых внутрь системного блока. Такие платы часто называют адаптерами ВУ (от адаптировать – приспособливать). После получения команды от микропроцессора контроллер функционирует автономно, освобождая микропроцессор от выполнения специфических функций, требуемых для того или другого конкретного ВУ.

Контроллер содержит порты ввода–вывода. За каждым портом закреплен определенный номер – адрес порта. Через порты пользователь может управлять ВУ, используя команды ввода–вывода. Программа, выполняющая по обращению из основной выполняемой программы операции ввода–вывода для конкретного устройства или группы устройств ПЭВМ, входит в состав ядра операционной системы ПЭВМ.

Микропроцессор. Ядром любой ПЭВМ является центральный микропроцессор, который выполняет функции обработки информации и управления работой всех блоков ПЭВМ.

Конструктивно МП, как правило, выполнен на одном кристалле (на одной СБИС). В состав МП входят: центральное устройство управления, арифметико–логическое устройство, внутренняя регистровая память, КЭШ–память, схема формирования действительных адресов операндов для обращения к оперативной памяти, схемы управления системной шиной и др.

Рассмотрим структуру и функционирование микропроцессора на примере разработанной фирмой Intel модели i486.

АЛУ выполняет логические операции, а также арифметические операции в двоичной системе счисления и в двоично–десятичном коде, причем арифметические операции над числами, представленными в форме с плавающей точкой, реализуются в специальном блоке. В некоторых конфигурациях с этой целью используется *арифметический сопроцессор*. Он имеет собственные регистры данных и управления, работает параллельно с центральным МП, обрабатывает данные с плавающей точкой.

Устройство управления микропроцессорного типа обеспечивает конвейерную обработку данных с помощью блока предварительной выборки (очереди команд).

Блок предварительной выборки команд и данных осуществляет заполнение очереди команд длиной 32 байта, причем выборка байтов из памяти выполняется в промежутках между

магистральными циклами команд.

Производительность микропроцессора значительно повышается за счет буферизации часто используемых команд и данных во внутренней КЭШ–памяти размером (в данном случае) 8 Кбайт. При этом сокращается число обращений к внешней памяти. Внутренняя КЭШ–память имеет несколько режимов работы, что обеспечивает гибкость отладки и выполнения рабочих программ.

Устройство управления микропроцессора обеспечивает многозадачность. Многозадачность – способ организации работы ПЭВМ, при котором в ее памяти одновременно содержатся программы и данные для выполнения нескольких задач.

В состав *внутренней памяти* МП входят доступные программисту функциональные регистры: регистры общего назначения, указатель команд, регистр флагов и регистры сегментов.

Восемь 32-разрядных регистров общего назначения используются для хранения данных и адресов. Они обеспечивают работу с данными разрядностью 1, 8, 16, 32 и 64 бита и адресами размером 16 и 32 бита. Кроме вышеуказанных регистровая память МП содержит регистры процессора обработки чисел с плавающей точкой, системные и некоторые другие регистры.

Система прерываний обрабатывает запросы на прерывание как от внешних устройств, так и от внутренних блоков МП. Поступление запроса на прерывание от внутреннего блока МП свидетельствует о возникновении исключительной ситуации, например, о переполнении разрядной сетки. Внешнее прерывание может быть связано с обслуживанием запросов от периферийных устройств. Требуя своевременного обслуживания, внешнее устройство посылает запрос прерывания микропроцессору. Микропроцессор в ответ приостанавливает нормальное выполнение текущей программы и переходит на обработку этого запроса, чтобы в дальнейшем выполнить определенные действия по вводу–выводу данных. После совершения таких действий происходит возврат к прерванной программе. Обмен информацией между блоками МП происходит через *магистраль микропроцессора*, включающую 32–разрядную шину адреса, 32–разрядную двунаправленную шину данных и шину управления.

Шина *адреса* используется для передачи адресов ячеек памяти и регистров для обмена информацией с внешними устройствами.

Шина *данных* обеспечивает передачу информации между МП, памятью и периферийными устройствами. По этой шине возможна пересылка 32–, 16– и 8–разрядных данных. Шина двунаправленная, т.е. позволяет осуществлять пересылку данных как в прямом, так и в обратном направлении.

Шина *управления* предназначена для передачи управляющих сигналов – управления памятью, управления обменом данных, запросов на прерывание и т.д.

Внутренняя замять ПЭВМ состоит из оперативной памяти и постоянной памяти (ПП).

Оперативная память (ОП) ПЭВМ. Она построена на БИС или СБИС и является энергозависимой: при отключении питания информация в ОП теряется. В оперативной памяти хранятся исполняемые машинные программы, исходные и промежуточные данные и результаты. Емкость ОП в ПЭВМ измеряется в Кбайтах и Мбайтах. Иногда адресное пространство увеличивается до Гбайта. В наиболее распространенных конфигурациях ПЭВМ

емкость ОП составляет 1–32 Мбайт и более.

В ОП обычно выделяется область, называемая стеком. Обращение к стековой памяти возможно только в той ячейке, которая адресуется указателем стека. Стек удобен при организации прерываний и обращении к подпрограммам.

Постоянная память (ПП). Она является энергозависимой, используется для хранения системных программ, в частности так называемой базовой системы ввода–вывода (BIOS – Basic Input and Output System), вспомогательных программ и т.п. Программы, хранящиеся в ПП, предназначены для постоянного использования микропроцессором.

2.2.3. Внешние устройства ПЭВМ

Эффективность использования ПЭВМ в большой степени определяется количеством и типами внешних устройств, которые могут применяться в ее составе. Внешние устройства обеспечивают взаимодействие пользователя с ПЭВМ. Широкая номенклатура внешних устройств, разнообразие их технико–эксплуатационных и экономических характеристик дают возможность пользователю выбрать такие конфигурации ПЭВМ, которые в наибольшей мере соответствуют его потребностям и обеспечивают рациональное решение его задач.

Внешние устройства составляют до 80% стоимости ПЭВМ и оказывают значительное (иногда даже решающее) влияние на характеристики машины в целом.

Конструктивно каждая модель ПЭВМ имеет так называемый базовый набор внешних устройств – клавиатуру, дисплей, НЖМД и один или два НГМД, составляющий вместе с системным блоком "базовую конфигурацию" этой модели. Пользователь, как правило, сам подбирает желательное ему печатающее устройство. В случае необходимости к ПЭВМ могут подключаться также дополнительные внешние устройства, например сканеры, стримеры, плоттеры или дигитайзеры. В последние годы многие фирмы прилагают значительные усилия для разработки совершенно новых видов внешних устройств, ориентированных на стремительно растущие запросы пользователей, в частности для приложений в области мультимедиа.

Клавиатура (клавишное устройство) реализует диалоговое общение пользователя с ПЭВМ:

- ввод команд пользователя, обеспечивающих доступ к ресурсам ПЭВМ;
- запись, корректировку и отладку программ; ввод данных и команд в процессе решения задач.

Центральную часть клавиатуры обычно занимают клавиши букв латинского и русского алфавита, служебных знаков (!, ", :, %, ... и др.), а также цифровые клавиши. В большинстве случаев одна клавиша используется для ввода нескольких разных знаков, причем переход между ними производится за счет одновременного нажатия соответствующей клавиши и одной или двух служебных функциональных клавиш (обычно – клавиш Shift, Alt, Ctrl). В большинстве моделей клавиатуры (за исключением клавиатуры ПЭВМ классов LAPTOP, NOTEBOOK, HANDHELD) с правой стороны размещается дополнительная цифровая клавиатура, что создает удобства при необходимости частого ввода чисел. По периферии клавиатуры размещаются служебные функциональные клавиши: Enter, Esc, Delete, Insert, Tab и др., а также

"программируемые" функциональные клавиши (F1 – F12). Функциональные клавиши в программах выполняют в основном специальные операции. К примеру, клавиша Esc обычно означает "отмену" или "возврат", клавиша Insert – "вставку" и т.п. Назначение программируемых функциональных клавиш F1–F12 более гибко: как правило, определяется в соответствующих программах и приводится в их документации. Служебные клавиши (Shift, Alt, Ctrl) и индикаторы режимов (Print Screen, Caps Lock, Break) служат для переключения назначения алфавитно–цифровых клавиш, вывода "образа экрана дисплея" на принтер, изменения режима работы и прерывания программ. Клавиши управления (←, ↑, →, ↓) необходимы для позиционирования курсора на экране дисплея. Ряд клавиш обеспечивают перемещение курсора в начальную или конечную позицию на строке экрана дисплея (Home, End), а также на страницу вперед или назад (PgUp и PgDn).

Типовые размеры клавиатуры 40x450x180 мм. При разработке клавиатуры учитывается возможность предельного сокращения нажатий на клавиши пользователем. Это достигается изменением значений отдельных клавиш программным путем. Клавиатура ПЭВМ передает МП не код символа, а порядковый номер нажатой клавиши и продолжительность времени каждого нажатия. Интерпретация смысла нажатой клавиши выполняется программным путем. Таким образом, кодировка клавиши оказывается независимой от кодировки символов, что значительно упрощает работу с клавиатурой.

Дисплей (монитор) – основное устройство для отображения информации, выводимой во время работы программ на ПЭВМ. Дисплеи могут существенно различаться, от их характеристик зависят возможности машин и используемого программного обеспечения. Различают дисплеи, пригодные для вывода лишь алфавитно–цифровой информации, и графические дисплеи. Другой важный признак – возможность поддержки цветного или только монохромного изображения. Важными техническими параметрами являются текстовый формат и разрешающая способность изображения. Текстовый формат (в текстовом режиме) характеризуется числом символов в строке и числом текстовых строк на экране. В графическом режиме разрешающая способность задается числом точек по горизонтали и числом точечных строк по вертикали. Другой характерный параметр – количество поддерживаемых уровней яркости в монохромном режиме и соответственно количество цветов при цветном изображении. Не менее важным параметром является и размер экрана: он определяет различимость изображения в целом и четкость его отдельных элементов, в том числе букв и цифр.

Указанные параметры зависят как от конструкции экрана, так и от схемы управления, сосредоточенной в системном блоке. В настоящее время в большинстве случаев применяется схема формирования изображения на основе растровой памяти (bit mapping). Каждый элемент изображения – одна точка на экране дисплея формируется из фрагмента растровой памяти, состоящего из 1, 2 или 4 бит. Информация, записанная в указанных битах, управляет яркостью (или цветом) точки на экране, а также ее миганием и другими возможными атрибутами.

Объем растровой памяти прямо связан с разрешающей способностью дисплея. Дисплею, к примеру, с двумя уровнями яркости и разрешающей способностью 640x200 точек требуется 26 Кбайт растровой памяти. Если же при этом необходимо управлять 16 цветами для каждой

точки, требуемый объем растровой памяти составит не менее 64 Кбайт, а при двухцветном экране с разрешающей способностью 1024х1024 потребуется уже 132 Кбайт растровой памяти. При таком методе управления изображением знаки выводятся на экран при помощи специальных знакогенераторов – особых электронных схем, управляемых точечными матрицами, на которых формируется изображение каждого символа.

Большинство профессиональных ПЭВМ использует дисплеи, основанные на монохромных или цветных ЭЛТ. Наиболее часто в IBM– совместимых ПЭВМ используются мониторы типа VGA или SVGA, а в более ранних моделях – CGA, EGA, Hercules.

В профессиональных ПЭВМ широко применяются цветные мониторы с очень высоким разрешением (1024х1024 и 2048х2048 точек) и возможностью получения изображений из 4096 базовых цветов, что обеспечивает до 16 млн. оттенков.

Пользователи ПЭВМ проводят в непосредственной близости от работающих дисплеев многие часы подряд. В связи с этим фирмы – производители дисплеев усилили внимание к оснащению экранов дисплеев специальными средствами защиты от всех видов воздействий, которые негативно сказываются на здоровье пользователя. Так, фирма Samsung выпускает дисплеи "Low Radiation" с нанесенным на экран специальным покрытием, снижающим уровень жесткого излучения. Используются и другие методы, повышающие комфортность работы с дисплеями.

Общение пользователя с ПЭВМ облегчается с помощью различных манипуляторов. Наиболее распространенным из них является так называемая мышь. *Мышь* представляет собой небольшую коробочку с двумя или тремя клавишами и утопленным свободно вращающимся в любом направлении шариком на нижней поверхности. Коробочка подключается к компьютеру при помощи специального кабеля. Пользователь, перемещая мышь по поверхности стола (обычно для этого используются специальные резиновые коврики), позиционирует указатель мыши (стрелку, прямоугольник) на экране дисплея, а нажатием клавиш выполняет определенное действие, связанное с соответствующей клавишей (например, выполняет определенный пункт меню). Мышь требует специальной программной поддержки.

В портативных ПЭВМ мышь обычно заменяется особым встроенным в клавиатуру шариком на подставке с двумя клавишами по бокам, называемым *трекбол*. Позиционирование указателя трекбола на экране дисплея производится вращением этого шарика. Клавиши трекбола имеют то же значение, что и клавиши мыши. Несмотря на наличие трекбола, пользователь портативной ПЭВМ может использовать и обычную мышь, подключив ее к соответствующему порту.

Для непосредственного считывания графической информации с бумажного или иного носителя в ПЭВМ применяются оптические *сканеры*. Сканеры бывают настольные, позволяющие обрабатывать весь лист бумаги или пленки целиком, а также ручные. Ручные сканеры проводят над нужными рисунками или текстом, обеспечивая их считывание. Введенный при помощи сканера рисунок распознается ПЭВМ с помощью специального программного обеспечения. Рисунок может быть не только сохранен, но и откорректирован по желанию пользователя соответствующими графическими пакетами программ. В настоящее время выпускаются черно–белые и цветные сканеры с точностью разрешения до 8000 точек на дюйм

(более 300 точек на 1 мм), однако эти устройства весьма дороги. Использование сканеров для непосредственного ввода в ПЭВМ текстовой информации с ее последующим редактированием затруднено также значительной сложностью программного обеспечения, необходимого для правильного распознавания и интерпретации отдельных символов.

Для той же цели, т.е. для ввода рисунков в ПЭВМ, может использоваться также так называемое световое перо и различные дигитайзеры. К ручным манипуляторам относится и *джойстик* (joystick), представляющий собой подвижную рукоять с одной или двумя кнопками, при помощи которой можно позиционировать указатель на экране дисплея. Кнопки имеют то же назначение, что и клавиши мыши. Джойстик чаще используется в бытовых ПЭВМ, в первую очередь для игровых применений.

2.2.2. Внешние запоминающие устройства ПЭВМ

В ПЭВМ в основном используются НГМД и НЖМД типа винчестер.

Накопители на гибких дисках служат для хранения программ и данных небольшого объема и удобны для перенесения информации с одной ПЭВМ на другую.

На рабочей поверхности диска (дискеты) по концентрическим окружностям, размещенным на определенном расстоянии от центра, записываются данные. Стандартный формат дискеты для IBM PC и совместимых с ней ПЭВМ имеет 40(80) дорожек. Каждая дорожка разделена на части, называемые секторами или записями. Секторы представляют собой основную единицу хранения информации на дискете. При чтении или записи устройство всегда считывает или записывает целое число секторов независимо от объема запрашиваемой информации.

Емкость сектора (число байтов или слов) – основная характеристика формата данных на носителе. Она определяется наименьшим количеством данных, которое может быть считано или записано на дискету за одну операцию ввода–вывода.

Данные на дискете могут размещаться как на одной стороне, так и на двух ее сторонах.

Важной характеристикой дискеты является плотность записи. Дискеты могут быть с одинарной, двойной и повышенной (учетверенной) плотностью записи. При одинарной плотности записи на двусторонней дискете диаметром 5,25 дюйма сохраняется до 780 Кбайт, а при повышенной плотности записи емкость НГМД составляет до 1,2 Мбайт, на двусторонней дискете диаметром 3,5 дюйма – 720 Кбайт и 1440 Кбайт соответственно.

Существует два способа разбивки (разметки) дорожек на секторы: фиксированный (или аппаратный) и программный. Если размер сектора задан жестко и определяется механическими характеристиками устройства, такая разметка называется *фиксированной*. При фиксированной разметке индексные отверстия, расположенные по кругу, обозначают начало каждого сектора и, следовательно, его положение на дискете точно определено.

Для стандартных дискет ПЭВМ расположение дорожек на дискете и число сторон неизменны: они определяются характеристиками самих дискет. Однако количество секторов на дорожке и их размер могут определяться программно в процессе разметки (форматирования). Именно поэтому гибкие диски называют также дисками с программной разметкой секторов (soft-sector). Форматирование выполняется либо программами операционной системы, либо

программами BIOS.

Размер сектора диска, поддерживаемого системой BIOS, может составлять 128, 256, 512 и 1024 байт.

Накопители на жестких магнитных дисках (винчестер) содержат несколько дисков, объединенных в пакет. НЖМД является несменяемым, располагается внутри системного блока.

В НЖМД магнитные головки, объединенные в блок, перемещаются одновременно в радиальном направлении по отношению к дискам. Дорожки с одинаковыми номерами на разных поверхностях дисков образуют цилиндр. Цилиндр имеет тот же номер, что и объединенные им дорожки.

Любой диск имеет физический и логический формат. Физический формат диска определяет размер сектора (в байтах), число секторов на дорожке (или – для жестких дисков – в цилиндре), число дорожек (цилиндров) и число сторон.

Логический формат диска задает способ организации информации на диске и фиксирует размещение информации различных типов. В настоящее время наиболее распространены НЖМД емкостью от 1,3 до 15 Гбайт.

Важным параметром для пользователя является время доступа, характеризующее скорость чтения и записи информации на диски. Для наиболее распространенных НЖМД оно колеблется от 14 до 70 мкс. Реальная скорость работы НЖМД в большой степени зависит от типа используемой программы. Так, обработка больших массивов информации, требующая многократного поиска одиночных сведений, может неожиданно для пользователя занять весьма значительное время. Еще более продолжительной может оказаться обработка сложных изображений.

Расширение внешней памяти достигается подключением к системному блоку стримера. *Стример* – это устройство для быстрой перезаписи данных с жесткого диска на магнитную ленту. Обычно емкость стримера колеблется от 80 до 525 Мбайт.

В последние годы появились устройства для хранения информации на оптических (лазерных) дисках. Их емкость измеряется гигабайтами и даже десятками гигабайт, однако в большинстве случаев такие диски не допускают перезаписывания, поэтому используются для хранения постоянной информации (например, сложных компьютерных игр с высокоразвитой графикой).

2.2.5. Периферийные устройства

Для вывода информации в ПЭВМ используются матричные, струйные и лазерные принтеры и плоттеры. Первые из них ориентированы на получение документов малого формата (А3, А4), вторые – для вывода графической информации на широкоформатные носители.

Типичная разрешающая способность принтеров и плоттеров 300 dpi, в настоящее время она повышена до 720 dpi. В современных устройствах управление осуществляется встроенными микропроцессорами. Типичное время вывода монохромного изображения формата А1 находится в пределах от 2 до 7 мин, цветного – в два раза больше.

Матричные принтеры наиболее распространены. Печатаемые знаки синтезируются в матричных принтерах при помощи игольчатой матрицы (головки),двигающейся вдоль каждой

печатаемой строки по специальной направляющей и ударяющей по красящей ленте.

Чаще всего применяются принтеры с 9- и 24-игольчатыми головками. Эти принтеры позволяют получить вполне приемлемое для большинства приложений качество печати, в том числе за счет многократных проходов при печати одной строки с небольшими смещениями. Вместе с тем это снижает и без того невысокую скорость печати. Недостатком матричных принтеров следует считать и довольно значительный уровень производимого при печати шума.

При выборе матричного принтера следует обратить внимание на максимальную ширину применяемой бумаги (узкий или широкий принтер), возможность использования рулонной бумаги, количество игл в матрице (головке), скорость печати, указываемые в паспортных данных. Важной характеристикой матричного принтера, также указываемой в его паспорте, являются количество и виды встроенных шрифтов и возможность печати кириллицы. Вместе с тем большинство современных программных систем обработки текстов (Word for Windows, Word Perfect, Lexicon и др.) включают специальные "загружаемые" шрифты (soft fonts).

Качество печати, обеспечиваемое матричными принтерами, практически не уступает качеству, обеспечиваемому пишущей машинкой, однако оно совершенно недостаточно при работе с графикой, а также для изготовления оригинал-макетов, которые можно было бы использовать в полиграфии.

Лазерные принтеры обладают многообразными возможностями печати, обеспечивают ее высокое качество при значительной скорости.

Лазерные принтеры имеют собственный расширяемый блок памяти. Они позволяют масштабировать шрифты, широко использовать "загружаемые" шрифты. "Паспортная" скорость печати у различных моделей лазерных принтеров, как правило, колеблется от 4 до 16 страниц в минуту. Вместе с тем эта скорость зависит от объема собственной памяти принтера и может заметно сократиться при ее недостатке для конкретной печатаемой информации.

Лазерные принтеры используют исключительно листовую бумагу (форматов А4, А3 и др.), в связи с чем существенное значение приобретает емкость подающего бумагу лотка, так как от нее зависит скорость работы принтера: бумагу необходимо периодически подкладывать в лоток вручную. Недостатком лазерных принтеров являются довольно жесткие требования к качеству бумаги — она должна быть достаточно плотной (обычно не менее 80 г) и не должна быть рыхлой, недопустима печать на бумаге с пластиковым покрытием и т.д.

Особенно эффективны лазерные принтеры при изготовлении оригинал-макетов книг и брошюр, рекламных проспектов, деловых писем и иных материалов, требующих высокого качества. Они позволяют с большой скоростью печатать графики, рисунки.

В последние годы появилась целая гамма лазерных принтеров, обеспечивающих не только черно-белую, но и многокрасочную цветную печать.

Даже самые простые модели лазерных принтеров в пять — десять раз дороже средних моделей матричных принтеров, а цена цветных лазерных принтеров более чем стократно превосходит цену матричных. Весьма дороги и сменные картриджи, содержащие красящий порошок. Все это делает лазерные принтеры малоприменимыми для изготовления значительных тиражей, поскольку печать одного листа обходится существенно дороже ксерокопии.

Струйные принтеры в последние годы получают все более широкое распространение

среди пользователей ПЭВМ. Этот тип принтера занимает промежуточное положение между матричными и лазерными принтерами. Струйные принтеры, являясь, как и матричные, построчно печатающими, обеспечивают качество печати, приближающееся к качеству лазерных принтеров. Они просты в эксплуатации и работают практически бесшумно. При работе под управлением соответствующих программных средств струйные принтеры позволяют печатать вполне удовлетворительные по качеству графические материалы. Вместе с тем скорость печати, обеспечиваемая струйными принтерами, ненамного превосходит скорость печати матричными принтерами, а их стоимость – в два-три раза выше. Струйные принтеры вполне успешно применяются во всех случаях, когда скорость печати и качество не являются критическими факторами. Красящая жидкость ("чернила") для струйных принтеров помещается в специальных компактных картриджах. Она производится нескольких цветов, так что простой заменой картриджа можно обеспечить печать многоцветных изображений. Ряд моделей струйных принтеров допускает одновременную многоцветную печать.

Для вывода графической информации применяются *графопостроители (плоттеры)*. Плоттеры значительно дешевле. Чем лазерные принтеры, хотя скорость вывода изображений у них значительно ниже. Достоинством плоттеров по сравнению с лазерными принтерами является также возможность использования для печати крупноформатной бумаги и пленки (вплоть до формата A0). Плоттеры выпускают двух типов – рулонные и планшетные. В рулонных плоттерах бумажный лист перемещается транспортирующим валиком в вертикальном направлении, а пишущий узел – в горизонтальном. Рулонные принтеры позволяют получать полноцветные изображения хорошего качества. В планшетных плоттерах лист бумаги фиксируется горизонтально на плоском столе, а пишущий узел (одно или несколько разноцветных перьев) перемещается по направляющим в двух направлениях – по осям X и Y. Планшетные плоттеры обеспечивают более высокую по сравнению с рулонными точность печати рисунков и графиков.

В этих устройствах преимущественно используется растровый (т.е. построчный) способ вывода со струйной технологией печати. Печатающая система в струйных устройствах включает в себя картридж и головку. Картридж – баллон, заполненный чернилами (в цветных устройствах имеется несколько картриджей, каждый с чернилами своего цвета). Головка – матрица из сопел, из которых мельчайшие чернильные капли поступают на носитель. Физический принцип действия головки термический или пьезоэлектрический. При термопечати выбрасывание капель из сопла происходит под действием его нагревания, что вызывает образование пара и выбрасывание капелек под давлением. При пьезоэлектрическом способе пропускание тока через пьезоэлемент приводит к изменению размера сопла и выбрасыванию капли чернил. Второй способ дороже, но позволяет получить более высококачественное изображение.

Для ввода графической информации с имеющихся документов в САПР используют дигитайзеры и сканеры.

Дигитайзер применяют для ручного ввода. Он имеет вид кульмана, по его электронной доске перемещается курсор, на котором расположен визир и кнопочная панель. Курсор имеет электромагнитную связь с сеткой проводников в электронной доске. При нажатии кнопки в

некоторой позиции курсора происходит занесение в память информации о координатах этой позиции. Таким образом, может осуществляться ручная «сколка» чертежей.

Для автоматического ввода информации с имеющихся текстовых или графических документов используют *сканеры* планшетного или протяжного типа. Способ считывания – оптический. В сканирующей головке размещаются оптоволоконные самофокусирующиеся линзы и фотоэлементы. Разрешающая способность в разных моделях составляет от 300 до 800 точек на дюйм (этот параметр часто обозначают dpi). Считанная информация имеет растровую форму, программное обеспечение сканера представляет ее в одном из стандартных форматов, например, TIFF, GIF, PCX, JPEG, и для дальнейшей обработки может выполнить векторизацию – перевод графической информации в векторную форму, например, в формат DXF.

Дигитайзеры, сканеры, принтеры, плоттеры могут входить в состав АРМ или разделяться пользователями нескольких рабочих станций в составе локальной вычислительной сети.

2.3. Методы доступа в локальных вычислительных сетях

2.3.1. Множественный доступ с контролем несущей и обнаружением конфликтов

Типичная среда передачи данных в ЛВС – отрезок (сегмент) коаксиального кабеля. К нему через аппаратуру окончания канала данных подключаются узлы – компьютеры и, возможно, общее периферийное оборудование. Поскольку среда передачи данных общая, а запросы на сетевые обмены в узлах появляются асинхронно, то возникает проблема разделения общей среды между многими узлами, другими словами, проблема обеспечения доступа к сети.

Доступом к сети называют взаимодействие станции (узла сети) со средой передачи данных для обмена информацией с другими станциями. Управление доступом к сети – это установление последовательности, в которой станции получают доступ к среде передачи данных.

Различают случайные и детерминированные методы доступа. Среди случайных методов наиболее известен метод *множественного доступа с контролем несущей и обнаружением конфликтов* (МДКН/ОК). Англоязычное название метода – Carrier Sense Multiple Access /Collision Detection (CSMA/CD). Этот метод основан на контроле наличия электрических колебаний (несущей) в линии передачи данных и устранении конфликтов, возникающих в случае попыток одновременного начала передачи двумя или более станциями, путем повторения попыток захвата линии через случайный отрезок времени.

МДКН/ОК является широкоэвещательным (broadcasting) методом. Все станции при применении МДКН/ОК равноправны по доступу к сети. Если линия передачи данных свободна, то в ней отсутствуют электрические колебания, что легко распознается любой станцией, желающей начать передачу. Такая станция захватывает линию. Любая другая станция, желающая начать передачу в некоторый момент времени t , если обнаруживает электрические колебания в линии, то откладывает передачу до момента $t+t_d$, где t_d – задержка.

При работе сети каждая станция анализирует адресную часть передаваемых по сети кадров с целью обнаружения и приема кадров, предназначенных для нее.

Конфликтом называют ситуацию, при которой две или более станции «одновременно»

пытаются захватить линию. Понятие «одновременность событий» в связи с конечностью скорости распространения сигналов по линии конкретизируется как отстояние событий во времени не более чем на величину $2d$, называемую *окном столкновений*, где d – время прохождения сигналов по линии между конфликтующими станциями. Если какие-либо станции начали передачу в окне столкновений, то по сети распространяются искаженные данные. Это искажение и используют для обнаружения конфликта либо сравнением в передатчике данных, передаваемых в линию (неискаженных) и получаемых из нее (искаженных), либо по появлению постоянной составляющей напряжения в линии, что обусловлено искажением используемого для представления данных манчестерского кода. Обнаружив конфликт, станция должна оповестить об этом партнера по конфликту, пошлав дополнительный сигнал затора, после чего станции должны отложить попытки выхода в линию на время t_d . Очевидно, что значения t_d должны быть различными для станций, участвующих в столкновении (конфликте), поэтому t_d – случайная величина.

2.3.2. Маркерные методы доступа

Среди детерминированных методов преобладают *маркерные методы доступа*. Маркерный метод – метод доступа к среде передачи данных в ЛВС, основанный на передаче полномочий передающей станции с помощью специального информационного объекта, называемого маркером. Под полномочием понимается право инициировать определенные действия, динамически предоставляемые объекту, например станции данных в информационной сети.

Применяется ряд разновидностей маркерных методов доступа. Например, в *эстафетном методе* передача маркера выполняется в порядке очереди; в способе *селекторного опроса* (квантированной передачи) сервер опрашивает станции и передает полномочие одной из тех станций, которые готовы к передаче. В кольцевых одноранговых сетях широко применяют тактируемый маркерный доступ, при котором маркер циркулирует по кольцу и используется станциями для передачи своих данных.

2.2. Локальные вычислительные сети Ethernet

2.2.1. Состав аппаратуры

Одной из первых среди ЛВС шинной структуры была создана сеть Ethernet, разработанная фирмой Xerox. В этой сети был применен метод доступа МДКН/ОК. Позднее Ethernet стала основой стандарта IEEE 802/3. Другой вариант шинных ЛВС соответствует стандарту IEEE 802/4, описывающему сеть с эстафетной передачей маркера.

Технология Ethernet наиболее распространена в ЛВС. Так, по данным на 1996г. 85 % всех компьютеров в ЛВС были в сетях Ethernet.

В качестве линий передачи данных в ЛВС используют коаксиальный кабель, витую пару проводов или ВОЛС. Длины используемых отрезков коаксиального кабеля не должны превышать нескольких сотен метров, а у витой пары проводов – десятков метров. При больших расстояниях в среду передачи данных включают формирователи сигналов – повторители для сопряжения отрезков. ВОЛС позволяет существенно увеличить предельные расстояния и скорость передачи данных.

Для связи компьютеров со средой передачи данных используют сетевые контроллеры (адаптеры, сетевые карты), управляющие доступом к сети, и приемопередатчики, служащие для связи сетевого контроллера с линией связи.

Сетевой контроллер (адаптер) реализует принятый метод доступа к каналу и в случае метода МДКН/ОК осуществляет действия по выработке сигнала затора, задержке в передаче при наличии конфликта или при занятом моноканале, а также по формированию кадров, кодированию (декодированию) электрических сигналов в (из) специальный последовательный код, называемый манчестерским, распознаванию адреса в передаваемых по сети сообщениях.

После образования информационного кадра станция должна получить полномочия. Для этого контроллер прослушивает канал в ожидании его освобождения или прихода маркера. После получения полномочий осуществляется преобразование параллельного кода в последовательный, преобразование в манчестерский код и передача сигналов в кабель.

В состав приемопередатчика в шинных ЛВС с методом МДКН/ОК входят приемник сигналов от линии и передатчик сигналов от станции в линию. Назначение приемника – усиление информационных сигналов и обнаружение конфликтов путем выделения постоянной составляющей искаженных сигналов и ее сопоставления в компараторе с эталонным напряжением.

2.2.2. Разновидности сетей Ethernet

Рядом фирм на базе проекта сети Ethernet разрабатывается оборудование для ЛВС. В настоящее время унифицировано несколько вариантов сети Ethernet, различающихся топологией, особенностями физической среды передачи данных, информационной скоростью передачи данных.

1. *Thick Ethernet (шина «с толстым» кабелем)*; принятое обозначение варианта 10Base-5, где первый элемент «10» характеризует скорость передачи данных по линии 10 Мбит/с, последний элемент «5» – максимальную длину сегмента кабеля (в сотнях метров), т.е. 500 м. Другие параметры сети:

- максимальное число сегментов 5;
- максимальное число узлов на одном сегменте 100;
- минимальное расстояние между узлами 2,5 м.

Здесь под *сегментом* кабеля понимается часть кабеля, используемая в качестве линии передачи данных и имеющая на концах согласующие элементы (*терминаторы*) для предотвращения отражения сигналов.

2. *Thin Ethernet (шина «с тонким» кабелем, cheapernet)*; принятое обозначение 10Base-2:

- максимальное число сегментов 5;
- максимальная длина сегмента 185 м;
- максимальное число узлов на одном сегменте 30;
- минимальное расстояние между узлами 0,5 м;
- скорость передачи данных по линии 10 Мбит/с.

3. *Twisted Pair Ethernet*; принятое обозначение 10Base-T; это кабельная сеть с использованием витых пар проводов и концентраторов, называемых также распределителями,

или хабами (hubs). Представление о структуре сети может дать рис. 2.5. В состав сетевого оборудования входят активные (АН) и пассивные (РН) концентраторы (active and passive hubs), различие между которыми заключается в наличии или отсутствии усиления сигналов и в количестве портов. Число портов в активных хабах обычно составляет 8, 12 или 16. В одной из разновидностей сети 10Base-T допускаются расстояния между активными распределителями до 600м и между пассивными до 30м, предельное число узлов 100. Физическая организация линий связи в 10Base-T мало напоминает шину. Однако в такой сети вполне возможна реализация метода доступа МДКН/ОК, и для пользователя (любого отдельного узла) разветвленная сеть из витых пар и концентраторов, по которой происходит широкоэмитательная передача, есть среда передачи данных, такая же, как шина. Поэтому по логической организации сеть 10Base-T представляет собой сеть типа Ethernet. В то же время по своей топологии 10Base-T может быть вариантом «звезда», «дерево» и т.п. В этой сети не рекомендуется включать последовательно более четырех хабов.

2. *Fiber Optic Ethernet* (шина на основе оптоволоконного кабеля), обозначение 10Base-F; применяется для соединений точка-точка, например, для соединения двух конкретных распределителей в кабельной сети. Максимальные длины – в пределах 2...4 км. Цена оптоволоконного кабеля приблизительно такая же, как и медного кабеля, но у первого из них меньше габариты и масса, достигается полная гальваническая развязка. Приемопередатчик (повторитель) для волоконно-оптических линий передачи данных (световодов) состоит из следующих частей: приемной, передающей, чтения и записи данных. В приемной части имеются фотодиод, усилитель-формирователь сигналов с требуемыми уровнями напряжения, механическое контактирующее устройство для надежного контакта фотодиода со стеклянной оболочкой кабеля. Передатчик представлен светодиодом или микролазером.

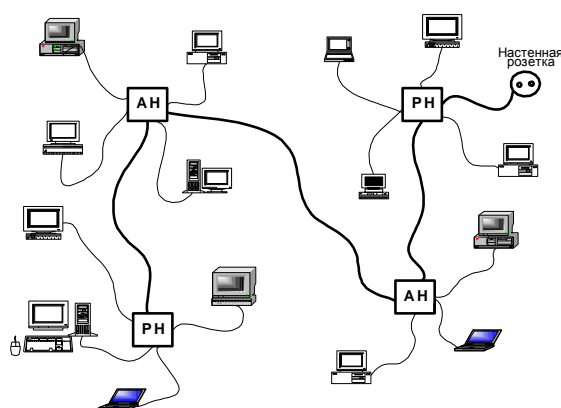


Рис. 2.5. Среда передачи данных на витой паре и концентраторах

5. *RadioEthernet* (стандарт IEEE 802/11).

Среда передачи данных – радиоволны, распространяющиеся в эфире. Структура сети может быть «постоянной» при наличии базовой кабельной сети с точками доступа от узлов по радиоканалам или «временной», когда обмены между узлами происходят только по радиоканалам.

Применяется модифицированный метод МДКН/ОК, в котором вместо обнаружения конфликтов используется предотвращение конфликтов. Это осуществляется следующим образом: узел, запрашивающий связь, посылает в эфир специальный кадр запроса, а передачу информации он может начать только после истечения межкадрового промежутка времени T , если за время T после запроса в эфире не было других запросов. Иначе попытка передачи откладывается на случайное время. Любой узел может посылать кадр запроса, если за время T перед этим в эфире не было других кадров запроса.

6. Сеть *Fast Ethernet*, иначе называемая 100BaseX или 100Base-T (стандарт IEEE 802/30). Информационная скорость 100 Мбит/с. В этой сети применен метод доступа МДКН/ОК. Используется для построения скоростных ЛВС (последовательно включается не более двух хабов), для объединения низкоскоростных подсетей 10Base-T в единую скоростную сеть и для подключения серверов на расстояниях до 200м. В последнем случае серверы соединяются с клиентскими узлами через шину 100 Мбит/с и коммутатор, называемый также конвертором, преобразователем или переключателем скорости 100/10. К конвертору с другой стороны подключено несколько шин 10 Мбит/с, на которые нагружены остальные узлы. Практически можно использовать до 250 узлов, теоретически – до 1022. Подсетями могут быть как *Fast Ethernet*, так и обычные *Ethernet* со скоростью 10 Мбит/с, включенные через преобразователь скорости. Различают следующие варианты: 100Base-TX, в котором применяют кабель из двух неэкранированных витых пар категории 5, 100Base-T4 – с четырьмя неэкранированными парами категории 5, 100Base-FX – на ВОЛС.

7. *Gigabit Ethernet* 1000Base-X. В этом варианте получены гигабитные скорости. В соответствии со стандартом IEEE 802.3z имеются разновидности на ВОЛС с длиной волны 830 или 1270 нм (1000Base-SX и 1000Base-LX соответственно) на расстояниях до 550м и на витой паре категории 5 (1000Base-CX) на расстояниях до 25м. Скорость – до 1 Гбит/с. Сеть имеет иерархическую структуру. Участки (отдельные компьютеры или подсети) по 10 Мбит/с подключаются к портам переключателей (switches) скорости 10/100, их выходы по 100 Мбит/с, в свою очередь, подключаются к портам переключателей 100/1000. В сегментах сети, имеющих 1000 Мбит/с, используются, во-первых, передача данных по ВОЛС или параллельно по четырем витым парам, во-вторых, специальное кодирование 8b/10b.

2.5. Сети кольцевой топологии

2.5.1. Сеть Token Ring

Среди кольцевых ЛВС наиболее распространены сети с передачей маркера по кольцу и среди них:

1) ЛВС типа Token Ring (сеть с таким названием была разработана фирмой IBM и послужила основой для стандарта IEEE 802/5);

2) сети FDDI (Fiber Distributed Data Interface) на основе ВОЛС.

Типичная реализация сети Token Ring характеризуется следующими данными:

- максимальное число станций 96;
- максимальное число концентраторов 12;
- максимальная длина замыкающего кабеля 120м;
- максимальная длина кабеля между двумя концентраторами или между концентратором и станцией 45м;
- два варианта скорости передачи данных по линии 4 или 16 Мбит/с.

Функционирование сети заключается в следующем.

В кольцевых локальных сетях сигналы циркулируют по кольцу, состоящему из ряда отрезков линии связи, которые соединяют пары соседних узлов. Эти отрезки соединяются в узлах через повторители сигналов, выполняющих функции приема и передачи сигналов как из

кольца в кольцо, так и между АКД и линией. Повторители вносят некоторую задержку в передачу сигналов, поэтому общая задержка зависит от числа станций, включенных в кольцо.

Кадр проходит через кольцо. По пути его адресная часть проверяется остальными станциями, поскольку в них предусмотрена расшифровка адресной и управляющей информации. Если пакет предназначен данной станции, то принимается информационная часть пакета, проверяется правильность приема и при положительном результате проверки в кольцо направляется соответствующее подтверждение. Совершив полный оборот по кольцу, кадр приходит к станции-отправителю, которая анализирует состояние кадра. Если передача не произошла, то делается повторная попытка передачи.

Станции, готовые к передаче собственных данных, ждут прихода свободного маркера.

Сеть Token Ring рассчитана на меньшие предельные расстояния и число станций, чем сеть Ethernet, но лучше приспособлена к повышенным нагрузкам.

2.5.2. Сеть FDDI

Сеть FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*) относится к высокоскоростным сетям, имеет кольцевую топологию, использует ВОЛС и специфический вариант маркерного метода доступа.

В основном варианте сети применено двойное кольцо на ВОЛС. Обеспечивается информационная скорость 100 Мбит/с. Расстояние между крайними узлами до 200 км, между соседними станциями – не более 2 км. Максимальное число узлов 500.

Два кольца ВОЛС используются одновременно. Станции можно подключать к одному из колец или к обоим сразу (рис. 2.8, а). Использование конкретным узлом обоих колец позволяет получить для этого узла суммарную пропускную способность 200 Мбит/с. Другое возможное использование второго кольца – обход с его помощью поврежденного участка путем объединения колец, как показано на рис. 2.8, б.

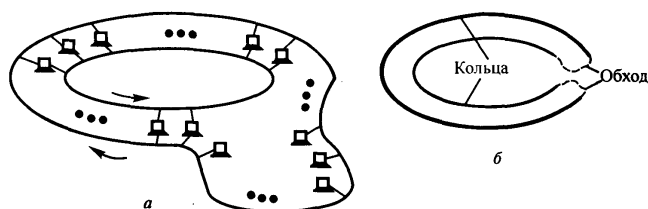


Рис. 2.8. Кольца ВОЛС в сети FDDI: а – включение узлов; б – обход поврежденного участка

В сети FDDI используются оригинальные код и метод доступа. При использовании такого кода несколько усложняются блоки кодирования и декодирования, но при этом повышается скорость передачи по линии связи, так как почти вдвое уменьшается максимальная частота переключения по сравнению с манчестерским кодом.

В соответствии с методом FDDI по кольцу циркулирует пакет, состоящий из маркера и информационных кадров. Любая станция, готовая к передаче, распознав проходящий через нее пакет, вписывает свой кадр в конец пакета. Она же ликвидирует его после того, как кадр вернется к ней после полного оборота по кольцу и при условии, что он был воспринят получателем. Если обмен происходит без сбоев, то кадр, возвращающийся к станции-отправителю, оказывается в пакете уже первым, так как все предшествующие кадры должны быть ликвидированы раньше.

Сеть FDDI обычно используют как объединяющую в единую сеть многих отдельных подсетей ЛВС. Например, при организации информационной системы крупного предприятия

целесообразно иметь ЛВС типа Ethernet или Token Ring в помещениях отдельных проектных подразделений, а связь между подразделениями осуществлять через сеть FDDI.

2.6. Каналы передачи данных в корпоративных сетях

2.6.1. Характеристики и типы каналов передачи данных

Применяемые в вычислительных сетях каналы передачи данных классифицируют по ряду признаков:

1) по форме представления информации в виде электрических сигналов каналы подразделяют на цифровые и аналоговые.

2) по физической природе среды передачи данных различают каналы связи проводные (обычно медные), оптические (как правило, волоконно–оптические), беспроводные (инфракрасные и радиоканалы).

3) по способу разделения среды между сообщениями выделяют упомянутые выше каналы с временным (TDM) и частотным (FDM) разделением.

Одной из основных характеристик канала является его пропускная способность (скорость передачи информации, т.е. информационная скорость), определяемая полосой пропускания канала и способом кодирования данных в виде электрических сигналов. Информационная скорость измеряется количеством битов информации, переданных в единицу времени. Наряду с информационной оперируют *бодовой (модуляционной) скоростью*, которая измеряется в бодах, т.е. числом изменений дискретного сигнала в единицу времени. Именно бодовая скорость определяется полосой пропускания линии. С ростом длины линии связи увеличивается затухание сигнала и, следовательно, уменьшаются полоса пропускания и информационная скорость.

Проводные линии связи в вычислительных сетях представлены коаксиальными кабелями и витыми парами проводов.

Используются коаксиальные кабели: «толстый» диаметром 12,5мм и «тонкий» диаметром 6,25мм. «Толстый» кабель имеет меньшее затухание, лучшую помехозащищенность, что обеспечивает возможность работы на больших расстояниях, но он плохо гнется, что затрудняет прокладку соединений в помещениях, и дороже «тонкого».

Существуют экранированные (STP – Shielded Twist Pair) и неэкранированные (UTP – Unshielded Twist Pair) пары проводов. Поскольку экранированные пары сравнительно дороги, чаще используют неэкранированные пары, имеющие несколько категорий (типов). Обычный телефонный кабель – пара категории 1. Пара категории 2 может использоваться в сетях с пропускной способностью до 4 Мбит/с. Витые пары имеют категории, начиная с третьей. Для сетей Ethernet (точнее, для ее варианта 10Base-T) разработана пара категории 3, а для сетей Token Ring – пара категории 2. Более совершенными являются неэкранированные витые пары категорий 5 и 6.

Пару категории 5 применяют при частотах до 100 МГц, в ней проводник представлен медными жилами диаметром 0,51 мм, навитыми по определенной технологии и заключенными в термостойкую изолирующую оболочку. В высокоскоростных ЛВС на UTP длины соединений обычно не превышают 100м.

Примерами пар категорий 6 и 7 могут служить кабели, выпускаемые фирмой PIS, в них размещается по 4 пары проводов, каждая со своим цветом изоляции. В случае категории 6 оболочка кабеля имеет диаметр 5 мм, используются медные проводники диаметром 0,5 мм. В случае категории 7 каждая пара дополнительно заключена в экранирующую алюминиевую фольгу, диаметр оболочки увеличен до 8 мм.

Оптические линии связи реализуются в виде ВОЛС. ВОЛС являются основой высокоскоростной передачи данных, особенно на большие расстояния. В ЛВС каналы передачи данных представлены в основном проводными (медными) линиями, поскольку неэкранированные витые пары дешевле ВОЛС и удобнее при прокладке кабельной сети. Но для реализации высокоскоростных магистральных каналов в корпоративных и территориальных сетях ВОЛС уже находится вне конкуренции.

Конструкция ВОЛС – кварцевый сердечник диаметром 10 мкм, покрытый отражающей оболочкой с внешним диаметром 125...200 мкм. Типичные характеристики ВОЛС: работа на волнах 0,83...1,55 мкм, затухание 0,7дБ/км, полоса частот – до 2 ГГц; ориентировочная цена – 4–5 долл. за 1 м. Предельные расстояния D для передачи данных по ВОЛС (без ретрансляции) зависят от длины волны излучения λ : при $\lambda = 850$ нм имеем $D = 5$ км, а при $\lambda = 1300$ нм имеем $D = 50$ км, но аппаратная реализация дороже.

Радиоканалы. В беспроводных радиоканалах передача информации осуществляется с помощью радиоволн. В информационных сетях используются диапазоны от сотен мегагерц до десятков гигагерц. Для организации канала передачи данных в диапазонах дециметровых волн (902...928 МГц и 2,2...2,5 ГГц) требуется регистрация в Минсвязи. Работа в диапазоне 5,725...5,85 ГГц пока лицензирования не требует.

Чем выше рабочая частота, тем больше емкость (число каналов) системы связи, но тем меньше предельные расстояния, на которых возможна прямая связь между двумя пунктами без ретрансляторов. Первая из причин и порождает тенденцию к освоению новых более высокочастотных диапазонов.

Радиоканалы используют в качестве альтернативы кабельным системам в локальных сетях и при объединении сетей отдельных подразделений и предприятий в корпоративные сети. Радиоканалы являются необходимой составной частью также в спутниковых и радиорелейных системах связи, применяемых в территориальных сетях, в сотовых системах мобильной связи.

Радиосвязь используют в корпоративных и локальных сетях, если затруднена прокладка других каналов связи. Во многих случаях построения корпоративных сетей применение радиоканалов оказывается более дешевым решением по сравнению с другими вариантами.

Радиоканал либо выполняет роль моста между подсетями (двухточечное соединение), либо является общей средой передачи данных в ЛВС по методу МДКН/ОК, либо служит соединением между центральным и терминальными узлами в сети с централизованным управлением, либо соединяет спутник с наземными станциями в спутниковом канале связи.

Радиомосты используют для объединения между собой кабельных сегментов и отдельных ЛВС в пределах прямой видимости и организации магистральных каналов в опорных сетях. Они выполняют ретрансляцию и фильтрацию пакетов. При этом имеет место двухточечное соединение с использованием направленных антенн, дальность в пределах

прямой видимости (обычно до 15... 20 км с расположением антенн на крышах зданий).

Мост имеет два адаптера: один для формирования сигналов в радиоканале, другой – в кабельной подсети.

В случае использования радиоканала в качестве общей среды передачи данных в ЛВС сеть называют RadioEthernet (стандарт IEEE 802/11), обычно ее применяют внутри зданий. В состав аппаратуры входят приемопередатчики и антенны. Связь осуществляется на частотах от одного до нескольких гигагерц. Расстояния между узлами несколько десятков метров.

Вариант использования радиоканалов для связи центрального и периферийного узлов отличается тем, что центральный пункт имеет ненаправленную антенну, а в терминальных пунктах при этом применяются направленные антенны. Дальность связи составляет также десятки метров, а вне помещений – сотни метров.

Спутниковые каналы являются частью магистральных каналов передачи данных. В них спутники могут находиться на геостационарных (высота 36 тыс. км) или низких орбитах. В случае геостационарных орбит заметны задержки на прохождение сигналов (к спутнику и обратно около 500 мс). Возможно покрытие поверхности всего земного шара с помощью четырех спутников. В низкоорбитальных системах обслуживание конкретного пользователя происходит попеременно разными спутниками. Чем ниже орбита, тем меньше площадь покрытия и, следовательно, требуется или больше наземных станций, или необходима межспутниковая связь, что, естественно, приводит к утяжелению спутника. Число спутников также значительно больше (обычно несколько десятков).

В оборудование беспроводных каналов передачи данных входят сетевые адаптеры и радиомодемы, поставляемые вместе с комнатными антеннами и драйверами. Они различаются способами обработки сигналов, характеризуются частотой передачи, пропускной способностью, дальностью связи.

В вычислительных сетях САПР в основном используются *цифровые каналы передачи данных*. Однако применяют и *аналоговые каналы*, поскольку таковыми являются телефонные сети, которые можно использовать в качестве магистральных каналов или абонентских линий.

Аналоговые каналы. В телефонных каналах общего пользования полоса пропускания составляет 0,3...3,4 кГц (каналы с такой полосой пропускания называют каналами тональной частоты), что соответствует спектру человеческой речи.

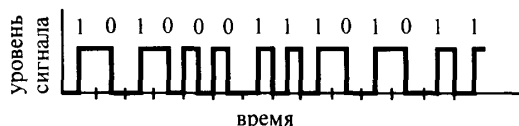
Для передачи дискретной информации по каналам тональной частоты необходимы устройства преобразования сигналов, согласующие характеристики дискретных сигналов и аналоговых линий. Такое преобразование называют модуляцией при передаче и демодуляцией при приеме и осуществляют с помощью специальных устройств – *модемов*.

Современные высокоскоростные модемы построены в соответствии с протоколами V.32 или V.32bis. В протоколе V.32 скорости составляют от 2,4 до 28,8 кбит/с с шагом 2,4 кбит/с. Протокол предусматривает адаптацию передачи под конкретную обстановку при изменении несущей в пределах 1600...2000 Гц, а также автоматическое предварительное согласование способов модуляции в вызывающем и вызывном модемах. В протоколе V.32bis скорости могут достигать 33,6 кбит/с. В последнее время стали выпускаться модемы на 56 кбит/с по технологиям, названным x2 и V.90.

Цифровые каналы. Для передачи аналоговых сигналов по цифровым каналам связи применяют импульсно–кодovou модуляцию (ИКМ или PCM – Pulse Code Modulation). Этот вид модуляции сводится к измерению амплитуды аналогового сигнала в моменты времени, отстоящие друг от друга на dt , и к кодированию этих амплитуд цифровым кодом.

В *цифровых каналах* для представления двоичной информации преимущественно используют самосинхронизирующийся *манчестерский код*. Пример манчестерского кода представлен на рис. 2.9.

Рис. 2.9. Манчестерское кодирование



В современных сетях важное значение имеет передача как данных, представляемых дискретными сигналами, так и аналоговой информации (например, голос и видеоизображения первоначально имеют аналоговую форму). Поэтому для многих применений современные сети должны быть *сетями интегрального обслуживания*. Наиболее перспективными сетями интегрального обслуживания являются сети с цифровыми каналами передачи данных, например, сети ISDN.

Сети ISDN могут быть коммутируемыми и некоммутируемыми. Различают обычные ISDN со скоростями от 56 кбит/с до 1,54 Мбит/с и широкополосные ISDN (Broadband ISDN, или B-ISDN) со скоростями 155...2048 Мбит/с.

2.6.2. Организация дуплексной связи

Для организации дуплексной связи, т.е. одновременной передачи информации по линии в обоих направлениях, используют следующие способы:

- *четырёхпроводная линия связи* – одна пара проводов для прямой и другая – для обратной передачи, что, естественно, дорого;
- *частотное разделение* – прямая и обратная передачи ведутся на разных частотах, но при этом полоса для каждого направления сужается более чем вдвое по сравнению с полосой симплексной (однонаправленной) связи;
- *эхо–компенсация* – при установлении соединения с помощью посылки зондирующего сигнала определяются параметры (запаздывание и мощность) эха – отраженного собственного сигнала; в дальнейшем из принимаемого сигнала вычитается эхо собственного сигнала.

2.6.3. Способы коммутации и передачи данных по каналам

Основная функция систем передачи данных в условиях функционирования вычислительных сетей заключается в организации быстрой и надежной передачи информации произвольным абонентам сети, а также в сокращении затрат на передачу данных. Последнее особенно важно, так как за прошедшее десятилетие произошло увеличение доли затрат на передачу данных в общей структуре затрат на организацию сетевой обработки информации. Это объясняется главным образом тем, что затраты на техническое обеспечение вычислительных сетей сократились за этот период примерно в десять раз, тогда как затраты на организацию и эксплуатацию каналов связи сократились только в два раза.

Важнейшая характеристика сетей передачи данных – время доставки информации – зависит от структуры сети передачи данных, пропускной способности линий связи, а также от

способа соединения каналов связи между взаимодействующими абонентами сети и способа передачи данных по этим каналам. В настоящее время различают системы передачи данных с постоянным включением каналов связи (некоммутируемые каналы связи) и коммутацией на время передачи информации по этим каналам.

При использовании *некоммутируемых каналов связи* средства приема–передачи абонентских пунктов и ЭВМ постоянно соединены между собой, т.е. находятся в режиме "on–line". В этом случае отсутствуют потери времени на коммутацию, обеспечиваются высокая степень готовности системы к передаче информации, более высокая надежность каналов связи и, как следствие, достоверность передачи информации. Недостатками такого способа организации связи являются низкий коэффициент использования аппаратуры передачи данных и линий связи, высокие расходы на эксплуатацию сети. Рентабельность подобных сетей достигается только при условии достаточно полной загрузки этих каналов.

При коммутации абонентских пунктов и ЭВМ только на время передачи информации (т.е. нормальным режимом для которых является режим "off–line") принцип построения узла коммутации определяется способами организации прохождения информации в сетях передачи данных. Существуют три основных способа подготовки и передачи информации в сетях, основанных на коммутации: каналов, сообщений и пакетов.

Коммутация каналов. Способ коммутации каналов заключается в установлении физического канала связи для передачи данных непосредственно между абонентами сети. При использовании коммутируемых каналов тракт (путь) передачи данных образуется из самих каналов связи и устройств коммутации, расположенных в узлах связи.

Установление соединения заключается в том, что абонент посылает в канал связи заданный набор символов, прохождение которых по сети через соответствующие узлы коммутации вызывает установку нужного соединения с вызываемым абонентом. Этот транзитный канал образуется в начале сеанса связи, остается фиксированным на период передачи всей информации и разрывается только после завершения передачи информации.

Такой способ соединения используется в основном в сетях, где требуется обеспечить непрерывность передачи сообщений (например, при использовании телефонных каналов связи и абонентского телеграфа). В этом случае связь абонентов возможна только при условии использования ими однотипной аппаратуры, одинаковых каналов связи, а также единых кодов.

К достоинствам данного способа организации соединения абонентов сети следует отнести:

- гибкость системы соединения в зависимости от изменения потребностей;
- высокую экономичность использования каналов, достигаемую за счет их эксплуатации только в течение времени установления связи и непосредственно передачи данных;
- невысокие расходы на эксплуатацию каналов связи (на порядок меньше, чем при эксплуатации некоммутируемых линий связи).

Способ коммутации каналов более оперативный, так как позволяет вести непрерывный двусторонний обмен информацией между двумя абонентами.

Недостатками коммутируемых Каналов связи является необходимость использования

специальных и коммутирующих устройств, которые снижают скорость передачи данных и достоверность передаваемой информации. Использование специальных методов и средств, обеспечивающих повышение достоверности передачи информации в сети, влечет за собой снижение скорости передачи данных за счет:

- увеличения объема передаваемой информации, вызванного необходимостью введения избыточных знаков;
- потерь времени на кодирование информации в узле–передатчике и декодирование, логический контроль и другие преобразования – в узле–приемнике.

Наконец, сокращение потоков информации ниже пропускной способности аппаратной части и каналов связи ведет к недогрузке канала, а в период пиковой нагрузки может вызвать определенные потери вызовов.

Коммутация сообщений. При коммутации сообщений поступающая на узел связи информация передается в память узла связи, после чего анализируется адрес получателя. В зависимости от занятости требуемого канала сообщение либо передается в память соседнего узла, либо становится в очередь для последующей передачи. Таким образом, способ коммутации сообщений обеспечивает поэтапный характер передачи информации. В этом случае сообщения содержат адресный признак (заголовок), в соответствии с которым осуществляется автоматическая передача информации в сети от абонента–передатчика к абоненту–приемнику. Все функции согласования работы отдельных участков сети связи, а также управление передачей сообщений и их соответствующую обработку выполняют центры (узлы) коммутации сообщений. Основное функциональное назначение центра коммутации сообщений – обеспечить автоматическую передачу информации от абонента к абоненту в соответствии с адресным признаком сообщения и требованиями к качеству и надежности связи.

Метод коммутации сообщений обеспечивает независимость работы отдельных участков сети, что значительно повышает эффективность использования каналов связи при передаче одного и того же объема информации (которая в этом случае может достигать 80 – 90% от максимального значения). В системе с коммутацией сообщений происходит сглаживание несогласованности в пропускной способности каналов и более эффективно реализуется передача многоадресных сообщений (так как не требуется одновременного освобождения всех каналов между узлом–передатчиком и узлом–приемником). Передача информации может производиться в любое время, так как прямая связь абонентов друг с другом необязательна.

К недостаткам метода следует отнести односторонний характер связи между абонентами сети.

Для более полной загрузки каналов и их эффективного использования возможно совместное применение перечисленных методов коммутации, основой которого служат следующие условия:

- использование в одном и том же узле связи аппаратуры для коммутации каналов и для коммутации сообщений (того или иного способа коммутации в узле осуществляется в зависимости от загрузки каналов связи);
- организация сети с коммутацией каналов для узлов верхних уровней иерархии и коммутации сообщений для нижних уровней.

Коммутация пакетов. В последние годы появился еще один способ коммутации абонентов сети – так называемая коммутация пакетов. Этот способ сочетает в себе ряд преимуществ методов коммутации каналов и коммутации сообщений. При коммутации пакетов перед началом передачи сообщение разбивается на короткие пакеты фиксированной длины, которые затем передаются по сети. В пункте назначения эти пакеты вновь объединяются в первоначальное сообщение, а так как их длительное хранение в запоминающем устройстве узла связи не предполагается, пакеты передаются от узла к узлу с минимальной задержкой во времени. В этом отношении указанный метод близок методу коммутации каналов.

При коммутации пакетов их фиксированная длина обеспечивает эффективность обработки пакетов, предотвращает блокировку линий связи и значительно уменьшает емкость требуемой промежуточной памяти узлов связи. Кроме того, сокращается время задержки при передаче информации, т.е. скорость передачи информации превышает аналогичную скорость при методе коммутации сообщений.

К недостаткам метода следует отнести односторонний характер связи между абонентами сети.

Различают два основных типа систем связи с коммутацией пакетов:

- в системах *первого типа* устройство коммутации анализирует адрес места назначения каждого принятого пакета и определяет канал, необходимый для передачи информации (*виртуальный канал*);
- в системах *второго типа* пакеты рассылаются по всем каналам и терминалам, каждый канал (терминал), в свою очередь, проанализировав адрес места назначения пакета и сравнив его с собственным, осуществляет прием и дальнейшую передачу (обработку) пакета либо игнорирует его (*дейтаграмный режим*);.

Первый тип систем коммутации пакетов характерен для глобальных сетей с огромным числом каналов связи и терминалов, второй тип применим для сравнительно замкнутых сетей с небольшим числом абонентов.

2.7. Стеки протоколов и типы сетей в автоматизированных системах

2.7.1. Протокол TCP

Протоколы, используемые совместно в сетях определенного типа, объединяются в совокупности, называемые *стеками протоколов*. Широко известны стеки протоколов TCP/IP, SPX/IPX, X.25, Frame Relay (FR), ATM, семиуровневые протоколы ЭМВОС.

Наибольшее распространение получили протоколы TCP/IP в связи с их использованием в качестве основных в сети Internet. TCP/IP – пятиуровневые протоколы, но базовыми среди них, давшими название всей совокупности, являются протокол транспортного уровня TCP (Transmission Control Protocol) и протокол сетевого уровня IP (Internet Protocol). Эти протоколы поддерживаются такими операционными системами, как Unix и Windows 95/NT.

TCP – *дуплексный транспортный протокол с установлением соединения*. Под установлением соединения подразумевают установление виртуального канала в сети путем обмена запросом и согласием на соединение между отправителем и получателем сообщения. К

другим функциям TCP относятся

- упаковка и распаковка пакетов на концах транспортного соединения;
- управление потоком – получатель одновременно с подтверждением правильности передачи сообщает число пакетов, которые получатель готов принять или, что практически то же самое, число пакетов, которые отправитель может послать в сеть, не дожидаясь получения подтверждения об их правильном приеме;
- помещение срочных данных между специальными указателями, т.е. возможность управлять скоростью передачи.

2.7.2. Протокол IP

Сетевой протокол IP – дейтаграммный сетевой протокол, т.е. протокол без установления соединения.

В *дейтаграммных протоколах* сообщение разбивается на дейтаграммы. Дейтаграмма – это пакет, передаваемый независимо от других частей одного и того же сообщения в вычислительных сетях с коммутацией пакетов. Дейтаграммы одного и того же сообщения могут передаваться в сети по разным маршрутам и поступать к адресату в произвольной последовательности, что требует дополнительных операций по сборке сообщения из дейтаграмм в узле–получателе. На внутренних участках маршрута контроль правильности передачи не предусмотрен и надежность связи обеспечивается лишь контролем в конечном узле.

К функциям протокола IP относятся

- фрагментация и сборка пакетов при прохождении через промежуточные сети, имеющие другие протоколы;
- маршрутизация, т.е. определение пути прохождения пакета по разветвленной сети;
- проверка контрольного кода заголовка пакета (правильность передачи всего пакета проверяется на транспортном уровне, т.е. с помощью TCP, в конечном узле);
- управление потоком – сброс дейтаграмм при превышении заданного времени жизни.

2.7.3. Адресация в TCP/IP

В TCP/IP различают два типа адресов. На канальном уровне используют адреса, называемые *физическими*. Это шестибайтовые адреса сетевых плат, присваиваемые изготовителем контроллеров (как уже отмечалось, каждый изготовитель вместе с лицензией на изготовление получает уникальный диапазон адресов). На сетевом уровне используют сетевые адреса, иначе называемые *виртуальными*, или *логическими*.

Различают понятия сетевых адреса и имени, имеющих цифровое и буквенное выражения соответственно.

Сетевой адрес называют IP–адресом. Это четырехбайтовый код, состоящий из двух частей: адреса сети и адреса узла (заметим, что узел, имеющий IP–адрес, называют хостом). Имя характеризует пользователя. Его составляют в соответствии с доменной системой имен. Соответствие между IP–адресом и IP–именем хоста устанавливается специальной *службой имен*. В Internet это DNS (Domain Name Service), в семиуровневой модели ISO – стандарт X.500.

IP–имя, называемое также *доменным именем*, – удобное для человека название узла или

сети. Имя отражает иерархическое построение глобальных сетей и потому состоит из нескольких частей (аналогично обычным почтовым адресам). Корень иерархии обозначает либо страну, либо отрасль знаний, например: ru – Россия, us – США, de – Германия, uk – Великобритания, edu – наука и образование, com – коммерческие организации, org – некоммерческие организации, gov – правительственные организации, mil – военные ведомства, net – служба поддержки Internet и т.д. Корень занимает в IP-имени правую позицию, левее записываются локальные части адреса и, наконец, перед символом @ указывается имя почтового ящика пользователя. Так, запись qaz@wwcdl.bmstu.ru расшифровывается следующим образом: пользователь qaz имеет почтовый ящик в сервере wwcdl организации bmstu в стране ru. Уже к 1998 г. число используемых доменных имен в сети Internet превысило один миллион.

IP-адрес – 32-битовое слово, записываемое в виде четырех частей (побайтно), разделенных точками. Каждые подсеть и узел в подсети получают свои номера, причем для сети (подсети) можно использовать от одного до трех старших байтов, а оставшиеся байты – для номера узла. Какая часть IP-адреса относится к сети, определяется ее маской, выделяющей соответствующие биты в IP-адресе. Например, для некоторой сети маска может быть 255.0.0.0, а для ее подсети – 255.255.0.0 и т.д. Тем самым описывается иерархия сетей.

Номера при включении нового хоста выдает организация–провайдер, предоставляющая телекоммуникационные услуги. Провайдер, в частности, обеспечивает включение IP-адреса и соответствующего ему IP-имени в сервер службы адресов DNS. Это означает запись данных о хосте в DIB (Directory Information Base) локального узла DNS.

При маршрутизации пользователь, отправляющий сообщение, задает IP-имя получателя. Поскольку маршрутизация в сети осуществляется по IP-адресам, то с помощью серверов DNS осуществляется перевод указанного IP-имени в IP-адрес.

В локальной сети, где используются шестибайтовые адреса, называемые MAC-адресами, требуется преобразование IP-имен в MAC-адреса. Это преобразование выполняет маршрутизатор, связывающий локальную сеть с территориальной, в соответствии с специальным протоколом ARP, имеющимся в стеке TCP/IP. Для этого в маршрутизаторе создается таблица соответствия IP-имен и MAC-адресов данной сети.

Маршрутизация в Internet организована по иерархическому принципу. Имеются уровни ЛВС и корпоративных сетей; маршрутных доменов, в каждом из которых используются единые протоколы и алгоритмы маршрутизации; административных доменов, каждый из которых соответствует некоторой ассоциации и имеет единое управляющее начало. В маршрутных доменах имеются внешние маршрутизаторы для связи с другими маршрутными или административными доменами. Обращение из некоторого узла к Internet (например, из wwcdl.bmstu.ru по адресу <http://www.eevl.ac.uk>) происходит к местному серверу (bmstu), и если там сведений об адресе назначения нет, то происходит переход к серверу следующего, более высокого уровня, (ru) и далее по иерархии вниз до получения IP-адреса хоста назначения. В местном DNS-сервере могут быть сведения об IP-адресах хостов из удаленных доменов, если к ним происходят достаточно частые обращения из данного домена.

2.7.4. Протоколы SPX/IPX

В сетях Netware фирмы Novell используются протоколы SPX (*Sequence Packet Exchange*) и IPX (*Internet Packet Exchange*) для транспортного и сетевого уровней соответственно.

Адрес получателя в пакете IPX состоит из номера сети (фактически номера сервера), адреса узла (это имя сетевого адаптера) и имени гнезда (прикладной программы). Установление виртуального соединения в SPX (создание сессии) заключается в посылке клиентом запроса connect, возможная реакция сервера – connected (успех) или disconnected (отказ). Запрос на разъединение возможен как от сервера, так и от клиента.

После установления соединения передача ведется по дейтаграммному протоколу IPX.

2.7.5. Сети X.25 и Frame Relay

Сети X.25, работающие по одноименному стеку протоколов, предложенному международным телекоммуникационным союзом ITU (International Telecommunication Union), относятся к первому поколению сетей коммутации пакетов. Протоколы X.25 разработаны еще в 1976г. В свое время они получили широкое распространение, а в СНГ их популярность остается значительной и в 90-е гг., поскольку эти сети хорошо приспособлены к работе на телефонных каналах невысокого качества, составляющих в СНГ значительную долю каналов связи. С помощью сетей X.25 удобно соединять локальные сети в территориальную сеть, устанавливая между ними мосты X.25.

Стандарт X.25 относится к трем нижним уровням ЭМВОС, т.е. включает протоколы физического, канального и сетевого уровней. На сетевом уровне используется коммутация пакетов.

Характеристики сети:

- пакет содержит адресную, управляющую, информационную и контрольную части;
- передача данных по виртуальным (логическим) каналам, это относится к сетям с установлением соединения;
- узлы на маршруте, обнаружив ошибку, ликвидируют ошибочный пакет и запрашивают повторную передачу пакета.

В сетевом протоколе X.25 значительное внимание уделено контролю ошибок. Эта особенность приводит к уменьшению скорости передачи, т.е. сети X.25 низкоскоростные, но при этом их можно реализовать на каналах связи с невысокой помехоустойчивостью.

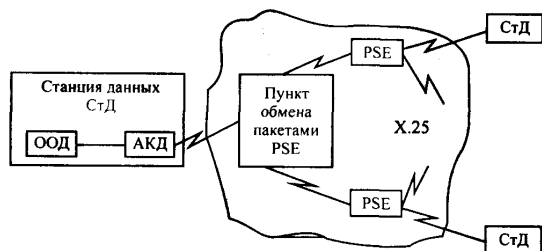
При использовании на физическом уровне телефонных каналов для подключения к сети достаточно иметь компьютер и модем. Подключение осуществляет провайдер (провайдерами для X.25 являются, например, владельцы ресурсов сетей Sprint, Infotel, Роспак и др.)

Типичная структура сети X.25 показана на рис. 2.10. Типичная АКД в X.25 – синхронный модем с дуплексным бит-ориентированным протоколом. Скорости от 9,6 до 64 кбит/с.

В сетях пакетной коммутации *Frame Relay (FR)* в отличие от сетей X.25 обеспечивается большая скорость передачи данных за счет исключения контроля ошибок в промежуточных узлах, так как контроль, адресация, разбивка на пакеты и восстановление пакетов выполняются в конечных пунктах, т.е. на транспортном уровне. В промежуточных узлах ошибочные пакеты

могут только отбрасываться, а запрос на повторную передачу происходит от конечного узла средствами уровня, выше сетевого. Но для реализации FR нужны помехоустойчивые каналы передачи данных.

Рис. 2.10. Сеть X.25



Другая особенность FR – возможна, в отличие от сетей X.25, не только передача данных, но и передача оцифрованного голоса (так как для передачи голоса обычно требуется режим реального

времени). По этой же причине FR лучше приспособлены для передачи неравномерного трафика, характерного для связей между ЛВС.

Сети FR также получают широкое распространение в СНГ по мере развития помехоустойчивых каналов связи, так как облегчен переход к ним от сетей X.25.

Заметим, что радикальное повышение скоростей передачи интегрированной информации связывают с внедрением сетей ATM.

2.7.6. Сети ATM

Технология ATM (Asynchronous Transfer Mode), реализованная в сетях ATM, относится к перспективным технологиям, обеспечивающим высокие скорости передачи разнородной информации (данных, речевых и видеосигналов) на значительные расстояния. Действительно, передача голосовой и видеоинформации обычно требуется в режиме реального времени, видеоинформация характеризуется большими объемами и, следовательно, задержки должны быть только малыми.

Технология ATM представляет собой быструю коммутацию коротких пакетов фиксированной длины (53 байт), называемых *ячейками*. В силу этой причины и саму технологию ATM иногда называют коммутацией ячеек.

Сети ATM относят к сетям с установлением соединения. Соединения могут быть постоянными и динамическими. Первые устанавливаются и разрываются администратором сети, их действие продолжительно, для каждого нового обмена данными между абонентами постоянного соединения не нужно тратить время на его установление. Вторые устанавливаются и ликвидируются автоматически для каждого нового сеанса связи.

Высокие скорости в ATM обеспечиваются рядом технических решений.

Во-первых, большое число каналов с временным мультиплексированием (TDM) можно использовать для параллельной передачи частей одного и того же «объемного» сообщения (*статистическое мультиплексирование*). Если сеть ATM оказывается перегруженной, то во избежание потери информации возможна буферизация данных для выравнивания загрузки каналов. Таким образом, происходит динамическое перераспределение нагрузки.

Во-вторых, отрицательные квитанции при искажениях собственно сообщений возможны только от конечного пункта. Это исключает потери времени в промежуточных пунктах на ожидание подтверждений. Такой способ иногда называют *коммутацией кадров* (в отличие от коммутации пакетов). Контрольный код (четырёхбайтный циклический) для

информационной части сообщения имеется только в конце последнего пакета сообщения.

В-третьих, упрощена маршрутизация. Собственно установление соединения выполняется аналогично этой процедуре в TCP/IP. Однако далее номер рассчитанного маршрута помещается в заголовок каждого пакета, и для них не нужно заново определять маршрут по таблицам маршрутизаторов при прохождении через сеть. Такую передачу называют *маршрутизацией от источника*. Другими словами, осуществляется передача с установлением соединения (в отличие, например, от IP).

В-четвертых, *фиксированная длина* пакетов (кадров) упрощает алгоритмы управления и буферизации данных, исключает необходимость разбивки на пакеты или конвертирования пакетов при смене форматов в промежуточных сетях (если они соответствуют формату ячейки ATM).

Средой для ATM обычно служит среда ISDN, реализуемая на ВОЛС, витой паре или коаксиальном кабеле.

2.7.7. Сетевое коммутационное оборудование

Узлы в средах передачи данных, выполняющие функции связи между частями сложной сети (internetworking), составляют *сетевое (коммутационное) оборудование*. В сетевое оборудование входят повторители, мосты, концентраторы, коммутаторы, маршрутизаторы, шлюзы, модемы и др.

Повторитель (repeater) – блок взаимодействия, служащий для регенерации электрических сигналов, передаваемых между двумя сегментами ЛВС. Повторители используются в случае, если реализация ЛВС на одном сегменте кабеля (отрезке, моноканале) не допускается из-за ограничений на расстояние или на число узлов, причем при условии, что в соседних сегментах используются один и тот же метод доступа и одни и те же протоколы. Трафик в сегментах, соединенных повторителем, – общий. Повторитель может быть многопортовым. Сигнал, пришедший на один из портов, повторяется на всех остальных портах.

Мост (bridge) – блок взаимодействия, служащий для соединения разных подсетей, которые могут иметь неодинаковые канальные протоколы.

При малых расстояниях между подсетями связь возможна через серверы подсетей, в которых размещаются интерфейсные платы, называемые внутренними мостами, и соответствующее сетевое программное обеспечение. Возможно применение внешних мостов – специально выделяемых узлов для целей сопряжения по одному в каждой из соединяемых подсетей. Внешние мосты обходятся дороже, но обеспечивают лучшие эксплуатационные характеристики. Важная функция мостов – ограничение графика, так как локальный трафик одной подсети замыкается в ней, не проходя в другую подсеть.

Обычно мост имеет два порта, хотя существуют и многопортовые мосты. Каждый порт может оказаться входным или выходным. Управление передачей пакетов выполняется с помощью маршрутной таблицы моста, в которой строки содержат соответствующие друг другу значения адреса узла и номера порта моста. Если пакет пришел на порт *A* и по таблице адрес относится к тому же порту *A*, то пакет остается в данной ЛВС, иначе передается на порт *B*,

который найден по таблице. Первоначальное заполнение таблицы происходит по адресам источников пакетов – в строку заносятся адрес отправителя и номер входного порта. Таблицы могут изменять во времени свое содержимое. Если некоторые адреса по истечении длительного времени ни разу не активизировались, то строки с такими адресами удаляются, их восстановление или занесение новых адресов выполняется по процедуре первоначального заполнения.

На рис. 2.11 представлены возможные варианты мостовых соединений.

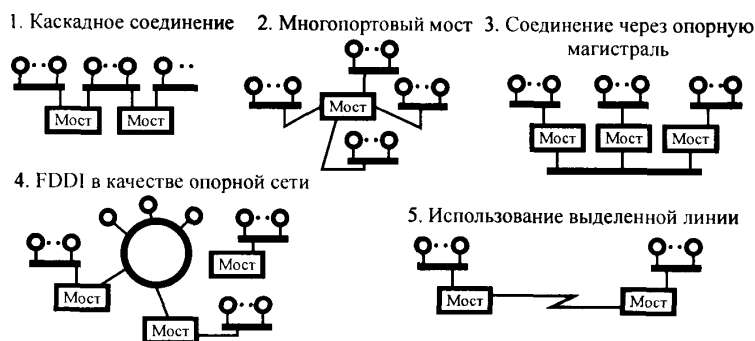


Рис. 2.11. Варианты мостовых соединений

Вариант 2 обеспечивает большую пропускную способность по сравнению с вариантом 1. Вариант 3 близок к варианту 2 по пропускной способности, он дороже, но именно его необходимо применять, если расстояния между подсетями довольно большие. Вариант 4 используют для увеличения скорости при большом трафике. Наконец, вариант 5 предназначен для случаев расстояний в несколько километров и более.

Концентраторы предназначены для объединения в сеть многих узлов. Так, концентраторами являются хабы в сетях 10Base-T или Token Ring. Однако такие концентраторы создают общую среду передачи данных без разделения трафика.

Коммутаторы в отличие от концентраторов предназначены для объединения в сеть многих узлов или подсетей с разделением трафика между подсетями. Как и в мостах, пакеты передаются только в ту подсеть, для которой они предназначены, что уменьшает общую загрузку сети. Но в отличие от многопортового моста в коммутаторе возможно одновременно иметь много соединений, т.е. обеспечивается параллельная передача сообщений. Коммутаторы используют также для связи нескольких ЛВС с территориальной сетью. Один коммутатор может объединять несколько как однотипных, так и разнотипных ЛВС.

Маршрутизатор (router) – блок взаимодействия, служащий для выбора маршрута передачи данных в корпоративных и территориальных сетях. С помощью маршрутизаторов могут согласовываться не только канальные протоколы, как это имеет место при применении мостов, но и сетевые протоколы. Маршрутизаторы содержат таблицы и протоколы маршрутизации в отличие от других узлов, которые могут содержать лишь локальные таблицы соответствия IP-адресов физическим адресам сетевых контроллеров в локальной сети. Маршрутизаторы могут фильтровать пакеты в соответствии с признаками, отраженными в заголовке пакета, т.е. выполнять роль брандмауэра – устройства, защищающего сеть от нежелательных вторжений извне.

Обычно распределение узлов по подсетям выполняют по территориальному признаку. Однако при этом возможно объединение в одной подсети узлов, слабо связанных между собой в функциональном отношении. Возникают проблемы с защитой информации и управлением

трафиком. Поэтому предпочтительнее распределять узлы по функциональному признаку, причем администратор сети должен иметь возможность перекоммутации узлов при изменениях в их функциях или расположении. Такие возможности имеются в виртуальных ЛВС.

Виртуальная ЛВС (ВЛВС) – это локальная сеть, в которой узлы сгруппированы не по территориальному, а по функциональному признаку. Для этого каждая подсеть в ВЛВС получает свой идентификатор, каждому идентификатору соответствуют определенные порты коммутаторов сети.

Шлюз (gateway – межсетевой преобразователь) – блок взаимодействия, служащий для соединения информационных сетей различной архитектуры и с неодинаковыми протоколами. В шлюзах предусмотрено согласование протоколов всех семи уровней ЭМВОС. Примерами шлюзов могут быть устройства, соединяющие ЛВС типа Ethernet с сетью SNA, используемой для связи больших машин фирмы IBM. Часто под шлюзом понимают сервер, имеющий единственный внешний канал передачи данных.

2.8. Программное обеспечение вычислительных сетей

Программное обеспечение вычислительных сетей обеспечивает организацию коллективного доступа к вычислительным и информационным ресурсам сети, динамическое распределение и перераспределение ресурсов сети с целью повышения оперативности обработки информации и максимальной загрузки аппаратных средств, а также в случае отказа и выхода из строя отдельных технических средств и т.д.

Программное обеспечение вычислительных сетей включает три компонента:

- *общее программное обеспечение*, образуемое базовым программным обеспечением отдельных ЭВМ, входящих в состав сети;
- *специальное программное обеспечение*, образованное прикладными программными средствами, отражающими специфику предметной области пользователей при реализации задач управления;
- *системное сетевое программное обеспечение*, представляющее комплекс программных средств, поддерживающих и координирующих взаимодействие всех ресурсов вычислительной сети как единой системы.

Особая роль в ПО вычислительной сети отводится системному сетевому программному обеспечению, функции которого реализуются в виде распределенной операционной системы сети.

Операционная система сети включает в себя набор управляющих и обслуживающих программ, обеспечивающих:

- межпрограммный метод доступа (возможность организации связи между отдельными прикладными программами комплекса, реализуемыми в различных узлах сети);
- доступ отдельных прикладных программ к ресурсам сети (и в первую очередь к устройствам ввода–вывода);
- синхронизацию работы прикладных программных средств в условиях их обращения к одному и тому же вычислительному ресурсу;

- обмен информацией между программами с использованием сетевых "почтовых ящиков";
- выполнение команд оператора с терминала, подключенного к одному из узлов сети, на каком-либо устройстве, подключенном к другому удаленному узлу вычислительной сети;
- удаленный ввод заданий, вводимых с любого терминала, и их выполнение на любой ЭВМ в пакетном или оперативном режиме;
- обмен наборами данных (файлами) между ЭВМ сети; доступ к файлам, хранимым в удаленных ЭВМ, и обработку этих файлов;
- защиту данных и вычислительных ресурсов сети от несанкционированного доступа;
- выдачу различного рода справок об использовании информационных, программных и технических ресурсов сети;
- передачу текстовых сообщений с одного терминала пользователя на другие (электронная почта).

С помощью операционной системы сети:

- устанавливается последовательность решения задач пользователя;
- задачи пользователя обеспечиваются необходимыми данными, хранящимися в различных узлах сети;
- контролируется работоспособность аппаратных и программных средств сети;
- обеспечивается плановое и оперативное распределение ресурсов в зависимости от возникающих потребностей различных пользователей вычислительной сети.

Выполняемое с помощью операционной системы сети управление включает: планирование сроков и очередности получения и выдачи информации абонентам; распределение решаемых задач по ЭВМ сети; присвоение приоритетов задачам и выходным сообщениям; изменение конфигурации сети ЭВМ; распределение информационных вычислительных ресурсов сети для решения задач пользователя.

Оперативное управление процессом обработки информации с помощью операционной системы сети помогает организовать: учет выполнения заданий (либо определить причины их невыполнения); выдачу справок о прохождении задач в сети; сбор данных о работах, выполняемых в сети.

ОС отдельных ЭВМ, входящих в состав вычислительной сети, поддерживают потребности пользователей во всех традиционных видах обслуживания: средствах автоматизации программирования и отладки, доступа к пакетам прикладных программ и информации локальных баз данных и т.д.

Электронная почта обеспечивает передачу документов, успешно используется при автоматизации конторских работ. Передача между терминалами сообщений, например фототелеграмм, может также рассматриваться как разновидность электронной почты. Однако для большинства конкретных случаев использование электронной почты предполагает передачу сообщений через специальные "почтовые ящики", между которыми размещаются устройства обработки данных. ("Почтовый ящик" – общая область памяти вычислительной сети, предназначенной для записи информации с помощью одной прикладной программы с целью ее дальнейшего использования другими прикладными программами,

функционирующими в других узлах сети.) Накопление документов в таких "почтовых ящиках" и возможности их последующей дополнительной обработки имеют следующие преимущества:

- отпадает необходимость в пересылке предварительных результатов и промежуточных рабочих материалов;
- достаточно просто реализуется конфиденциальная связь, обеспечиваются приоритетность передачи данных, циркуляция документов в сети и другие виды информационной связи.