Лекция 1.
ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ.
(ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА)

1. Введение.

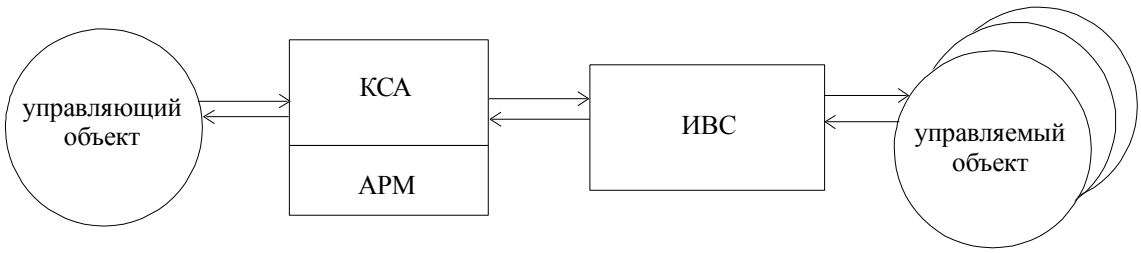
Созданию информационно-вычислительных систем и сетей (ИВС) послужили следующие факторы:

1. Появление персональных ЭВМ и резкий рост их числа.
2. Резкое расширение возможностей связи на основе цифровых каналов, волоконной оптики и космической техники.
3. Потребность в коллективном доступе к вычислительным ресурсам и базам данных (знаний), в обмене данными между пользователями, расположенными на больших расстояниях.

Указанные факторы привели к широкому применению информационно-вычислительных систем, в которых ЭВМ соединяются друг с другом, с банками данных и с многочисленными терминальными устройствами.

Под ИВС будем понимать систему коллективного пользования, состоящую из одного или нескольких процессоров, компьютеров (ЭВМ) и обеспечивающую независимый и одновременный доступ к своим информационно-вычислительным ресурсам многих пользователей.

Основной причиной и главным стимулом в создании и развитии ИВС является необходимость построения автоматизированных систем управления (АСУ), отдельные компоненты которых распределяются на значительной территории. ИВС является основной составной частью любой АСУ как в функциональном, так и в структурном плане.



КСА - комплекс средств автоматизации
(средства форматирования, обработки,
отображения и документирования информации)
АРМ - автоматизированное рабочее место
ИВС - информационно-вычислительная сеть (система)

Рис.1. Структурная схема АСУ

Основные функции АСУ (см. рис.1):

- Сбор, обработка и первичный анализ информации об управляемом объекте, его состоянии.

- Вторичный анализ (обобщение) полученной информации и формирование управляющего воздействия (принятие решения).
- Передача управляющего воздействия (сообщения, данных, сигнала, приказа и т.п.) исполнительному элементу (управляемому объекту).

Функция 2 выполняется средствами автоматизации (рабочие места пользователей) АСУ. Функции 1 и 3 являются прерогативой ИВС, поскольку ИВС обеспечивает передачу, прием, сбор, обработку и анализ (первичной) информации. ИВС как правило входят в состав соответствующих АСУ предприятием, отраслевых АСУ.

Именно проблема реализации интегрированных, территориально распределенных АСУ остро поставила вопрос о создании и применении ИВС коллективного пользования, обеспечивающих независимый друг от друга доступ пользователей со своих рабочих мест (локальных терминальных систем и удаленных абонентских пунктов) к вычислительным и информационным ресурсам для решения задач АСУ различных уровней и назначений.

Создание ИВС (автоматизированных рабочих мест (АРМ), локальных отраслевых сетей ЭВМ объектов автоматизации, региональных и отраслевых сети ЭВМ предполагается осуществлять по следующим направлениям:

1. Широкая автоматизацией рабочих мест объектов управления АСУ на базе терминальных комплексов и ЛВС различных типов;
2. Создание и применение в АСУ типовых элементов ИВС с функциями распределенной обработки данных (ИВС коллективного пользования), построенной на мегамини-ЭВМ, персональных ЭВМ;
3. Объединение объектов АСУ с помощью сетей вычислительных машин и сетей передачи данных.
4. АРМы должны стать средством интеллектуального интерфейса пользователя с ЭВМ с помощью средств лингвистической обработки текста, речевого общения, прямого ввода данных с документов и машинной графики, а также отображения текстовой и графической информации и изготовления “твердых” копий документа.

2. Классификация ИВС.

Анализ отечественных и зарубежных информационно-вычислительных систем обработки и передачи информации и изучение их возможностей позволяют классифицировать ИВС по следующим признакам:

- Методы управления ИВС.
- Принадлежность.
- Режим работы.
- Организация работы.
- Структура.
- Тип вычислительной среды ИВС.
- Количество компьютеров (ЭВМ).
- Производительность.

Рассмотрим эти признаки.

По методу управления ИВС делятся на централизованные, децентрализованные и смешанные.

Централизованными являются ИВС, в которых все функции управления техническими средствами ИВС выполняет одна из ЭВМ. Примером такой ИВС являются системы телеобработки данных.

В **децентрализованных** ИВС функции управления распределены между ЭВМ. При этом каждая ЭВМ работает автономно и выполняет все необходимые функции по управлению вычислительным процессом, обработкой данных и в случае необходимости по передаче информации или задания другой ЭВМ. Машина сама инициирует такую передачу и управляет ею. Примером такой ИВС являются сети ЭВМ.

Смешанными являются ИВС, в которых часть функций управления выполняет главная ЭВМ, а часть распределяется между другими компонентами ИВС. Такой способ управления часто используется в локальных сетях ЭВМ, где планирование и контроль работы сети, сбор и анализ статистики о ее функционировании берет на себя главная ЭВМ- центр управления сетью (ЦУС), а управление передачей информации между узлами сети, контроль ошибок передачи, управление локальной обработкой данных осуществляется каждой ЭВМ автономно.

По принадлежности ИВС делятся на ведомственные (корпоративные) и ИВС общего пользования (ОП).

Ведомственные создаются для обработки данных в интересах отдельного предприятия, организации, министерства.

ИВС ОП обеспечивают доступ многих, в том числе и удаленных абонентов заданного района и ресурсом ИВС вне зависимости от их ведомственной принадлежности.

Достоинства ИВС ОП по сравнению с ведомственными:

- более высокая загрузка ЭВМ;
- более низкая (на 20-40%) себестоимость обработки информации.

По режимам работы ИВС с точки зрения пользователя делятся на системы с диалоговым режимом, режимом “запрос-ответ”, пакетным и реального времени. **Основными режимами** являются первые два режима: **диалоговый и “запрос-ответ”.**

Работа в **диалоговом режиме** ведется сеансами. Пользователю на все время сеанса отводятся определенные ресурсы процессора, памяти и другие, предоставляется возможность непрерывно воздействовать на процесс обработки задач.

В **режиме “запрос-ответ”** система настраивается на работу с пользователем только при получении от него запроса, не поддерживая с ним связи в остальное время для выдачи ответа**.**

Местная и удаленная пакетная обработка, с точки зрения ЭВМ, является частным случаем режима “запрос-ответ”. Введенное в систему задание пакетной обработки операционная система ЭВМ рассматривает как один запрос с достаточно низким приоритетом и большим объемом вычислений. **Пакетный режим** используют только в ночное время. Все задания, поступающие в ИВС, группируются в пакеты и затем по мере освобождения ресурсов памяти, процессора запускаются в ЭВМ на обработку.

Непосредственное взаимодействие пользователя с ИВС одновременно в режимах диалога и “запрос-ответ” обеспечивает как высокую эффективность использования оборудования ИВС, так и максимальную эффективность работы пользователя.

При работе ИВС в **режиме реального времени** темп инициирования задач и время получения результатов вычислений регламентируются динамическими свойствами управляемого объекта (технологического объекта, подвижного объекта, например, космического аппарата и др.). Это означает, что на время

решения задач управления налагаются ограничения, определяющие предельное допустимое время ответа для задач.

<u>По принципу организации работы</u> различают ИВС локальной, централизованной телеобработки и распределенной телеобработки.

В **ИВС локальной обработки** отсутствует аппаратура передачи данных для связи между отдельными ЭВМ и ЭВМ с терминалами (ЛВС).

К **ИВС с централизованной телеобработкой** относятся вычислительные системы с местной или удаленной через каналы связи терминальной сетью. Все управление абонентской сетью, как правило, централизовано и осуществляется с помощью центральной ЭВМ системы. Системы с централизованной телеобработкой обеспечивают дистанционное коллективное использование ресурсов ЭВМ и называются системами теледоступа или системами телеобработки.

В настоящее время осуществляется **переход от централизованной (системной) телеобработки к распределенной (сетевой) телеобработке** с территориально распределенными вычислительными, информационными и связными ресурсами. **ИВС, использующие распределенную (сетевую) телеобработку, получили название сети ЭВМ.**

<u>По структурному принципу</u> ИВС делятся на вычислительные центры, иерархические системы, сети ЭВМ и терминальные комплексы (ТК).

Вычислительный центр - это ИВС, состоящая из нескольких ЭВМ, сосредоточенных в одном месте и объединенных организационно и методологически. Под методологическим объединением понимается совокупность следующих факторов: единый принцип управления вычислительными средствами на ВЦ, обмен информацией между ЭВМ и ВЦ, возможность резервирования одного технического средства другим (ЭВМ, ВЗУ, периферийные устройства).

Иерархическая ИВС - это ИВС ВЦ или ИВС АСУ с главной (одной или двумя) ЭВМ, промежуточными ЭВМ (хостмашина, майнфрейм, сервер, суперсервер), развитой терминальной сетью (сетью персональных ЭВМ пользователей) и средствами телеобработки данных, повторяющая в той или иной степени иерархию ВЦ или АСУ.

Сеть ЭВМ представляет собой ИВС, состоящую из трех и более распределенных на определенной территории равноправных относительно друг друга и относительно пользователей ЭВМ, взаимодействующих между собой и с пользователями через каналы связи.

Принято разделять сети ЭВМ на систему обработки данных (СОД) и систему передачи данных (СПД). **Система обработки данных** - это совокупность ЭВМ, абонентских пунктов, операционной системы сети, функционального программного обеспечения, предназначенных для решения информационно-вычислительных и управленческих задач абонентов сети. **Система передачи данных** - это совокупность каналов связи, аппаратных (центров коммутации процессоров телеобработки, мультиплексоров передачи данных, сетевых адаптеров, повторителей, концентраторов, мостов, маршрутизаторов, коммутаторов, аппаратуры передачи данных) и программных средств установления и осуществления телекоммуникаций (связи).

Терминальный комплекс - это ИВС, состоящая из двух и более рабочих станций (абонентских пунктов) и центральной ЭВМ (группового устройства управления, микро-ЭВМ, сервера). В ряде случаев может применяться дополнительно промежуточная ЭВМ (микро-ЭВМ).

<u>По типу вычислительной среды</u> ИВС можно разделить на однородные и неоднородные**. Однородные ИВС** содержат однотипные ЭВМ, например, ЕС ЭВМ. **Неоднородные ИВС** в свой состав включают ЭВМ различных типов, серий, систем, например, ЕС ЭВМ и СМ ЭВМ.

<u>По количеству ЭВМ</u> различают одномашинные и многомашинные ИВС. Переход от одномашинных к многомашинным ИВС обусловлен следующими факторами:

- необходимость увеличения мощности ИВС;
- повышение требований по надежности работы;
- специализация отдельных ЭВМ на выполнении определенных функций в составе ИВС.

<u>По производительности</u> ИВС разделяются на две подгруппы: по быстродействию и по числу обслуживаемых терминалов одной ИВС.

По быстродействию ИВС делятся на малые (до 1 млн. опер./с), средние (от 1 до 10 млн. опер./с), большие (от 10 до 100 млн. опер./с) и сверхбольшие (более 100 млн. опер./с).

По числу обслуживаемых пользователей ИВС делятся также на малые (до 10 терминалов), средние (от 10 до 100 терминалов), большие от 100 до 1000 терминалов), сверхбольшие (более 1000 терминалов).

3. Системы централизованной телеобработки данных.

Рассмотрим несколько подробнее этот класс ИВС в виду его большого распространения на практике (см. рис.2).

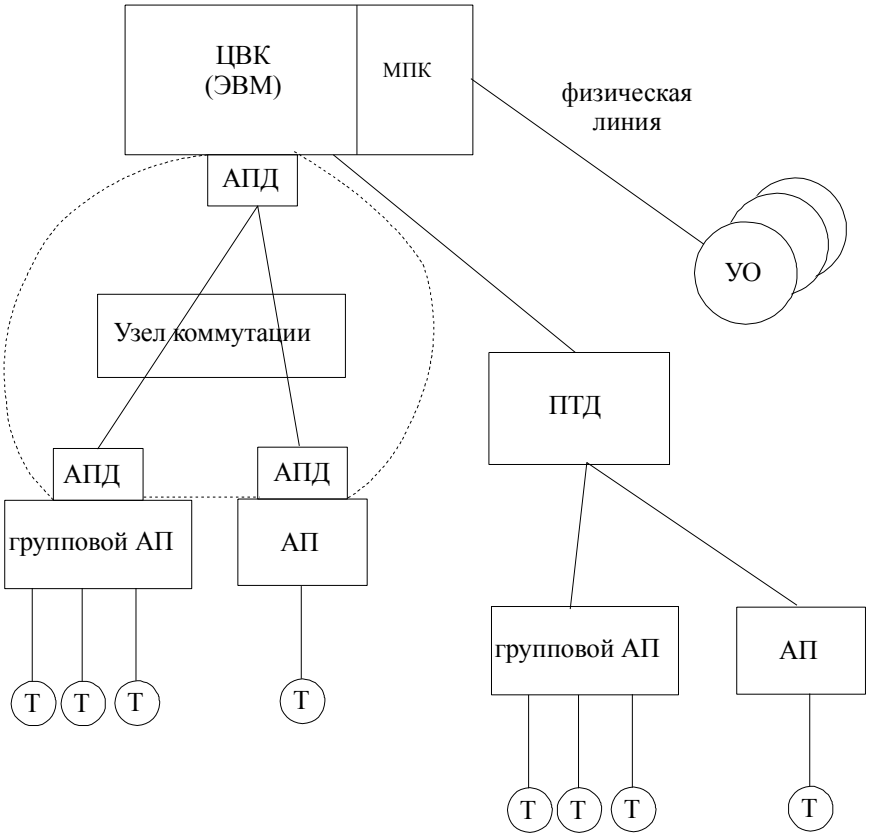


Рис. 2. Система централизованной телеобработки данных.

<u>Система централизованной телеобработки данных</u> - это совокупность технических и программных средств передачи и телеобработки данных, объединенных между собой и с ЭВМ каналами связи и предназначена для дистанционного взаимодействия абонентских пунктов и ЦВК (ЭВМ). Индивидуальные и групповые АП подключаются к ЭВМ с помощью модемов, каналов связи и процессоров телеобработки данных. Локальные одиночные и групповые устройства отображения данных подключаются непосредственно к мультиплексному каналу ЭВМ по физической линии. Обмен данными между АП и ЭВМ осуществляется посредством выделенных и коммутируемых телефонных и телеграфных каналов связи в дуплексном и полудуплексном режимах. Частью системы телеобработки данных ИВС может быть система передачи данных (СПД). В состав СПД могут входить следующие технические средства:

- АПД (устройства преобразования сигналов, устройство защиты от ошибок и вспомогательные устройства);
- каналы связи (в том числе абонентские и соединительные линии) и
- коммутационное оборудование, вспомогательная аппаратура (контроль, измерение, отображение, управление, а также наладочная).

Сопряжение средств СПД с оконечным оборудованием данных (ООД) как на ВЦ, так и на АП может выполняться двумя способами:

- непосредственное (электрическое сопряжение);
- сопряжение с помощью промежуточных носителей.

Для обмена между ЭВМ и абонентскими пунктами по каналам связи находят применение процессоры телеобработки данных (ПТД) и другие аналогичные по функциям устройства, которые предоставляют также возможности для создания систем (сетей) телеобработки. При этом часть функций обмена данными и первичная обработка данных от центральной ЭВМ переходит к ПТД, увеличивая тем самым эффективность работы ЭВМ.

Основным, **базовым программным средством взаимодействия** ЭВМ в системах телеобработки данных **является системная архитектура ИВС SNA, разработанная фирмой IBM в 1975 году.** Основная задача ИВС SNA - обеспечение теледоступа с терминала, АП к ЭВМ. Однако функции взаимодействия **между ЭВМ,** реализованные в SNA, ограничены и не позволяют реализовать распределенной обработки информации, как это требуется в сетях ЭВМ, создаваемых, например, в интересах АСУ (автоматизированных систем управления).

Техническую основу ИВС с централизованной обработкой данных составляют **многомашинные информационно-вычислительные центральные комплексы (ИВЦК) и многомашинные информационно-вычислительные терминальные комплексы (ИВТК).**

Информационно-вычислительные центральные комплексы (ИВЦК) могут строиться в виде двух вариантов структур: одноуровневые и двухуровневые.

В **одноуровневой структуре** информационно-вычислительный комплекс может состоять из двух машин (см. рис.3). В одной ЭВМ, как правило, реализуется диалоговый локальный или удаленный ввод заданий под управлением СРВ (системы разделения времени) совместно с локальной и удаленной пакетной обработкой; во второй ЭВМ реализуются банки данных под управлением СУБД (системы управления базами данных) с пакетной обработкой заданий.

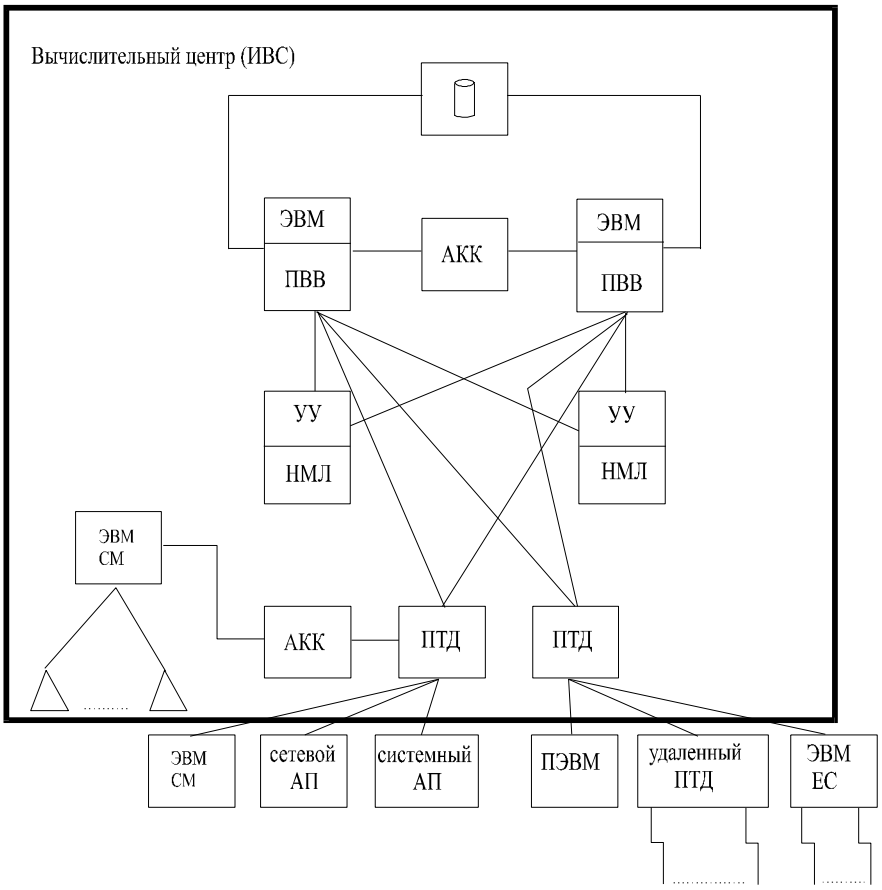


Рис. 3. Одноуровневая структура ИВС для АСУ.

Каждая ЭВМ подключается к двум процессорам телеобработки (ПТД). Комплексирование ЭВМ осуществляется на уровне адаптеров канал-канал (АКК), общей внешней памяти и процессоров телеобработки. Любой из ПТД может быть переключен с одной ЭВМ на другую. Общее поле внешних ЗУ организуется через блок-мультиплексные каналы ПВВ (процессоров ввода-вывода) и через двухканальные переключатели, имеющиеся у внешних ЗУ (НМЛ и НМД) и подключающих их одновременно к каналам разных машин.

Учитывая повышенные требования к достоверности обработки и хранения данных, а также требования доступа с одного терминала к любой программной системе, целесообразно вычислительный комплекс строить с двумя уровнями иерархии (см. рис.4).

Первый (верхний) уровень - основные (одна или две) машины, выполняющие информационно-вычислительные работы в режимах “запрос-ответ” и пакетной обработки. На втором (нижнем) уровне используется организующая ЭВМ, которая работает в диалоговом режиме, ведет базы данных, планирует и распределяет задания между машинами первого уровня. В организующей ЭВМ обеспечивается совместное использование линий связи и доступ с одного терминала к различным прикладным программам. Для взаимодействия организующей ЭВМ с удаленными абонентскими пунктами (АП) и малыми ЭВМ используются два ПТД, один из которых резервный (для

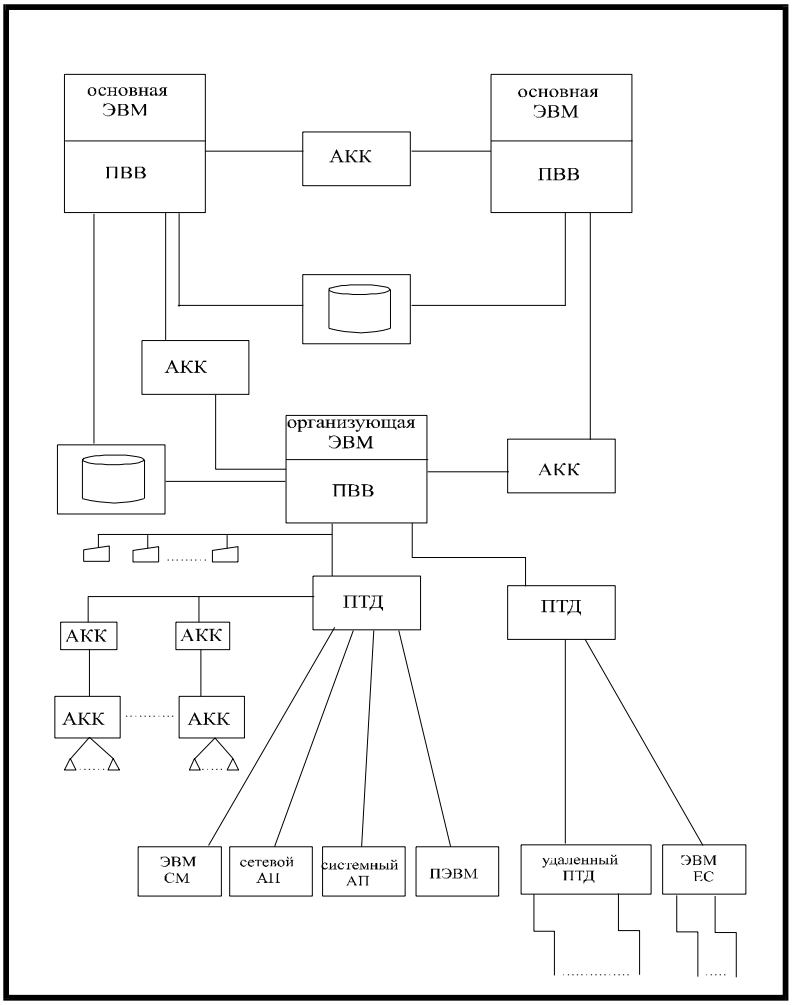


Рис.4. Двухуровневая структура ИВС для АСУ.

надежности). В качестве АП могут быть как сетевые АП, так и системные АП. Комплексирование всех машин первого и второго уровня иерархии осуществляется на уровне каналов ввода-вывода и общего поля внешней памяти.

Информационно-вычислительные терминальные комплексы (ИВТК) являются основными и наиболее массовыми групповыми техническими средствами автоматизации рабочих мест, обеспечивающими подготовку, обработку и выдачу текстовой и графической информации. Терминальный комплекс в общем случае состоит (см. рис.5) из нескольких рабочих станций (РС) и группового устройства управления (ГУУ). Рабочая станция устанавливается непосредственно на рабочем месте пользователя и включает в себя терминал (дисплей с клавиатурой, микроЭВМ, считывающее и печатающее устройство, НМЛ, НГМД и др.). ГУУ содержит микроЭВМ с необходимым набором периферийных устройств и блоками интерфейса с линиями связи и сетевой телеобработкой. Терминальные комплексы также, как и центральные комплексы, можно разделить на одноуровневые и двухуровневые. В **одноуровневых,** содержащих группу непрограммируемых терминалов, подключаемых ГУУ, программную обработку информации берет на себя только ГУУ (центральная ЭВМ). В терминалах (дисплей с клавиатурой, печатающее

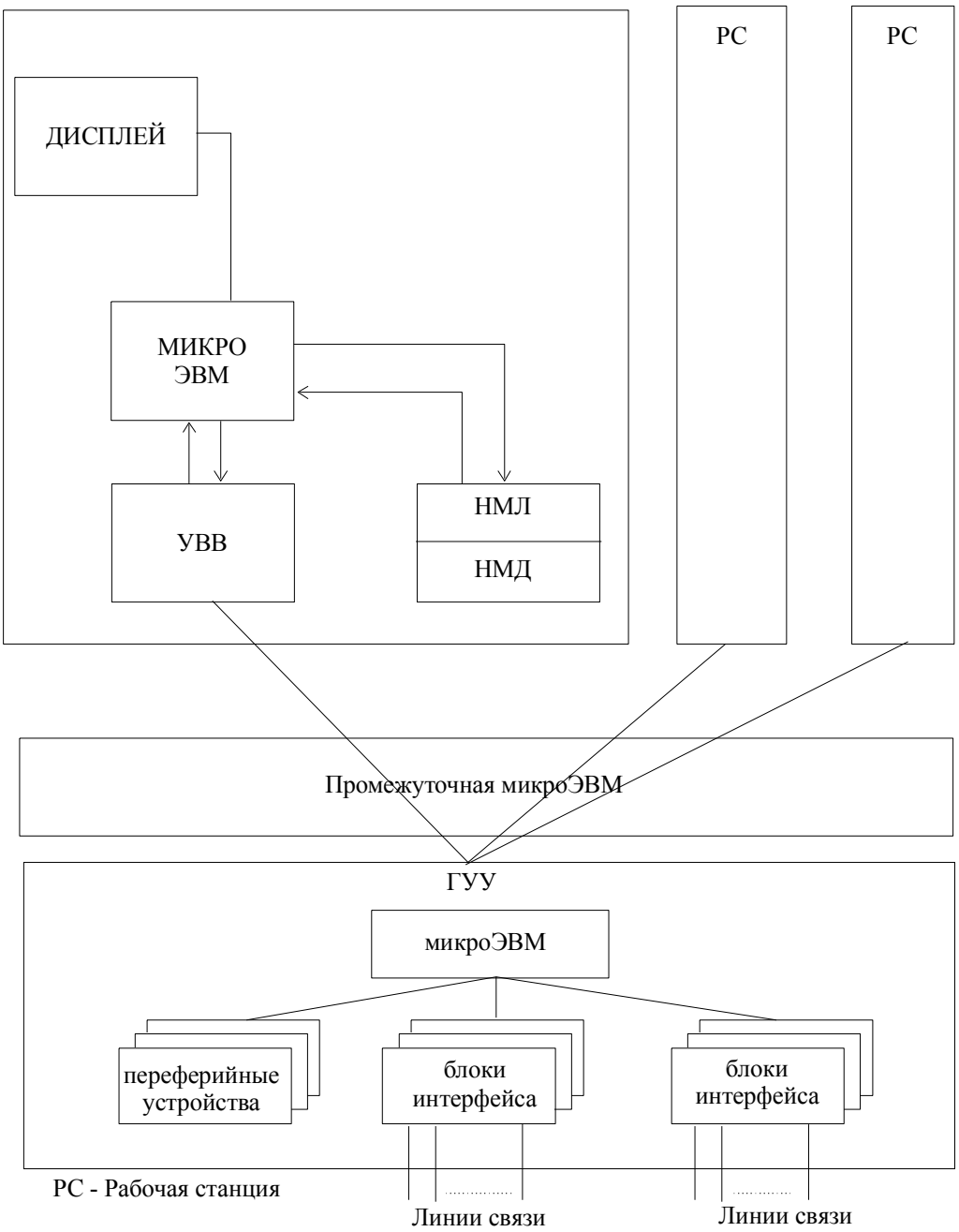


Рис. 5. Терминальный комплекс.

устройство, устройство вывода и т.п.) обработка информации осуществляется аппаратными средствами.

В **двухуровневых** комплексах между программируемыми терминалами и ЭВМ применяется промежуточная микроЭВМ, на которую возложены функции буферирования и промежуточной обработки информации. При подключении нескольких терминалов к промежуточной микроЭВМ, последняя выполняет функции организации взаимодействия этих терминалов с общей информационной базой.

Такой комплекс выполняет подготовку и редактирование текстовой информации, организацию обмена информацией между рабочими местами. Возможно подключение комплекса к двум каналам связи или двум ЭВМ с помощью двухканальных переключателей. К ГУУ по двухпроводному

последовательному радиальному интерфейсу может быть подключено несколько “интеллектуальных” рабочих мест (станций).

Между собой терминальные комплексы можно связывать с помощью адаптеров (устройств) сопряжения с линиями связи (УСЛ) и аппаратуры передачи данных (АПД).

4. Системы распределенной телеобработки информации. Сети ЭВМ.

4.1. Введение

Тенденции развития средств обработки данных таковы, что информационно-вычислительные ресурсы должны быть все более доступными для конечных пользователей при наличии физического распределения этих ресурсов по структуре организаций, где создаются ИВС. У конечного пользователя все большей потребностью становиться активное потребление общих вычислительных мощностей и участие в работе по созданию общих баз данных при непосредственном владении техникой доступа к коллективным информационно-вычислительным ресурсам. **В такой распределенной информационной среде** существенно возрастает роль коммуникации как на уровне баз данных и прикладных задач, так и на уровне технических систем. В обеспечении указанных потребностей и задач и состоит основное назначение **сети ЭВМ, связывающей разнесенные (распределенные) в пространстве ЭВМ на единых технических принципах.**

4.2. Принципы организации распределенной обработки данных в сети ЭВМ

Развитие средств вычислительной техники, появление разнообразных структур и систем команд ЭВМ, необходимость объединения разнотипных ЭВМ в вычислительные сети требует решения проблемы совместимости ЭВМ, разработки концепции, которая позволила бы установить универсальные правила взаимодействия разнотипных ЭВМ между собой. По линии МОС (международной организации по стандартизации в области связи и коммуникаций) принята и рекомендована эталонная модель взаимодействия открытых систем (ЭМ ВОС), которая определяет стандарты соединения и взаимодействия элементов вычислительных сетей, соответствующих идеологии открытых систем.

Принцип 1.

По этой идеологии ***сеть ЭВМ должна удовлетворять некоторому набору универсальных соглашений (протоколов), точное выполнение которых гарантирует возможность взаимодействия различных ЭВМ (открытых систем) между собой. В соответствии с этой концепцией сеть ЭВМ делится на ряд функциональных систем-слоев, называемых уровнями.*** Каждый уровень состоит из объектов, выполняет определенную логическую функцию и обеспечивает определенный перечень услуг для расположенного над ним уровня. МОС рекомендовала к использованию семиуровневую иерархию функций, обеспечивающих взаимодействие прикладных процессов, распределенных в различных ЭВМ.

По данной концепции вычислительная сеть представляет собой распределенную информационно-вычислительную среду, реализуемую разнообразными аппаратными и программными средствами. Эта среда по вертикали делится на семь слоев, именуемых уровнями (см. рис.6).

Взаимосвязь одноименных уровней вычислительной сети определяется стандартными для всей сети правилами, включающими обязательные характеристики этих элементов и процедуры их взаимодействия. Набор правил

взаимодействия объектов одноименных уровней сети друг с другом называется протоколом. Правила взаимодействия смежных уровней одной и той же ЭВМ определяют межуровневый интерфейс.

Рис. 6. Семиуровневая модель вычислительной сети.

Границы между уровнями устанавливаются таким образом, чтобы взаимодействие между смежными уровнями было минимальным и изменения, проводимые в пределах одного уровня, не требовали перестройки смежных уровней.

Одна из наиболее важных проблем при построении современных сетей ЭВМ состоит в обеспечении простоты погружения программных подсистем в сетевую среду (обстановку) и доступности их для пользователя. Решение этой проблемы оказывает определяющее влияние и на успешное создание средств распределенной обработки данных.

Семиуровневая архитектура открытых сетей ЭВМ в модели МОС решает эту проблему с существенным отличием от механизма, традиционно используемого для программирования при локальной обработке в ЭВМ, при которой в качестве механизма построения программ принят вызов некоторой операции, реализуемый либо вызовом процедуры, либо постановкой кода.

Принцип 2

При распределенной обработке вместо механизма вызова процедуры ***подход модели МОС предлагает протоколы обмена сообщениями между удаленными процессами, при которых необходим этап обмена служебной информацией между ЭВМ для установления связи между процессами.***

На практике в сети ЭВМ возможны два подхода:

В модели построения протоколов верхних уровней, основанной на принципе вызова процедур, все программные средства, включая системы,

обеспечивающие ввод заданий, управления данными простой структуры, виртуальные терминалы, становятся идентичными для локальной и распределенной (удаленной) обработки. При этом обеспечивается двухсторонняя “прозрачность” среды. С одной стороны, пользователь функциональных подсистем вызывает операции в них независимо от того, как эти подсистемы расположены относительно него локально или удаленно. С другой стороны, подсистемы (программы) не зависят от того, как их вызывают - локально или удаленно. Тем самым обеспечивается простой интерфейс между пользователями и разработчиками функциональных подсистем в виде соглашений о связях при вызове программ.

Выбор целесообразного варианта построения протоколов верхнего уровня определяется приоритетами пользователя (или обмен сообщениями или вызов операции).

Что касается нижних уровней модели МОС, то они основаны на обмене сообщениями и в их основе используются соответствующие рекомендации МККТТ (Х.25, Х.75 и др.), доработанные с учетом иерархической структуры сети, наличия в перспективе цифровых каналов связи, возможности реализации концепции удаленного вызова процедур в протоколах верхнего уровня, необходимости реализации спец. уровней, связанных с безопасностью информации (защита, доступ и т.п.), наличия в сети абонентов, представляющих собой только ЭВМ, и др.

Принцип 3

Основу средств распределенной обработки данных в сети ЭВМ должны составлять:

1) ***машинно-независимый, унифицированный для всех ЭВМ сети язык управления обработкой информации,***
2) ***аппарат крупноблочных как параллельных, так и параллельно-последовательных и асинхронных вычислений,***
3) ***концепция семантической памяти, обеспечивающей обращение по имени на внутреннем языке машины к данным простой структуры (векторам, файлам).***

Как следует из рисунка 6, соответствующим уровням информационно-вычислительной среды отвечают определенные протоколы управления передачей.

С точки зрения процессов обработки в ЭВМ определяется три вида протоколов:

- управление прикладными процессами,
- управление представлением информации,
- управление сеансами.

С точки зрения передачи данных, естественными представляются следующие протоколы:

- управление сообщениями (транспортный уровень),
- управление пакетами (сетевой уровень),
- управление кадрами (канальный уровень),
- управление линией (физический уровень).

Указанные уровни и протоколы будут обстоятельно рассмотрены на последующих занятиях.

4.3. Сети ЭВМ.

Основное назначение сетей ЭВМ - организация прямого доступа пользователя с рабочего места (с АП) к информационным и вычислительным ресурсам сети и одновременное решение задач территориально-распределенных АСУ различного уровня и назначения.

Сеть ЭВМ рассматривается как **сложный человеко-машинный территориально рассредоточенный комплекс технических средств**, включающий ЭВМ, оконечные пункты пользователей сети, линии (каналы) связи, центры коммутации.

В основе архитектуры практически всех известных описаний и реализаций сетей ЭВМ используется **концепция предварительного установления соединений на период обмена данными между парой абонентов** на различных уровнях иерархии взаимодействия процессов. Сюда относятся: установление сеансов между процессами на уровне пользователей; установление сеансов при взаимодействии процессов с файлами вне зависимости от места расположения процесса и файла - в одной или разных ЭВМ, установление соединений на уровне передачи сообщений и пакетов; установление соединений на канальном уровне. Однако, такая концепция оправдывает себя, когда число взаимодействующих пар объектов сети не превышает несколько сотен.

В крупномасштабных сетях ЭВМ, где число персональных ЭВМ может достигать миллионов, за основу **взят принцип взаимодействия объектов сети без предварительного установления соединения,** как это имеет место в почтовой службе при передаче писем.

Основное достоинство сетей ЭВМ в том, что их применение позволяет сочетать **преимущества автономной обработки** данных на ПЭВМ с возможностью **индивидуального доступа** со своего рабочего места к общим информационным и вычислительным ресурсам ИВС, развертываемой в организации, районе, отрасли и т.п.

Кроме того, **большие возможности**, которые предоставляют пользователю сети ЭВМ, **связаны с реализацией электронной почты**, т.е. возможностью обмена текстовыми и факсимильными (графика, документы с печатью, подписями и т.п.) документами, сообщениями между сотрудниками и подразделениями организации, отрасли, страны. Стоимость сообщения, передаваемого по каналам электронной почты, быстро подает и к концу 90-х годов уже стала сопоставима со стоимостью традиционного почтового отправления. Одним из существенных достоинств электронной почты является то, что она создает необходимые предпосылки для массового внедрения “безбумажной технологии” (в делопроизводстве организаций, индивидуальных архивах и т.п.). Документированные сообщения хранятся в базе данных ЭВМ организации, отделе или в ПЭВМ абонента сети, а на бумагу выводятся только по специальным запросам. Начало широкой реализации электронной почты возможно только в случае применения в сети ЭВМ больших объемов оперативной памяти ЭВМ (десятки Мбит) и высокой пропускной способности каналов связи (от 64 Кбит/с до 8 Мбит/с). Это станет реальным только при наличии в стране электронных систем коммутации, сети цифровых каналов связи, то есть после 2000 года.

Архитектура отечественных больших ЭВМ, в т.ч. ЕС ЭВМ «Ряд», СМ ЭВМ существенно не отличаются от архитектуры ЭВМ 80-х годов, что не позволяет в настоящее время создавать на их основе эффективные вычислительные системы и сети ЭВМ с возможностью их включения в реальный контур распределенных

автоматизированных систем управления. Для преодоления этих трудностей необходимо значительное время, поэтому в ближайшие десятилетия получают развитие и применение сети ЭВМ и системы передачи информации на базе ПЭВМ (ПК, серверов, рабочих станций) и сетей ПЭВМ, опирающиеся на сети и средства коммутации и передачи данных и существующие телеграфные и телефонные каналы.

Необходимо отметить, что сети ЭВМ постепенно становятся одним из наиболее многофункциональных инструментов информационной технологии, в котором наиболее органично сочетаются возможности автоматизированной передачи, хранения и обработки информации.

Сети ЭВМ подразделяются на два больших класса:

- ***территориальные*** - объединяющие ЭВМ, расположенные на значительном удалении друг от друга и имеющие региональный, отраслевой или общегосударственный (глобальный) уровень.
- ***локальные*** - размещаемые, как правило, в пределах одного здания и принадлежащие одной организации;

4.4. Территориальные сети ЭВМ (рациональный вариант построения).

Как показали исследования архитектуры больших **территориальных сетей** ЭВМ (ТС ЭВМ) ***их целесообразно строить по радиально-кольцевому принципу***. Все множество вычислительных машин ТС ЭВМ разбивается в соответствии с территориальным принципом на региональные сети (см.рис.7).

Сети регионов имеют иерархическую структуру, ядром которой является базовый ЦОКП (центр обработки и коммутации пакетов). На первом уровне иерархии региональная сеть включает сети ЭВМ городов, районов, крупных

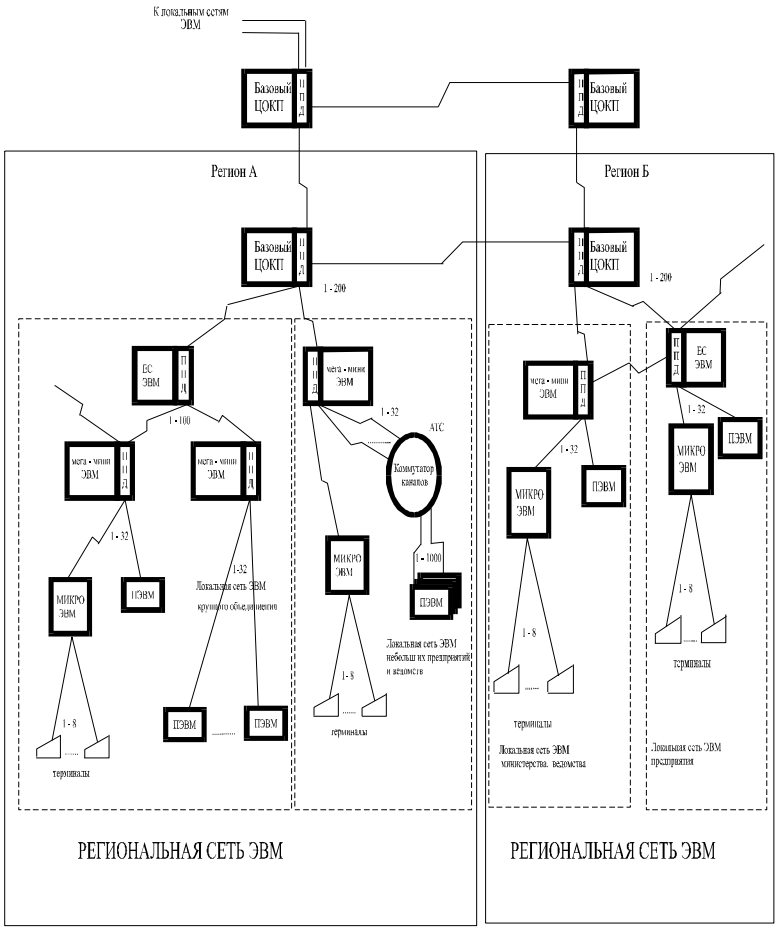


Рис. 7. Структурная схема территориальной сети ЭВМ (вариант).

промышленных центров, предприятий и ведомств. На втором уровне иерархии сети региона могут находиться **низовые сети**: ВЦ и сети ЭВМ (локальные сети ЭВМ) объединений, построенные на базе КВЦ (кустовой ВЦ), вычислительные сети предприятий, НИИ и других организаций. Сети ЭВМ второго уровня, в свою очередь, как правило, имеет иерархическую структуру.

Низовые (локальные) сети ЭВМ, входящие в состав сетей регионов и строящиеся большей частью по иерархическому принципу, в максимальной конфигурации могут состоять из трех уровней иерархии: головной ЭВМ ВЦ или КВЦ на первом уровне, средних и малых ЭВМ на втором уровне; персональных и микро ЭВМ на третьем уровне. Допускается также построение локальной сети ЭВМ с общей магистралью или магистрально-кольцевой структурой. Включение такой сети в ТС ЭВМ осуществляется через “шлюз” (устройство сопряжения).

Взаимодействие региональных сетей между собой осуществляется через базовые ЦОКП, точнее через транспортные станции, входящие в состав ЦОПК через выделенные каналы связи. В ТС ЭВМ все базовые ЦОКП регионов объединяются через несколько (два-три) общих для всех регионов базовых ЦОКП. Все ЦОКП ТС ЭВМ образуют двухуровневую кольцевую структуру, в которую входят связанные прямыми каналами общие ЦОКП ТС ЭВМ, объединенные в кольцо первого уровня, и ЦОКП регионов, объединенные между собой в кольцо второго уровня. Это позволяет унифицировать технические и программные средства.

Основу ТС ЭВМ составляют следующие классы ЭВМ: высокопроизводительные вычислительные комплексы, средние, мегамини-ЭВМ, микро-ЭВМ и ПЭВМ.

ЭВМ каждого класса функционально ориентированы:

персональные ЭВМ - для решения задач редактирования, подготовки сообщений, хранения индивидуальной базы данных, решения задач и реализации средств общения с пользователем в форме, близкой к его профессиональной деятельности;

микро-ЭВМ - для применения в автоматизированных системах управления технологическими процессами, в измерительных комплексах и для обслуживания группы интеллектуальных терминалов;

мегамини- и средние ЭВМ (производительность 10-40 млн. опер./с) - для реализации локальных баз данных, диалогового режима, концентрации данных, управление широким рядом устройств ввода-вывода, решения задач;

высокопроизводительные вычислительные комплексы (200-2000 млн. опер./с) - для решения задач автоматизированного проектирования, научных вычислений, математического моделирования, реализации баз данных и баз знаний систем территориального, отраслевого и межотраслевого уровня.

Общее число уровней в ТС ЭВМ колеблется от четырех до шести. На первом, втором и третьем уровнях иерархии ЕСВМ, как правило, используется высокопроизводительный ВК, средняя или мегамини-ЭВМ, имеющие в своем составе программно-аппаратную систему передачи данных (транспортную станцию), выполняющую роль специализированных процессоров для передачи данных по различным каналам (линиям) связи. На остальных уровнях находят применение: средние ЭВМ, микро ЭВМ и ПЭВМ.

4.5. Пример сети передачи данных для ТС ЭВМ.

СПД ТС ЭВМ служит для передачи сообщений (пакетов) между машинами ТС ЭВМ по выделенным и коммутируемым каналам связи. В состав сети передачи данных ТС ЭВМ в общем случае могут входить:

- подсистемы передачи данных региональных сетей ЭВМ (высокопроизводительных, средних и мегамини-ЭВМ);
- программные и аппаратные средства локальных (низовых) сетей ЭВМ, реализующие протоколы коммутации сообщений, пакетов или каналов, протоколы управления передачей данных;
- различные адаптеры и интерфейсы;
- протоколы для подключения ЭВМ в сеть;
- протоколы для подключения к ТС ЭВМ сетей ЭВМ, построенных на аналоговых каналах, специализированных сетей и т.п.;
- программные подсистемы, выполняющие функции центров управления сетью;
- программные и аппаратные средства для проведения измерений и сбора статистики в сети передачи данных, контроля и диагностики средств передачи данных;
- специализированная аппаратура защиты (крипто-, имитозащита).

СПД ТС ЭВМ имеет двухкольцевую радиальную структуру. Первое кольцо образуется взаимодействием базовых ЦОКП (транспортных станций) первого уровня друг с другом с помощью системы выделенных каналов сети связи (см.

рис.7, 8). Второе кольцо образуется взаимодействием ЦОКП второго уровня иерархии сети между собой также посредством выделенных каналов связи. При выходе из строя базового ЦОКП первого уровня или канала связи к нему, такая структура СПД обеспечивает взаимодействие региональных сетей ЭВМ через каналы связи второго кольца.

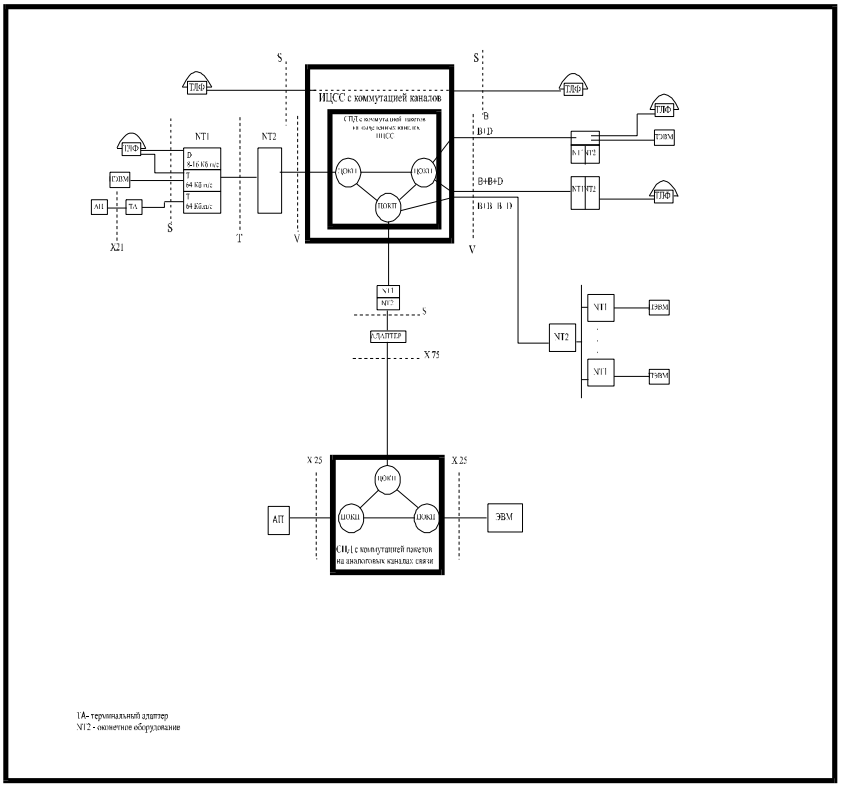


Рис. 8. Структура сети передачи данных для ТС ЭВМ.

Иерархическая структура сети упрощает проблему установления маршрутов, т.к. на уровне региона или локальной сети ЭВМ маршрутизация, как правило, осуществляется по фиксированным маршрутам, с учетом иерархической структуры сети. В состав высокопроизводительных ЭВМ и мегамини-ЭВМ включаются подсистемы передачи данных (ППД), состоящие из одного или нескольких специализированных процессоров. ППД обеспечивают взаимодействие микро-ЭВМ и ПЭВМ, установленных на рабочих местах, с другими ЭВМ вычислительной сети. Они выполняют задачи пакетной коммутации, сборки-разборки сообщений на пакеты, маршрутизацию, прием-передачу пакетов с других ЭВМ и терминалов по линиям связи.

Одновременное взаимодействие транспортной станции с ЭВМ локальной сети и с удаленными ЭВМ требует унификации средств передачи данных как локальных, так и региональных сетей вычислительных машин.

Выделенные и коммутируемых каналы связи для СПД ТС ЭВМ предоставляет сеть связи страны независимо от методов коммутации, используемых в СПД.

Подключение ПЭВМ к удаленным малым и высокопроизводительным ЭВМ, в частности, к базовому ЦОКП, как правило, осуществляется с помощью коммутируемых каналов, а обмен между базовым ЦОКП целесообразен по выделенным каналам связи.

Особую роль в СПД играет сеть базовых ЦОКП. Взаимодействие между ЭВМ различных регионов, как правило, будет осуществляться через процессоры передачи данных (транспортные станции) базовых ЦОПК. ***Сеть базовых ЦОКП должна быть топологически сильносвязным графом, в котором:***

1) Из условия надежности функционирования каждая пара вершин связана, как минимум, двумя непересекающимися маршрутами (все ребра и промежуточные узлы двух различных маршрутов.

2) Из условий ограничения максимального числа коммутаций сообщений (пакетов) на маршруте, диаметр сети базовых ЦОКП должен быть ограничен и не превышать четырех коммутаций на маршруте.

Реализация такого диаметра позволит обеспечить передачу сообщения (пакета) между базовыми ЦОКП за время, не превышающее 1 с. при минимальной пропускной способности канала 64 Кбит/с. При наличии в ТС ЭВМ около 150 регионов (соответственно базовых ЦОКП) может потребоваться около 300 выделенных дуплексных каналов при средней длине канала 800 км и пропускной способности от 64 Кбит/с. до 8 Мбит/с.

В известных зарубежных сетях ЭВМ максимальное время передачи пакета равно 1-2 с. На территории нашей страны, учитывая ее значительные размеры, максимальное время передачи пакета целесообразно принять равным 3 с., при этом время передачи между парой ЭВМ в каждой региональной сети и в сети базовых ЦОКП не должно превышать 1 с.

4.6. Локальные вычислительные сети. Краткая характеристика.

ЛВС предназначены для решения следующих задач:

- значительно снизить длительность и стоимость вычислений, одновременно предоставляя каждому абоненту широкие возможности в пределах вычислительных ресурсов ЛВС;
- обеспечить возможность работы пользователей с распределенным банком данным и знаний со своих рабочих мест;
- обеспечить предоставление каждому пользователю оперативной возможности работы с внешними устройствами больших ЭВМ, упростить доступ к вычислительным ресурсам;
- автоматизировать труд и повысить производительность труда пользователей в 2-3 раза за счет автоматизации этапа изготовления, контроля и рассылки писем и документов;
- автоматизировать деловую обработку информации, перевести на ЭВМ документооборот, процесс составления и изготовления документов, включив печать, корректировку, перепечатку, получение согласующих виз, отправку, хранение, учет в архиве и передачу (реализацию функций электронной почты);
- строить интегрированные АСУ, объединив средства АСУ ТП, АСУП, САПР, АСНИ.

Как показывает анализ существующих и перспективных разработок, ***<u>ЛВС целесообразно строить на основе совместного использования как радиально-узлового, так и моноканального структурных принципов</u>*** (см. рис.9).Такой подход позволяет строить ЛВС, охватывающие все виды АРМов и имеющие возможность взаимодействия с ЛВС других организаций на единых принципах передачи и коммутации данных.

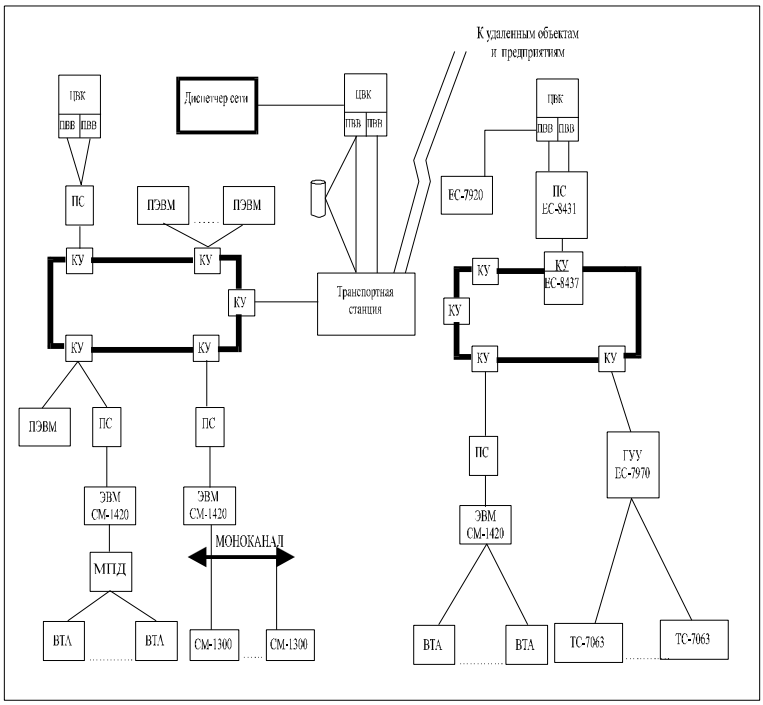


Рис. 9. Структурная схема локальной вычислительной сети.

На рис.9. представлен вариант структурной схемы локальной вычислительной сети предприятия, в состав которой входят:

- ПС - программируемая станция,
- КУ - коммутаторное устройство,
- ВТА - видеотерминал,
- ГУУ - групповое устройство управления,
- ТС - терминал сетевой,
- МПД - мультиплексор передачи данных.

В качестве узла ЛВС может использоваться (см. рис.9) высокопроизводительный вычислительный комплекс, средняя или мега мини-ЭВМ, имеющие в своем составе транспортную станцию, выполняющую функции коммутации данных, со специализированными процессорами (адаптерами) для передачи данных по различным каналам связи. Взаимодействие узлов между собой осуществляется по принципу “точка-точка”.

Моноканал, как правило, строится в виде магистрали, с подключением к ней абонентских систем (см. рис.9). В качестве абонентских систем (АС) может быть ПЭВМ, групповое АРМ, микро ЭВМ, микропроцессор систем управления технологическими процессами (СУТП), устройства ввода-вывода информации, средства хранения данных и т.п. Принцип передачи информации в моноканале заключается в том, что любое передаваемое сообщение (пакет) данных одновременно принимается всеми АС, после чего каждая АС просматривает полученные блоки, отбирает адресованный ей, а остальные уничтожает. Для выхода на передачу используется, как правило, метод случайного доступа. Одна

АС передает данные в моноканал по его освобождению от передачи данных другой абонентской системой.

Моноканал может быть реализован в виде шины, кольца и др. конфигураций и **в сочетании с радиально-узловым подходом** построения ЛВС **позволяет удовлетворять потребности практически всех видов АСУ** организации и предприятия, в т.ч. и технологических. Подключение АС к ЛВС осуществляется с помощью средств интерфейсного управления или адаптеров, встраиваемых в микро ЭВМ, и подключаемых через сменные блоки доступа к физической среде передачи ЛВС.

В целях обеспечения живучести функционирования ЛВС, транспортная станция подключается к двум кольцевым магистралям. Каждое кольцо охватывает ЭВМ одной или нескольких структур организации (предприятия). К нему можно подключать через коммутационное устройство (КУ) или через программируемые станции (ПС) до 100 ЭВМ. Максимальная длина кольца может достигать 100 км. Подключение видеотерминалов ВТА 2000-15 к ЭВМ реализуется через мультиплексор передачи данных (МПД), моноканал или непосредственным подключением к ЭВМ.

В настоящее время ведется разработка нескольких разновидностей ЛВС, находящихся на разных стадиях проектирования, серийного производства, внедрения, а также применения на практике. В основном отечественные ЛВС строятся на моноканале в виде кольцевой структуры и на моноканале в виде шины и пока не реализуют комплексный подход, сочетающий моноканал и радиально-узловую структуру. Анализируя возможности отечественных ЛВС, следует отметить явные преимущества ЛВС с кольцевой структурой. К ним относятся:

1. Имеет больше возможностей интеграции с региональными сетями.
2. Имеет разнообразные возможности по построению кабельных магистралей на базе кольцевой структуры. В качестве передающей среды могут быть использованы коаксиальные, телефонные и оптоволоконные кабели.
3. Допускает резервирование магистрали (кольца), что существенно увеличивает надежность и живучесть ЛВС.

Указанные преимущества позволяют говорить о целесообразности применения в ЛВС сочетания радиально-узлового подхода и моноканала в виде кольца.