

# **Автоматизированные системы управления пожарной охраной**

Модуль 6

# Содержание

1. Основы построения компьютерных сетей
2. Автоматизированные системы управления
3. Оценка пропускной способности АСОУПО
4. Оценка экономической эффективности АСОУПО
5. Технические средства и техническая реализация АСОУПО

# **Основы построения компьютерных сетей**

# Компьютерные сети и сети связи

**Сеть связи** (в общем случае) – система коммуникаций для передачи информации на расстоянии.

Виды сетей:

- теле- и радиовещательные сети,
- сети телефонной и сотовой связи,
- сети кабельного телевидения,
- компьютерные (вычислительные) сети.



Отдельный компьютер – **централизованная** вычислительная система.

Компьютерная сеть (в отличие от неё) – **распределенная система**, т.е. компьютерные ресурсы и возможности распределены по разным членам сети для их эффективного совместного использования

**Компьютерная сеть (Computer NetWork) – распределенная**

вычислительная система, которая включает:

- компьютерную технику и сетевые устройства,
- каналы связи,
- программное обеспечение (оно управляет информационным взаимодействием компьютеров в сети).

**Основная цель:** обеспечение пользователям потенциальной возможности доступа к локальным ресурсам всех компьютеров сети.

# Компьютерные сети

Сеть позволяет пользователям разных компьютеров обмениваться информацией и получать доступ к удалённым ресурсам.



**Назначение** компьютерной сети: компьютеры соединяют в сеть, чтоб обмениваться информацией и совместно использовать сетевые вычислительные ресурсы (в режиме разделения времени). *Например, чтобы сообща пользоваться одним принтером, плоттером, факс-модемом, дисковой памятью и т.п.*

В компьютерных сетях существенно снижается относительная стоимость передачи данных за счет совместного использования коммуникационных каналов многими абонентами. Снижаются также затраты на создание программного и информационного обеспечения за счет исключения их дублирования.

В компьютерных сетях широко используется **многоуровневый принцип структурной организации**, при котором все множество сетевых функций распределяется по определенным уровням. Взаимодействие между уровнями осуществляется по стандартам, что обеспечивает независимость функций разных уровней. Это позволяет реализовать **принцип открытости вычислительных сетей**, являющийся неотъемлемой частью современных сложных систем.

# Компьютерные сети

## Основные требования к компьютерной сети

- Производительность
- Надежность и безопасность
- Расширяемость и масштабируемость
- Прозрачность и управляемость
- Совместимость (гетерогенность)

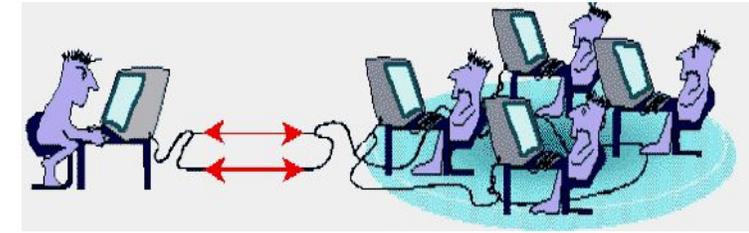
## Компьютерные сети классифицируются по следующим признакам:

- Степень географического распространения:**
  - ✓ локальные сети (Local Area Network, LAN);
  - ✓ глобальные сети (Wide Area Network, WAN);
  - ✓ городские сети (Metropolitan Area Network, MAN).
- Масштаб производственного подразделения** (сети отделов, сети кампусов, корпоративные сети).
- Способ управления :**
  - ✓ сети «Клиент - сервер» (клиент - объект (компьютер или программа), запрашивающий некоторые услуги, сервер - объект, предоставляющий некоторые услуги.
  - ✓ одноранговые сети.
- Структура (топология) связей в сети** (общая шина, звезда, кольцо, древовидная и

# Типы сетей по территориальному признаку

- **Локальные** – LAN (Local Area Network)

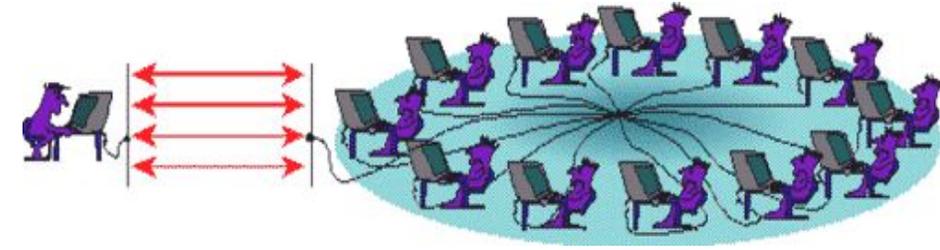
Локальная сеть охватывает относительно небольшую территорию, до нескольких кв.км., например, территорию предприятия или организации, и характеризуется наличием относительно простой, но достаточно высокоскоростной системы передачи данных



- **Городские (региональные)** – MAN (Metropolitan Area Network)

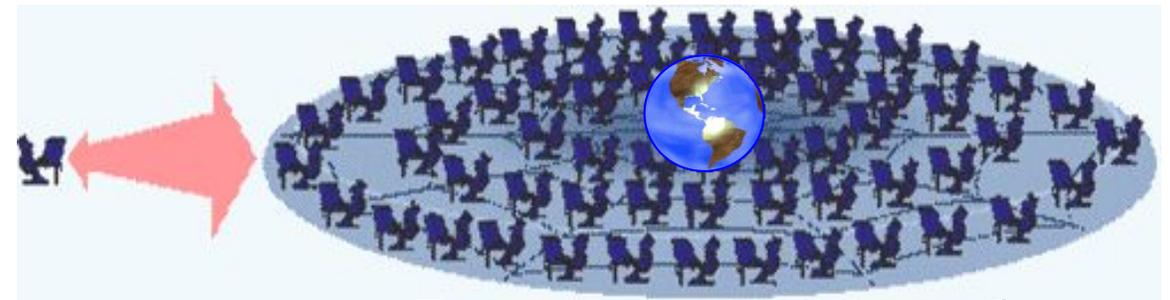


Региональная сеть охватывает определенные области страны. Например: городская компьютерная сеть, или сеть, охватывающая несколько ПЧ в Астраханской области



- **Глобальные** – WAN (Wide Area Network)

Глобальная компьютерная сеть - крупно-масштабная, охватывает достаточно большую территорию (одна или несколько стран и даже континентов).



Пример: сеть Интернет, объединяет компьютеры всего мира

# Локальные вычислительные сети (ЛВС)

Локальная сеть – это сеть, объединяющая компьютеры на небольшой территории - **внутри одного или нескольких зданий**. Максимум - может распространяться до 2-5 км.

Из-за коротких расстояний есть возможность использовать в сети **дорогие высококачественные линии** связи, обычно кабельные (витая пара) или оптоволоконные. Такие линии дают **высокую скорость** обмена данными -  $\approx 100$  Мбит/с.

ЛВС предоставляет **разнообразные услуги** (в on-line): услуги печати, передачу факсимильных сообщений, файловой услуги, услуги баз данных и др.



## Городские вычислительные сети (MAN)

Городская (региональная) сеть объединяет компьютеры города, региона. Распространяется на десятки-сотни км.

**Назначение:** для связи локальных сетей города и их соединения с глобальными сетями.

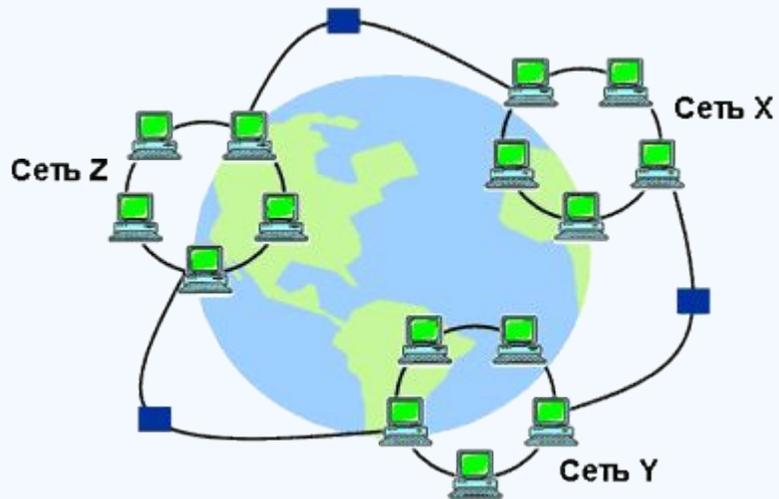
- MAN используют цифровые магистральные линии связи (чаще оптоволоконные) со скоростью от 45 Мбит/с.
- MAN при больших расстояниях между узлами (десятки км) имеют качественные линии связи и высокие скорости обмена (иногда даже выше, чем в ЛВС).
- MAN – общественные сети, поэтому их услуги дешевле, чем построение собственной (частной) сети в пределах города.

# Глобальные сети (WAN)

Это сети, объединяющие компьютеры разных стран, континентов для общего использования **мировых информационных ресурсов**. Компьютеры в WAN рассредоточены на сотни и тысячи км.

Т.к. прокладка высококачественных линий на большие расстояния - дорого, в WAN чаще используют уже существующие линии связи, изначально предназначенные для других целей – **телефонные и телеграфные**.

Скорости передачи данных (десятки Кбит/с) ниже, чем в LAN, что ограничивает набор предоставляемых услуг в оперативном режиме.



Пример глобальной сети – **Интернет** – это объединение локальных сетей, разбросанных по всему миру. Это совокупность соединенных друг с другом компьютерных сетей во всем мире. Это единая сеть, способная передавать информацию из любой точки земного шара в любую другую.

Итак, ЛВС имеют небольшую длину и высокое качество, а глобальные сети – наоборот, большую длину, а качество передачи ниже.

# Характеристики сети, термины

- ❑ **Трафик** – поток данных по каналу связи или через сетевое устройство, а также объем этого потока (в байтах).
- ❑ **Пропускная способность сети** (важнейшая характеристика) – это количество информации, которое можно передать по данной сети за единицу времени. Измеряется в бит/с (Кбит/с, Мбит/с, Гбит/с).
- ❑ **Диаметр сети** – расстояние между двумя наиболее удаленными друг от друга станциями сети.
- ❑ **Протокол** – набор правил о передаче информации по сети. Т.е. каждая программа, претендующая на работу в сети, должна следовать правилам для приема и передачи данных (иначе не будет обеспечена совместимость программ). Сетевой протокол можно сравнить с языком – это оболочка для передачи информации. Если бы разные компьютеры в сети работали по своим правилам ("говорили на разных языках"), они бы "не понимали" друг друга. Протокол вводит общий язык, который понимают все компьютеры сети и поэтому могут обмениваться между собой информацией.
- ❑ **Стек протоколов** - это набор протоколов разных уровней, достаточный для организации взаимодействия систем.
- ❑ **Интерфейс** - это набор функций, который нижележащий уровень предоставляет вышележащему.
- ❑ **Адрес узла сети (сетевой адрес)** – уникальный идентификатор узла сети, описывающий его

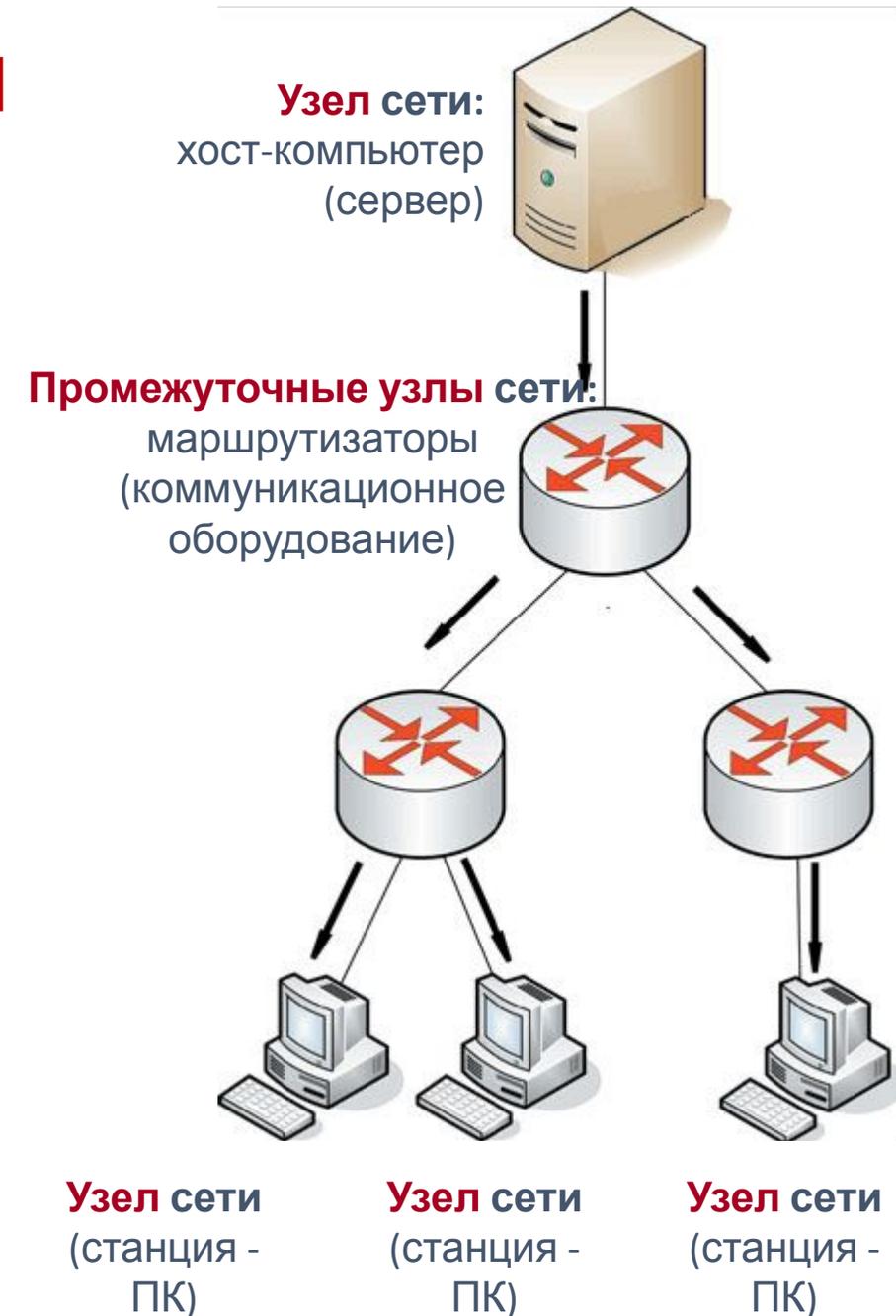
# Состав компьютерной сети

Сеть состоит из **узлов** и **соединяющих линий** связи.

Узлы бывают конечными и промежуточными. Конечный узел имеет 1 соединение с линией связи, промежуточный узел – более одного.

Узлы могут быть станциями (компьютерами-членами сети, хостами) или коммуникационным оборудованием.

**Сетевые устройства** – сетевая карта (адаптер) и модем; разные соединители, разъемы, заглушки; устройства для усиления сигнала и образования сетевых топологий; маршрутизаторы; сетевой экран (брандмауэр) и пр.



# Сервер (хост) – узловой компьютер

**Сервер** - специальный компьютер, выполняющий основные сервисные функции: управление сетью, сбор, обработку, хранение и предоставление информации абонентам компьютерной сети. В связи с большим числом сервисных функций серверы подразделяются по их функциональному назначению:

- ✓ **файл-сервер** определяется как сетевой компьютер, осуществляющий операции по хранению, обработке и предоставлению файлов данных абонентам компьютерной сети, пользователи могут дистанционно обращаться, копировать их, сохранять на сервер свои ресурсы
- ✓ **сервер доступа** - компьютер, обеспечивающий абонентским системам эффективный доступ к компьютерной сети,
- ✓ **сервер печати** – обеспечивает печать документов всех пользователей, подключенных по сети
- ✓ **сервер баз данных** - работает по технологии клиент-сервер (сервер используется для управления запросами к БД, разрешение вопросов безопасности и т.д.)
- ✓ **Интернет-сервер**: почтовый (предоставляет услуги e-mail), web-сервер (услуги WWW), ftp-сервер и др.

Сервер постоянно включен – постоянно готов к приему-передаче информации (в on-line), ежесекундно он обслуживает множество пользователей. Поэтому к серверам предъявляют высокие требования надежности, скорости, отказоустойчивости.

Для серверов используют более мощные ЭВМ: с высокоскоростным процессором, большим объемом дисковой памяти (сотни Гбайт)



# Сетевые устройства

**Сетевые устройства** - это устройства для соединения линий связи, усиления сигнала, образования нужной сетевой топологии, адресной пересылки данных, защиты информации и т.д.

**Сетевые устройства бывают:**

☐ **Пассивные** - сетевое оборудование: разные соединители, разъемы, заглушки (терминаторы) и пр.

☐ **Активные оконечные** сетевые устройства:

✓ сетевая карта (сетевой адаптер) - обеспечивает формирование пакетов, их передачу и сборку с контролем ошибок;

✓ модем – устройства, соединяющие компьютер с линией связи.

☐ **Активные промежуточные** сетевые устройства.

✓ **Повторители, концентраторы** – простейшие устройства для усиления сигнала и образования сетевых топологий "звезда" и "дерево".

✓ **Мосты, коммутаторы** – устройства с функциями концентраторов, и ещё выполняют коммутацию (соединение) станции-источника и станции-приемника для увеличения пропускной способности сети.

✓ **Маршрутизаторы (роутеры)** – сложные программируемые устройства, выполняющие функции маршрутизации – поиска оптимального пути прохождения данных и соединения сетей.

✓ **Шлюзы** - специальный компьютер или устройство на стыке двух сетей для перевода данных между сетями с отличающимися протоколами. Маршрутизация в шлюзах - только к соединению двух подсетей

✓ **Межсетевой экран (брандмауэр)** – шлюз, фильтрующий трафик, поступающий в сеть, для

# Сетевые устройства - модем

**МОДЕМ** (модулятор-демодулятор) - устройство для соединения удаленных компьютеров.

Работает по телефонным линиям (коммутируемым и выделенным).

**Назначение модема** - удалённое подключения к сети (например, к Интернет) по телефонным линиям.



# Сетевые устройства - сетевые экраны (брандмауэры)



**Брандмауэр (фаервол, межсетевой экран)** – система, обеспечивающая фильтрацию сетевых пакетов в соответствии с заданными правилами, для борьбы с несанкционированным доступом из внешних сетей.

**Основное назначение** – защита компьютера или целой сети от несанкционированного доступа извне.

При подключении ЛВС к глобальной сети встаёт проблема **сетевой безопасности**, т.е. надо ограничить доступ в ЛВС для посторонних лиц извне, ограничить выход за ЛВС для сотрудников, не имеющих соответствующих прав.

Для обеспечения сетевой безопасности между ЛВС и глобальной устанавливают **брандмауэры** – спец. компьютер или программа, препятствующая несанкционированному перемещению данных

# Семиуровневая модель OSI для вычислительных сетей

**Цель применения:** стандартизация и простота написания драйверов определенного уровня, возможность организации стеков протоколов.

УРОВНИ	НАЗНАЧЕНИЕ
прикладной	Общий доступ к сети, поток данных, Ex: telnet.
представления данных	Определяет формат для обмена данными, перевод данных в общепринятый стандарт, шифрование, смена кодовой таблицы, сжатие данных.
сеансовый	Установление, использование и завершение сеанса связи, распознавание имен и защита, расстановка меток, чтоб в случае неудачной передачи начинать с плохого места, некорректное завершение сеанса.
транспортный	Гарантирует доставку пакетов без ошибок, в той же последовательности, без потерь и дублирования. Переупаковка пакетов: длинные разбиваются, короткие объединяются. Подтверждение приема.
сетевой	Адресация и маршрутизация в глобальных сетях. На основании конкретных сетевых условий, приоритета услуги определяется маршрут пакета. Коммутация пакетов, маршрутизация, перегрузки. Деление на более мелкие пакеты, если адаптер компьютера не может передавать пакеты поступившей длины. Принимающая сторона их обратно соберет.
канальный	Передача кадров с сетевого в среду передачи (паралл. в послед. и наоборот), иногда специальное кодирование. Кадр содержит: адреса получателя и отправителя, управляющую инфу (данные о верхнем уровне), данные и CRC поле. Сетевой уровень считает передачу данных безошибочной.
физический	Сырой поток битов. Электрический, оптический, механический (разъемы) и функциональный (способ передачи данных) интерфейсы сетевой платы с кабелем. Устанавливается

# Семиуровневая модель OSI для вычислительных сетей

## АРХИТЕКТУРА КОМПЬЮТЕРА

ПРИКЛАДНОЙ
ПРЕДСТАВИТЕЛЬСКИЙ
СЕАНСОВЫЙ
ТРАНСПОРТНЫЙ
СЕТЕВОЙ
КАНАЛЬНЫЙ
ФИЗИЧЕСКИЙ

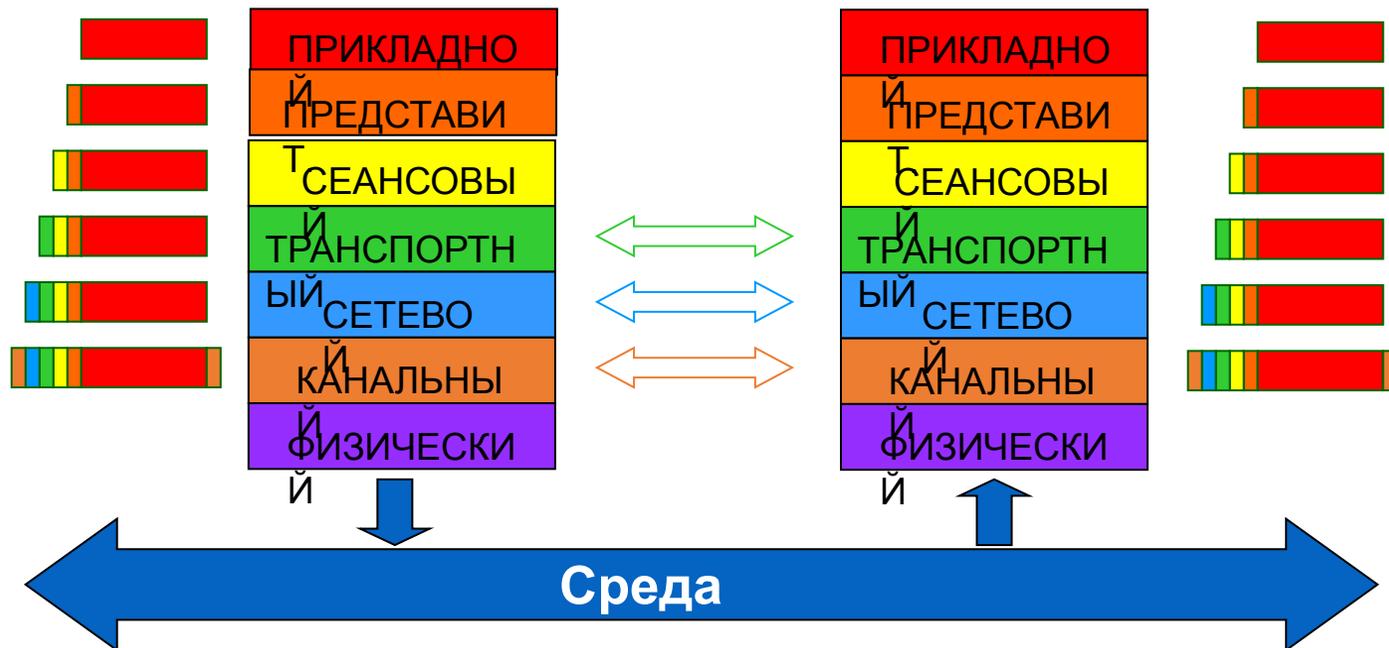
Пользовател ь
Операционна я
система
Драйвер ы
Аппаратура

# Сетевые устройства - маршрутизаторы

**Маршрутизатор (роутер)** специализированный сетевой компьютер, имеющий минимум один сетевой интерфейс и пересылающий пакеты данных между различными сегментами сети, связывающий разнородные сети различных архитектур, принимающий решения о пересылке на основании информации о топологии сети и определённых правил, заданных администратором.

**Принцип работы:** маршрутизатор использует адрес получателя, указанный в пакетных данных, и определяет по таблице маршрутизации путь, по которому следует передать данные. Если в таблице маршрутизации для адреса нет описанного маршрута, пакет отбрасывается.

Перед подачей в сеть все данные разбиваются на пакеты. На каждом уровне к пакету добавляется доп. форматирующая или адресная информация. На принимающей стороне по мере поднимания пакета по уровням эта информация отсекается.



**Основные компоненты пакета:** адрес источника, адрес места назначения, передаваемые данные, инструкции о дальнейшем маршруте, информация по сбору фрагментированного пакета из кадров, информация для коррекции ошибок передачи.

Формирование пакета происходит последовательно на всех уровнях модели OSI, при получении пакета – отсечение.

# Сетевые устройства - мосты

Мост делит физическую среду передачи сети на части, передавая информацию из одного сегмента в другой только в том случае, если адрес компьютера назначения принадлежит другой подсети. С помощью мостов объединяются компьютерные сети с различными протоколами физического и канального уровней.

В процессе работы мост выполняет ряд функций, основными из которых являются:

- прием кадров из локальной сети;
- проверка состояния и удаление ошибочных кадров;
- преобразование параметров кадра;
- передача кадров в локальную сеть по новому адресу.

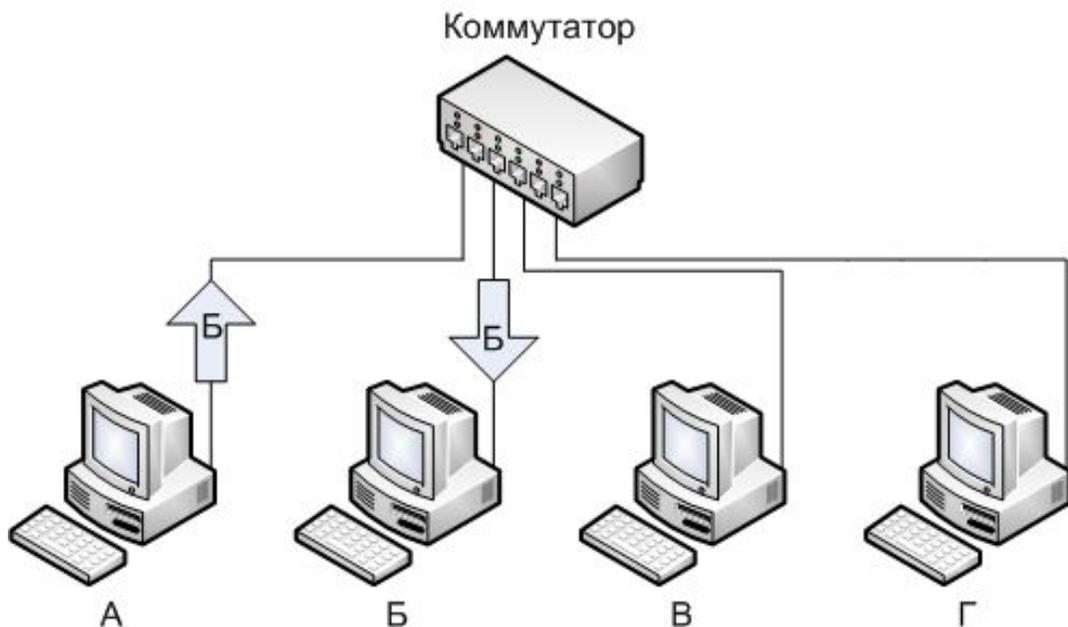
Интенсивный межсегментный трафик может значительно перегрузить мост, что приведет к задержкам в сети. Для предотвращения подобной ситуации следует ограничивать межсегментный трафик, например, путем оптимального разбиения сети на сегменты.

Мост на основе внутренней таблицы адресов идентифицирует узлы в сети. Когда мост принимает пакет данных, он с помощью своей таблицы адресов определяет, на каком из подсоединенных сегментов сети находится абонентская система-адресат. Если таблица адресов показывает, что отправитель и адресат находятся на одном и том же (исходном) сегменте, то мост не передает пакет другим сегментам. Если же отправитель и адресат принадлежат разным сегментам, пакет передается через мост. При отсутствии соответствующего адреса в таблице маршрутов и нескольких путей передачи пакет данных посылается через все порты, исключая порт, через который вошел кадр данных.

# Сетевые устройства - коммутаторы

Коммутатор по назначению не отличается от моста, но обладает более высокой производительностью так, как мост в каждый момент времени может осуществлять передачу кадров только между одной парой портов, а коммутатор одновременно поддерживает потоки данных между всеми своими портами. Фактически коммутатор – это многопортовый мост

**Сетевой коммутатор или свитч** – устройство, предназначенное для соединения нескольких узлов компьютерной сети в пределах одного сегмента сети. В отличие от концентратора, который распространяет трафик от одного подключенного устройства ко всем остальным, коммутатор передаёт данные только непосредственно получателю. Это повышает производительность и безопасность сети, избавляя остальные сегменты сети от необходимости (и возможности) обрабатывать данные, которые им не предназначались.



## Три способа коммутации:

- 1) *С промежуточным хранением (Store and Forward)*. Коммутатор читает всю информацию в кадре, проверяет ошибки, выбирает порт коммутации и посылает в него кадр.
- 2) *Сквозной (cut-through)*. Коммутатор считывает только адрес назначения и выполняет коммутацию.
- 3) *Бесфрагментный (fragment-free) или гибридный*. Передача осуществляется после фильтрации фрагментов коллизий (первые 64 байта кадра анализируются на наличие ошибки и при её отсутствии)

# Линии связи – среда передачи данных

**Носители информации в сетях** – электромагнитные сигналы в виде колебаний разных частот.

**Среда передачи данных (линия связи)** - физическая среда, по ней распространяется сигнал.

В линиях связи используют 2 технологии: беспроводную и проводную (кабельную)



**Беспроводные линии связи**

**Радиосвязь    Спутниковая связь**



**Кабельные линии связи**

**Витая пара**

**Толстый  
коаксиальный**

**Тонкий  
коаксиальный**

**Оптоволо-  
конный**

**Медные электрические кабели**

В **беспроводной связи среда передачи** - окружающий воздух, вода, вакуум или др. среда, не задерживающая электромагнитные волны (они являются носителем информации).

По частотному диапазону беспроводную связь разделяют на:

- ❑ **радиосвязь** - используется в спутниковой связи и при удаленном доступе
- ❑ **инфракрасная** – используют для связи с беспроводными периферийными устройствами
- ❑ **оптическая** – используется редко из-за наличия помех на пути распространения сигнала
- ❑ **сверхвысокочастотная (СВЧ)** - используется в локальных сетях

# Линии связи – среда передачи данных

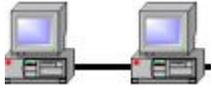
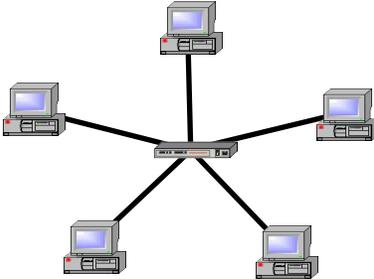
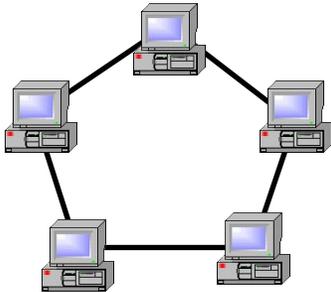
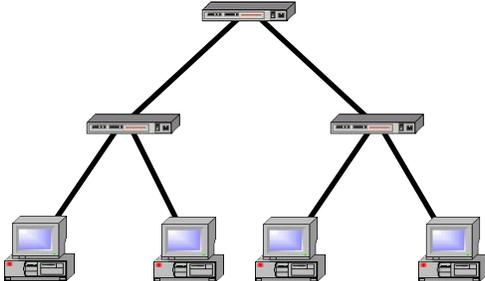
Тип связи	Скорость, Мбит/с	Скорость	Носители информации	Что собой представляет провод
Витая пара проводов	10-100	низкая	Переменный электрический ток разных частот и форм сигнала	Пара изолированных скрученных проводов (экранированная или неэкранированная)
Коаксиальный кабель	до 10	высокая		Изолированная медная жила, экранированная с металлической оплеткой
Телефонная линия общего пользования – ТфОП	1-2	низкая		Двухжильные изолированные провода абонентских линий и многожильные кабели телефонных коммуникаций
Оптоволоконный кабель (ВОЛС)	10-200	абсолютная	Световой луч (модулированный), <del>испускаемый лазером</del>	Полые гибкие проводники (световоды), покрытые изнутри <del>отражающим веществом</del>

Достоинства оптоволоконна: позволяет передавать сигнал на большее расстояние без промежуточного усиления (от 30 км и более для оптоволоконна и 5 км для меди); тоньше и легче (1 км 1000-парного медного кабеля весит 8000 кг, а оптоволоконная пара аналогичной пропускной способности и длины – 100 кг); трудно обнаружить (оно не излучает), а следовательно, найти и повредить; оптоволоконно инертно к электромагнитным воздействиям, радиации; ему не страшны нарушения питания, агрессивная химическая

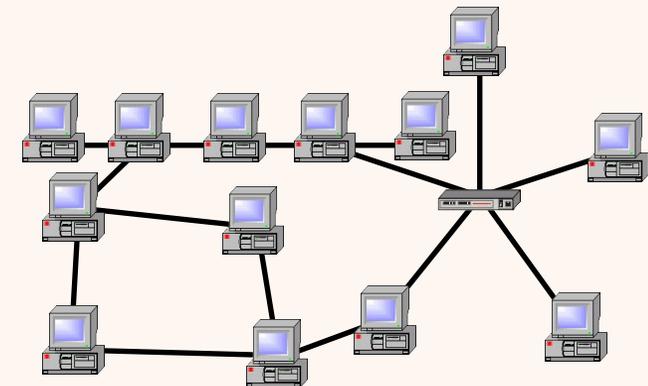
# Топология компьютерной сети

Сетевая топология – это граф связей компьютерной сети, т.е. тип соединения узлов и линий связи.

Различают 5 сетевых топологии:

- точка-точка – содержит 2 узла 
- звезда – сеть, в которой имеется только 1 промежуточный узел 
- шина (линейная сеть) – содержит только 2 конечных узла, любое число промежуточных узлов и имеет только 1 путь между любыми двумя узлами 
- кольцо – сеть, в которой к каждому узлу присоединены только две ветви 
- дерево (иерархическая звезда) – сеть, содержащая более 2 конечных узлов и 2 промежуточных, и в которой между 2 узлами есть только один путь 

На практике чаще всего встречаются гибридные структуры. Так, к магистрали могут быть подключены кольца или звезды



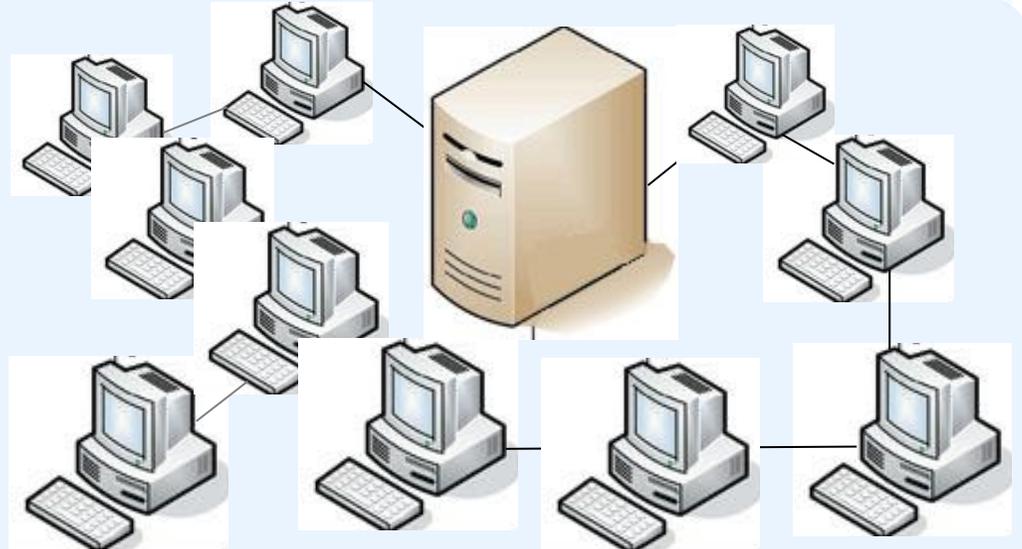
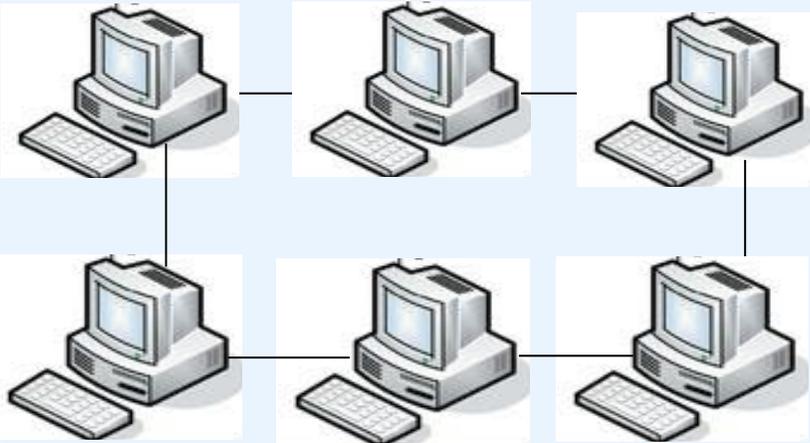
**Гибридная структура**

# Одноранговые, двуранговые сети

По характеру распределения функций выделяют 2 типа сетей:

- **Одноранговые** сети – небольшие локальные сети, в которых все компьютеры являются функционально равноправными. Обычно включают в себя до 15 станций

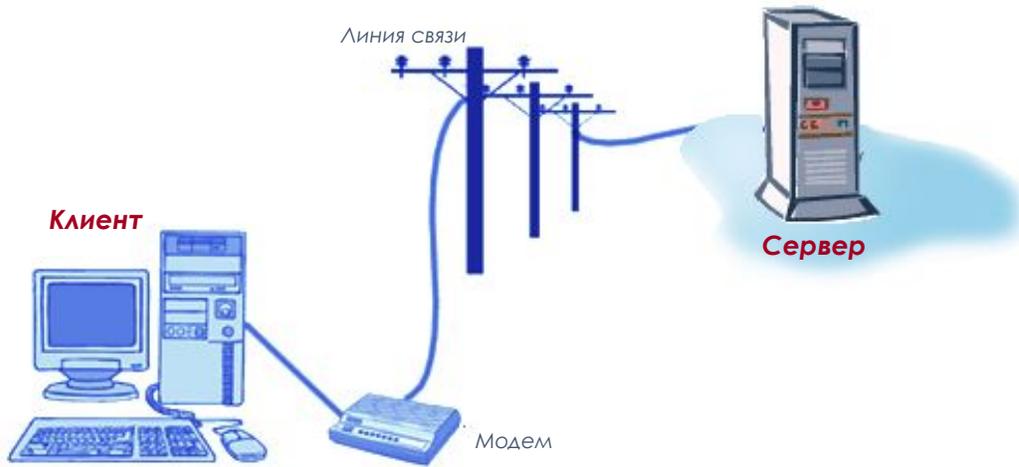
- Сети с **выделенными серверами** (**двуранговые**) – средние и крупные сети, в которых часть выполняемых функций по обслуживанию станций возложена на серверы.



# Технология "клиент-сервер"

Допустим Вы – пользователь, входите в сеть. Программа на Вашем ПК – **клиентская** – подключается к серверу и посылает ему **запрос** на получение информации.

В свою очередь, **программа на сервере** вышлет её и будет ожидать следующего запроса. То есть Ваш ПК выступает **клиентом**, запрашивающим нужную Вам информацию на сервере.



Компьютер-сервер и компьютер-клиент могут *меняться ролями*.

Любой компьютер может быть и клиентом, и сервером для разных услуг.

Клиент-сервер – это **модель взаимодействия процессов** в сети.

Суть: один процесс (*клиент*) делает запрос, другой процесс (*сервер*) обрабатывает запрос и возвращает ответ или предоставляет услугу (в виде каких-либо данных, вычислений и т.п.)

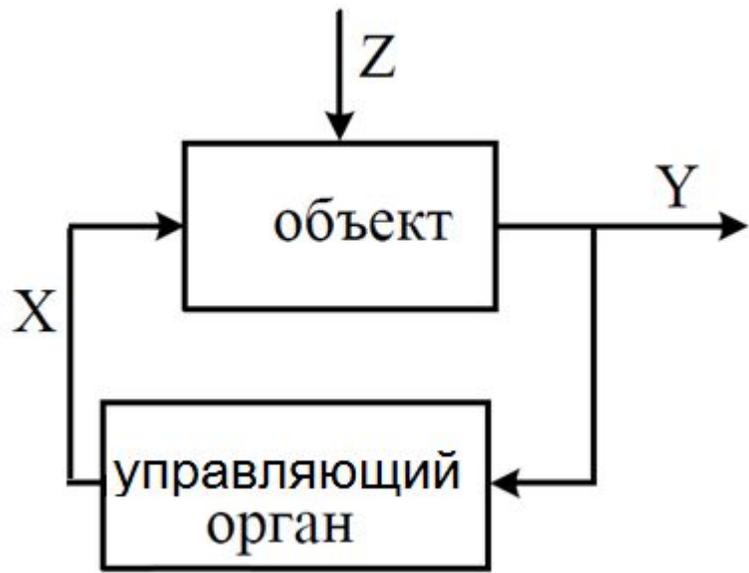
# Характеристики сетевых технологий

Таблица "Сводные характеристики сетевых технологий"

Технологии	Топология	Среды передачи	Активное оборудование	Пропуск. способность	Протоколы
<b>ЛОКАЛЬНЫХ сетей</b>	Шина, звезда, кольцо, дерево, смешанная	Витая пара, коаксиальный кабель	Сетевые карты, концентраторы, коммутаторы, реже маршрутизаторы	10-100 Мбит/с	<i>1-2 уровни:</i> Ethernet, Token Ring, FDDI; <i>3-7 уровни:</i> TCP/IP, NetBIOS / SMB, IPX / SPX
<b>ГЛОБАЛЬНЫХ сетей</b>	Смешанная, ячеистая	Волоконно-оптические, спутниковые	Маршрутизаторы спутники связи, антенны	10 Мбит/с - 100 Гбит/с	<i>1-2 уровни:</i> X.25, ISDN, ATM, frame relay; <i>3-7 уровни:</i> TCP/IP, ATM
<b>УДАЛЁННОГО доступа</b>	Точка - точка	Телефонные линии общ. пользования	Модемы	33,6 кбит/с - 10 Мбит/с	<i>1-2 уровни:</i> ISDN, SLIP, PPP, RS-232, V.34, V.90; <i>3-7 уровни:</i> TCP/IP, IPX/SPX, NetBIOS/SMB

**Удаленный доступ** позволяет пользователю за ПК интерактивно взаимодействовать с удаленной машиной. Создается впечатление, что ПК, монитор пользователя напрямую присоединены к удаленной машине: посылается каждый символ, нажатый на клавиатуре на удаленную машину и на экране пользователя отображается каждый символ, возвращенный с удаленной машины.

# Автоматизированные системы управления



# СНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ СУ

**Управление** - осуществление совокупности воздействий на **управляемый объект**, выбранных из множества возможных воздействий на основании программы управления и поступающей информации о поведении объекта ( $Y$ ) и состоянии внешней среды ( $Z$ ) для достижения заданной цели.

**Управляющее воздействие ( $X$ )** - сигналы (команды), которые несут информацию о требуемых воздействиях на управляемый объект.

**Алгоритм управления** - совокупность операций, которые выполняются в процессе управления, основываясь на информации о цели управления, состоянии объекта управления или внешней среды вырабатывается управляющая информация о необходимой совокупности управляющих воздействий.

**Алгоритм** – это точное изложение последовательности действий над исходными данными, выполнение которых приводит к получению искомого результата.

Важнейшие свойства алгоритма :

**определенность** – однозначность предписываемой последовательности действий, не допускающая произвольного ее толкования;

**дискретность** – расчлененность алгоритма на отдельные элементарные акты;

**результативность** – возможность получения решения за конечное число шагов;

**инвариантность** по отношению к вычислителю, означающая, что алгоритм может оставаться неизменным при выполнении предписываемых им вычислений человеком или машиной любого

# Основные понятия СУ

При выполнении функций управления любой системой или процессом человек (или электронный автомат) на основании обработки и анализа информации, относящейся к этому процессу, принимает управленческое решение – некоторое предписание к действию (программа, приказ, комплекс физических управляющих воздействий и т.д.).

**Принятие управленческого решения** всегда представляет собой выбор некоторой альтернативы из множества рассматриваемых.

**Система** – это совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, подсистем, объединенных единством цели (замысла) функционирования.

**Автоматизированная система (АС)** - система, состоящая из персонала и комплекса средств автоматизации, реализующая информационную технологию выполнения установленных функций. Различают автоматизированные системы управления, системы автоматизированного проектирования, автоматизированные системы связи и др.

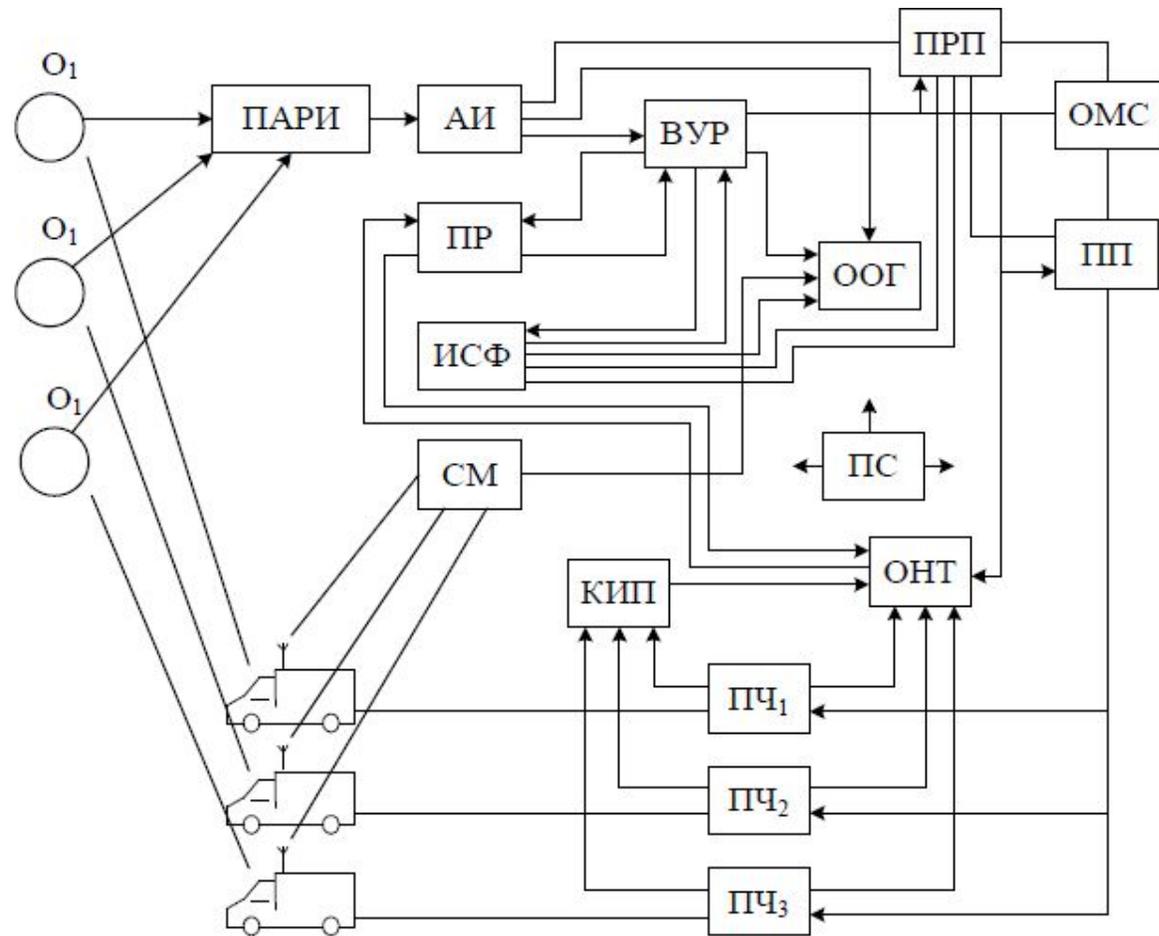
Структура АС определяется количеством и сложностью решаемых ею задач, а эффективность – степенью автоматизации решения этих задач и оптимальным составом технических средств.

**Основная задача АС** – оказывать помощь человеку, сокращая время, затрачиваемое на выполнение некоторых операций человеком или их автоматическое воспроизведение.

# Задачи АСОУПО гарнизона пожарной охраны

- 1) хранение информации о состоянии всех видов пожарной техники в гарнизоне;
- 2) хранение справочных данных об объектах;
- 3) хранение типовых программ тушения пожаров различных рангов;
- 4) хранение расписания выездов пожарных подразделений;
- 5) прием и автоматическая регистрация всех видов информации;
- 6) автоматизация диалога *диспетчерский пункт – заявитель*;
- 7) автоматизация выбора и анализа поступающей информации;
- 8) автоматизация выбора оптимального управляющего воздействия;
- 9) автоматизация передачи приказов ПЧ;
- 10) автоматизация контроля исполнения приказов;
- 11) автоматизация корректировки сведений о текущем составе техники;
- 12) автоматизация выбора оптимального маршрута следования;
- 13) хранение и автоматизация поиска оперативных планов тушения пожаров конкретных объектов;
- 14) автоматизация отображения оперативной обстановки в городе на электрифицированном светоплане;
- 15) автоматизация отображения наличия пожарной техники в ПЧ;
- 16) автоматизация отображения на светоплане маршрута движения техники к месту пожара;
- 17) автоматизация контроля времени прибытия пожарной техники на пожар и в ПЧ;
- 18) автоматизация прогнозирования развития пожаров для наиболее важных объектов;
- 19) автоматизация выработки упреждающих управленческих решений по тушению пожаров;
- 20) обеспечение круглосуточной надежной оперативной связи.

# Функциональная схема АСОУПО



**Управленческое решение** – это приказ на выезд соответствующим пожарным подразделениям (формируется на основе информации от РВ и ИСФ при поступлении вызова)

**ПАРИ** - подсистема приема и автоматической регистрации информации о пожаре,

**АИ** - подсистема анализа информации о пожаре,

**ИСФ** - подсистема информационно-справочного фонда,

**РВ** – подсистема типовых расписаний выездов пожарных подразделений,

**ВУР** - подсистема выработки управленческого решения,

**ПП** - подсистема передачи приказов,

**ПЧ<sub>1</sub>...ПЧ<sub>3</sub>** – пожарные части,

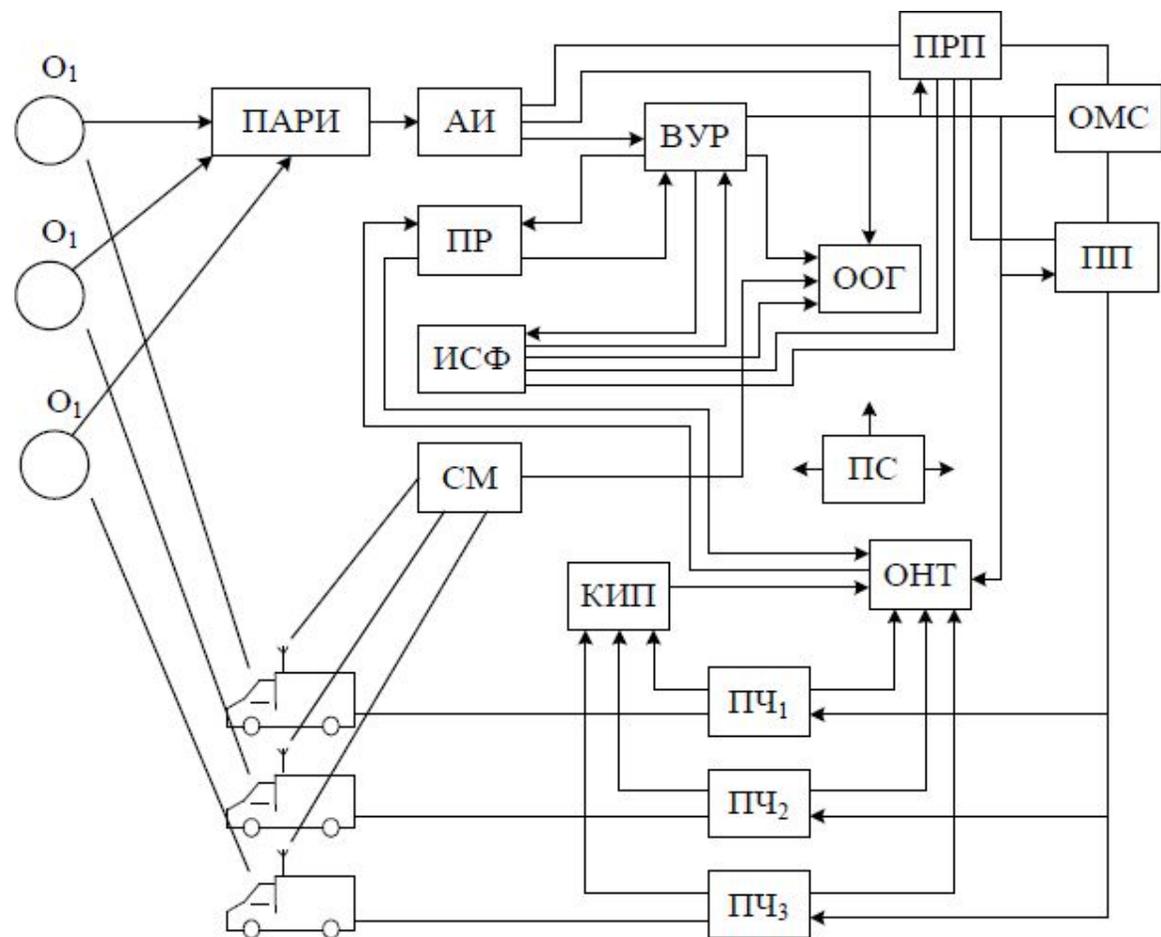
**КИП** - подсистема контроля исполнения приказа автоматически контролирует на диспетчерском пункте выезд пожарных автомобилей по сигналам датчиков, установленных в депо.

**ПРП** - подсистема прогнозирования развития пожара формирует прогнозы, рассчитывает модели развития пожара для выработки упреждающих решений по формированию приказов ,

**ОМС** - подсистема оптимизации маршрута следования на основании полученного адреса пожара выдает оптимальный маршрут следования техники из каждой пожарной части с целью сокращения времени ее прибытия на место пожара.

**СП** - подсистема слежения по маршруту движения

# Функциональная схема АСОУПО



**ОНТ** - подсистемы отображения наличия техники со световым табло. Вся информация о наличии техники в пожарных частях гарнизона, ее убытии и прибытии отображается на световом табло с указанием текущего времени. Диспетчер всегда имеет точные сведения о наличии техники в боевой готовности по всем пожарным частям.

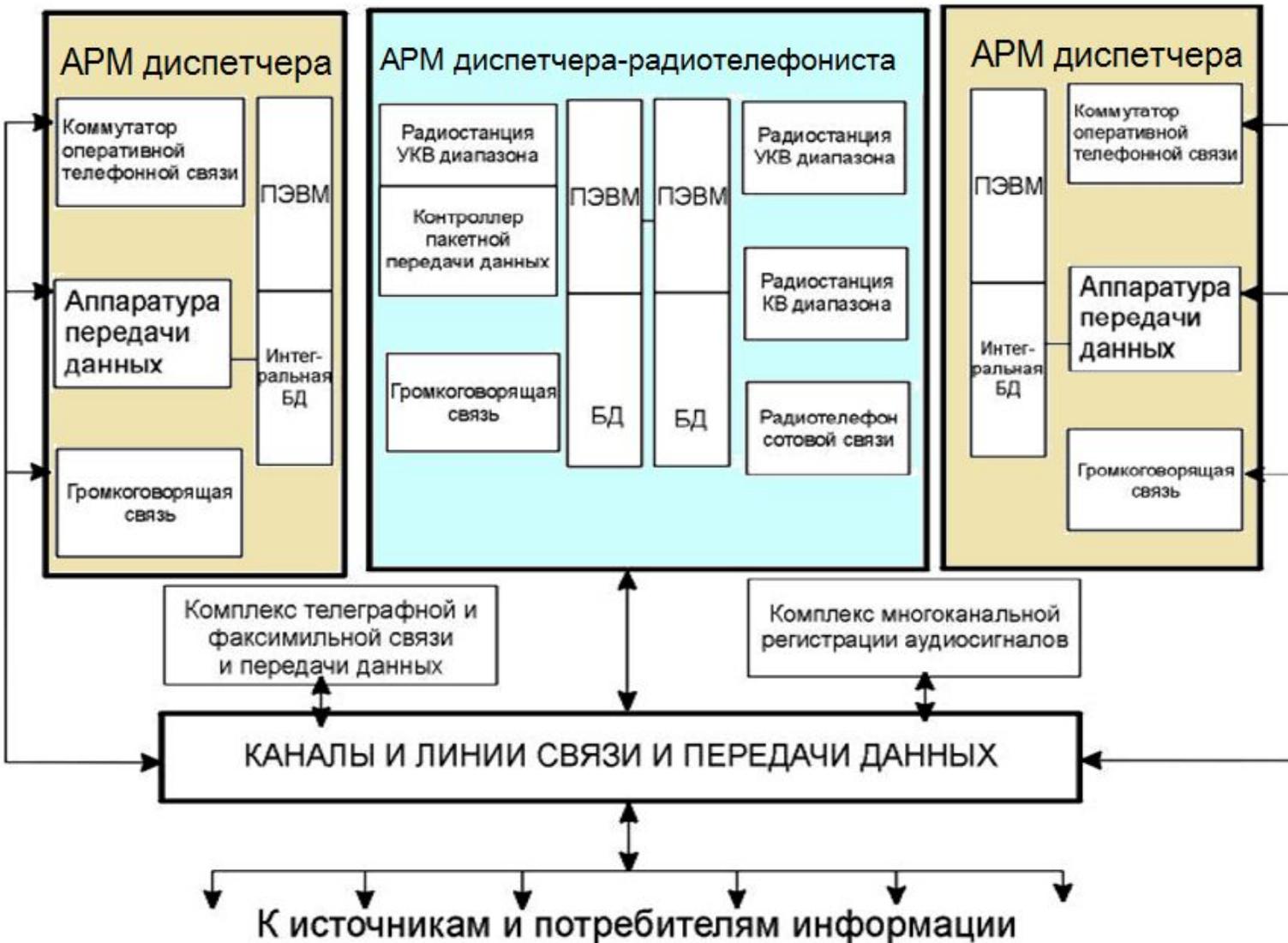
**ООГ** - подсистема отображения оперативной обстановки города на светоплане,

**ПС** – пульт связи диспетчера с различными абонентами.

Для поддержания устойчивой связи диспетчера с пожарными автомобилями и пожарными частями используется стационарная радиостанция (РС).

В основу построения АСОУПО должны быть положены типовые решения, однако **для каждого конкретного гарнизона пожарной охраны могут быть свои особенности**. Одной из них является фактическая интенсивность вызовов, поступающих в сети связи гарнизона, которую количественно необходимо определить на этапе предпроектных изысканий. Именно интенсивность потока вызовов является основой для оптимизации пропускной способности отдельных подсистем АСОУПО и системы оперативной связи в целом.

# Функциональная схема АСОУПО



Функциональная схема АССУПО

включает:

- устройство распределения входящих по линиям спецсвязи «01» вызовов и сообщений;
- устройство предварительного анализа и фильтрации вызовов, которые поступают на пульт связи диспетчера;
- устройство автоматического определения номера абонента (АОН);
- устройства ввода информации в ПЭВМ; персональную ЭВМ);
- аппаратуру передачи данных – факс-модемы (для передачи приказов на выезд техники из пожарных частей);
- аппаратуру контроля исполнения приказов, сигналы которой поступают на ЦУС от пожарных частей.

# Оценка пропускной способности АСОУПО

# Оценка пропускной способности АСОУПО

Автоматизированная система оперативного управления в пожарной охране является системой массового обслуживания, на вход которой поступает поток вызовов о пожарах и ЧС.

**Поток вызовов** - последовательность вызовов, поступающих на данный пункт через какие-либо интервалы времени.

Различают детерминированный и случайный потоки вызовов.

**Детерминированный поток вызовов** - последовательность вызовов, в которой они поступают в определенные, строго фиксированные, неслучайные промежутки времени.

**Случайный поток вызовов** - моменты поступления вызовов и промежутки времени между ними являются не строго фиксированными, а случайными величинами.

**ПРОСТЕЙШИЙ ПОТОК ВЫЗОВОВ ПОДЧИНЯЕТСЯ ЗАКОНУ ПУАССОНА**

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}$$

$P_k(t)$  - вероятность поступления ровно  $k$  вызовов за время  $(0, t)$ ,  
 $\lambda$  - интенсивность потока вызовов.

$$A = \lambda P_{\text{обс}}$$

Вероятность поступления не менее  $k$  вызовов за время  $(0, t)$  определяется формулой:

$$P_{i \geq k}(t) = \sum_{i=k}^{\infty} \frac{(\lambda t)^i}{i!} e^{-\lambda t}$$

**Вероятность того, что все диспетчеры свободны:**

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{y^k}{k!}}$$

$y$  - нагрузка на диспетчеров при обслуживании одной поступившей заявки,  $y = \lambda \tau_{\text{обсл}}$ .

**Вероятность одновременной занятости всех  $n$  диспетчеров** (вероятность отказа в обслуживании):  $P_n$

$$P_n = \frac{y^n}{n!} P_0$$

**Вероятность обслуживания вызова:**  $P_{\text{обс}} = 1 - P_n$

**Абсолютная пропускная способность АСОУПО** (среднее время обработки поступившей заявки):  $A = \lambda P_{\text{обс}}$

# Определение необходимого количества диспетчеров для АССОУПО.

Время занятости диспетчера обслуживанием одного вызова при внедрении АССОУПО:

$$\tau_{обс} = \tau_n + \tau_{выр} + \tau_{тп2}$$

По заданной интенсивности потока вызовов  $\lambda$ , поступающих в систему, и величине времени обслуживания одного вызова диспетчером определяется полная нагрузка на всех диспетчеров за смену (12 часов):

$$y_l = 60\lambda\tau_{обс} 12$$

Допустимая нагрузка на одного диспетчера  $y_{1дон} = K_{\partial} y_{1макс}$  учетом коэффициента занятости составляет

$$n_{\partial} = \frac{y_{\partial}}{y_{1дон}}$$

Необходимое число диспетчеров определяется по формул

Значение  $n_{\partial}$  округляется до большего целого числа.

## Определение количества каналов связи для передачи приказов в ПЧ и получения подтверждения.

Количество каналов связи определяется в соответствии с количеством пожарных частей:  $n_k = N_{пч}$

# Оценка экономической эффективности АСОУПО

# Расчет эффективности функционирования АСОУПО

Обобщенный показатель эффективности функционирования АСОУПО - отношение обобщенного положительного результата ее применения в реальных условиях  $\mathcal{E}$  к приведенным затратам  $C$  на построение и эксплуатацию системы:

$$E_0 = \frac{\mathcal{E}}{C}$$

Экономический эффект от применения системы:  $\mathcal{E} = \alpha[(C_{нп1} - C_{нп2}) + (C_{мн1} - C_{мн2}) + (C_{кy1} - C_{кy2})]$

где  $C_{нп1}$ ,  $C_{нп2}$  – средние значения материальных убытков, образующихся до начала тушения пожара перед внедрением АСОУПО и после ее внедрения.

Стоимость убытков, образующихся на этапе до прибытия пожарных и начала тушения, зависит от условий возникновения и характера развития пожара, времени его обнаружения, выработки управленческого решения (выбора состава техники и формирования приказа на выезд пожарного подразделения), от обоснованности (правильности) управленческого решения (приказа на выезд) и удельной стоимости горючих материалов.

Стоимость потерь, образующихся до начала пожара:  $C_{нп} = S_n \cdot \gamma$

$S_n$  – площадь горения (пожара) в момент начала тушения;

$\gamma$  – коэффициент удельной стоимости на единицу площади горения.

Увеличение площади горения равно  $S_n = \pi \cdot (\tau_{ср} \cdot v_{л})^2$

где  $\tau_{ср}$  – время свободного развития пожара:  $\tau_{ср} = \tau_o + \tau_{вур} + \tau_{тп} + \tau_{тпр}$

$\tau_o$  – время от начала возникновения пожара до момента его обнаружения,  
 $\tau_{вур}$  – время обработки сообщения (заявки) с учетом выработки управленческого решения на выезд для тушения пожара;  
 $\tau_{тп}$  – время передачи приказа ПЧ;  
 $\tau_{тпр}$  – время от момента выезда пожарных машин до начала тушения (транспортное время).

# Расчет эффективности функционирования АСОУПО

Внедрение АСОУПО позволяет сократить значения величин времени  $t_{вур}$  и  $t_{пп}$  за счет автоматизации приема и обработки заявки, а также за счет автоматизации выработки управленческого решения и передачи приказов пожарным частям.

При функционировании АСОУПО сокращаются убытки, образующиеся при тушении пожара:

- 1) за счет того, что пожарное подразделение прибывает на место пожара на некоторое время раньше, следовательно, тушение начинается при меньшем размере пожара;
- 2) за счет автоматизированного программно-обоснованного выбора соответствующих пожарных частей гарнизона, номенклатуры и количественного состава пожарной техники и средств тушения, обеспечивающих большую эффективность тушения пожара.

Приведенные затраты на построение и эксплуатацию системы  $C = C_{эк} + E_n K_n$

где  $C_{эк}$  – затраты на эксплуатацию системы (техническое обслуживание, профилактика, ремонт);

$E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

$K_n$  – затраты на построение АСОУПО (капитальные вложения).

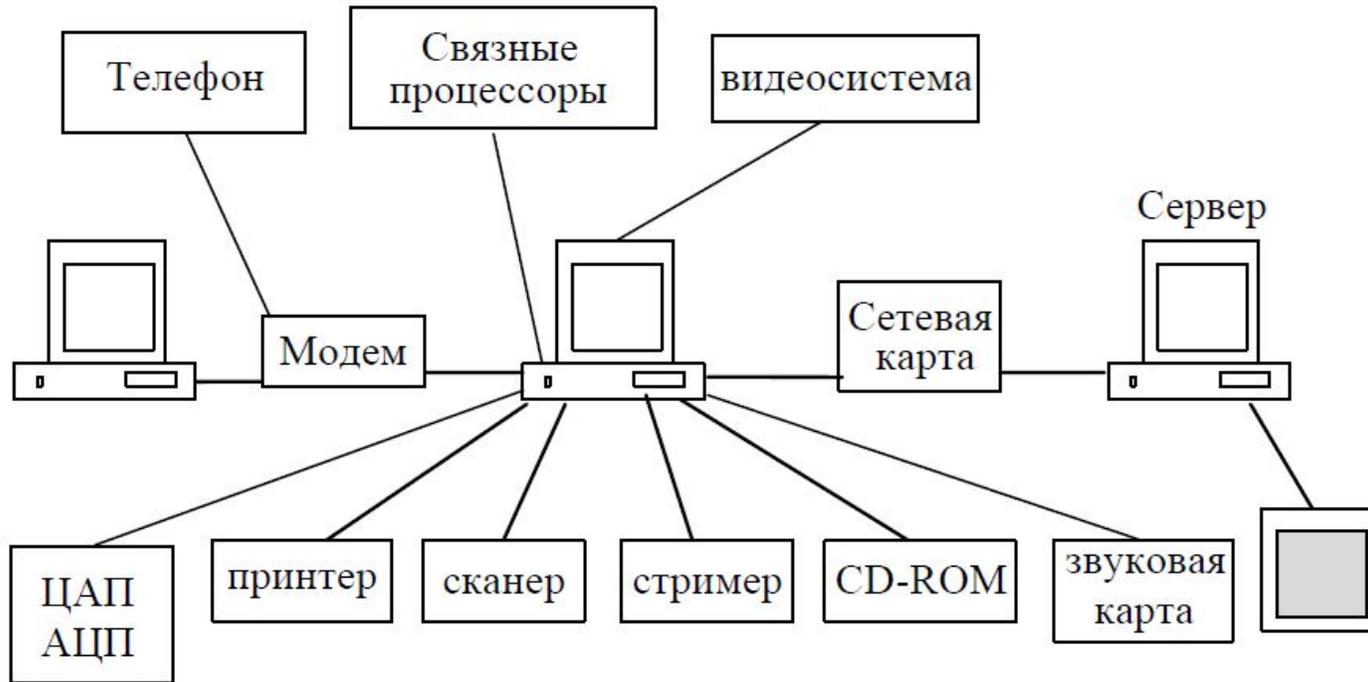
Эффективность АСОУПО зависит как от вероятности безотказной работы технических средств, так от вероятности безотказной работы диспетчера, который является одним из функционалов системы.  $E = \frac{\mathcal{E}P_{mc}P_d}{C}$  системы;  $P_{mc}$  – вероятность безотказной работы технических средств системы;

Если  $E > 1$ , значит разработка и эксплуатация АСОУПО эффективна.  $P_d$  – вероятность безотказной работы диспетчера.

Если  $E < 1$ , необходимо предложить пути повышения эффективности АСОУПО.

# Технические средства и техническая реализация АСОУПО

# Структура и функциональная схема АСОУПО



АСОУПО включает три подсистемы:

- ❑ АСУ административно-хозяйственной деятельности;
- ❑ АСУ пожарной профилактики объектов;
- ❑ АСУ оперативного управления силами и средствами тушения пожаров (АСОУ).

**Функциональная схема АСОУПО** включает в себя устройство распределения входящих по линиям спецсвязи «01» вызовов и сообщений; устройство предварительного анализа и фильтрации вызовов, которые поступают на пульт связи диспетчера (ПСД); устройство автоматического определения номера абонента; устройства ввода информации в ПЭВМ; персональную ЭВМ; электрифицированный светоплан города; табло наличия и состояния техники; аппаратуру передачи данных (АПД) (для передачи приказа на выезд техники из пожарных частей); аппаратуру контроля исполнения приказов, сигналы которой поступают на ЦУС от пожарных частей.

Кроме того, для поддержания устойчивой связи диспетчера с пожарными автомобилями и пожарными частями используется стационарная радиостанция.

# Примерный перечень технических средств связи и управления АСОУПО

Наименование технического средства	Тип аппаратуры
<b>Диспетчерский пункт АСОУПО</b>	
ЭВМ	Pentium IV-2400/512/120Гб
Дисплей	ViewSonic 17GS(17",1024x768x85 Гц)
Модем	Sportster Voice 33600 ext.
Мультимедиа: Звуковая плата, Колонки активные, Наушники с микрофоном	Creative Sound Blaster 16 Genius SP-330 7W Naiko Turbo 301PC
Принтер	Lazer Jet 1220, A4, 600dpi, 4 л./мин
Сканер	HP SJ 5p 1200 dpi, A4
<b>Диспетчерский зал</b>	
Светоплан города	оригинальный
Табло наличия и состояния техники	При необходимости
Контрольный пульт пожарной сигнализации на базе ЭВМ	Pentium IV-2400/512/120Гб
Модем	US-Robotics Sportster ext. (14400/V.34)
Мультимедиа: Звуковая плата Колонки активные	Creative Sound Blaster 16 Genius SP-330 7W
Радиостанция стационарная	«Виола-АС»
Телефон с автоопределителем номера абонента	«Русь-22»

# Примерный перечень технических средств связи и управления АСОУПО

Наименование технического средства	Тип аппаратуры
<b>Пульт связи диспетчера</b>	
Многоканальный магнитофон на базе компьютера	Pentium IV-2400/512/200Гб
Устройство предварительного анализа вызовов	Может быть реализовано программно или аппаратно
<b>Пункт управления ПЧ</b>	
Светоплан района	Оригинальный (может быть реализован на ЭВМ с выводом на дисплей)
Пульт связи диспетчера	Panasonic КХ ТА 308
Радиостанция стационарная	«Motorola GM-300»
ЭВМ	Pentium IV-2400/512/120Гб
Модем	US-Robotics Sportster ext (14400/V.34)
Принтер	HP DJ 400 (A4, 300x600 dpi, 2 стр./мин)