

# ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, СЕТИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

## Часть 2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СЕТИ

Профессор, к.т.н. Жигалин Анатолий Георгиевич

# 1 ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

## 1.4 Классификация информационных сетей

Для классификации сетей используются различные признаки:

- территориальная распространенность
- ведомственная принадлежность
- скорость передачи информации
- тип среды передачи, тип ЭВМ, объединяемых в сеть
- способ доступа к информации.

Чаще всего сети делят на типы по территориальному признаку, то есть по величине территории, которую покрывает сеть.

К *локальным сетям* — *Local Area Networks (LAN)* — относят сети компьютеров, сосредоточенные на небольшой территории (обычно в радиусе не более 1-2 км).

Из-за коротких расстояний в LAN имеется возможность использования высококачественных линий связи, которые позволяют достигать высоких скоростей обмена данными. Поэтому услуги, предоставляемые локальными сетями, отличаются широким разнообразием и обычно предусматривают реализацию в режиме on-line.

Сравнительно новый тип локальных сетей - *беспроводные локальные сети - Wireless Local Area Network (WLAN)*. Беспроводная локальная сеть является беспроводной реализацией локальной сети, обеспечивающей свободу перемещения пользователей сетевых устройств. Беспроводные локальные сети, как правило, базируются на технологии 802.11, и обеспечивают те же возможности связи, что и кабельные сети. Скорость передачи данных в сетях стандарта 802.11b составляет 11 Мбит/с, в сетях стандарта 802.11a и 802.11n — до 300 Мбит/с.

Беспроводные технологии локальных сетей позволяют быстро развертывать сети без прокладки кабелей, обеспечивая возможность свободно перемещать ПК с одного места на другое, не теряя при этом соединения с сетью.

*Глобальные сети — Wide Area Networks (WAN) —* объединяют территориально рассредоточенные компьютеры, которые могут находиться в различных городах и странах. Так как прокладка высококачественных линий связи на большие расстояния обходится дорого, в глобальных сетях часто используются уже существующие линии связи, изначально предназначенные совсем для других целей. Например, многие глобальные сети строятся на основе телефонных и телеграфных каналов общего назначения.

Для устойчивой передачи дискретных данных по некачественным линиям связи применяются методы и оборудование, существенно отличающиеся от методов и оборудования, характерных для локальных сетей.

*Городские сети (сети мегаполисов, региональные сети) — Metropolitan Area Networks (MAN) —* являются менее распространенным типом сетей. Они предназначены для обслуживания территории крупного города — мегаполиса. В то время как локальные сети наилучшим образом подходят для разделения ресурсов на коротких расстояниях, а глобальные сети обеспечивают работу на больших расстояниях, но с ограниченной скоростью и небогатым набором услуг, сети мегаполисов занимают некоторое промежуточное положение.

Они используют цифровые магистральные линии связи, часто оптоволоконные, со скоростями от 45 Мбит/с, и предназначены для связи локальных сетей в масштабах города и соединения локальных сетей с глобальными.

По принадлежности различают ведомственные и государственные сети.

*Ведомственные* принадлежат одной организации и располагаются на ее территории.

*Государственные сети* - сети, используемые в государственных структурах.

По скорости передачи информации компьютерные сети делятся на низко-, средне- и высокоскоростные:

- низкоскоростные (до 10 Мбит/с);
- среднескоростные (до 100 Мбит/с);
- высокоскоростные (свыше 100 Мбит/с).

По типу среды передачи сети разделяются на:

- проводные (на коаксиальном кабеле, на витой паре, оптоволоконные)
- беспроводные (с передачей информации по радиоканалам, в инфракрасном диапазоне).

По типу ЭВМ, объединяемых в сеть, различают *однородные сети*, объединяющие программно-совместимые ЭВМ, и *неоднородные*.

По способу доступа к информации сети бывают: *открытые (общедоступные)*; *закрытые (корпоративные)*.

Термин «корпоративная сеть» также используется в литературе для обозначения объединения нескольких сетей, каждая из которых может быть построена на различных технических, программных и информационных принципах.

Локальные сети являются сетями закрытого типа, доступ к ним разрешен только ограниченному кругу пользователей. Глобальные сети являются открытыми и ориентированы на обслуживание любых пользователей.

Одним из проявлений этого сближения является появление сетей масштаба большого города (MAN), занимающих промежуточное положение между локальными и глобальными сетями.

При достаточно больших расстояниях между узлами они обладают качественными линиями связи и высокими скоростями обмена, даже более высокими, чем в классических локальных сетях. Как и в случае локальных сетей, при построении MAN уже существующие линии связи не используются, а прокладываются заново.

В результате службы для режима on-line становятся обычными и в глобальных сетях. Наиболее яркий пример — гипертекстовая информационная служба World Wide Web, ставшая основным поставщиком информации в сети Internet.

1.5 Сети отделов, кампусов и корпораций  
Популярным способом классификации сетей является их классификация по масштабу производственного подразделения, в пределах которого действует сеть. Различают сети отделов, сети кампусов и корпоративные сети.

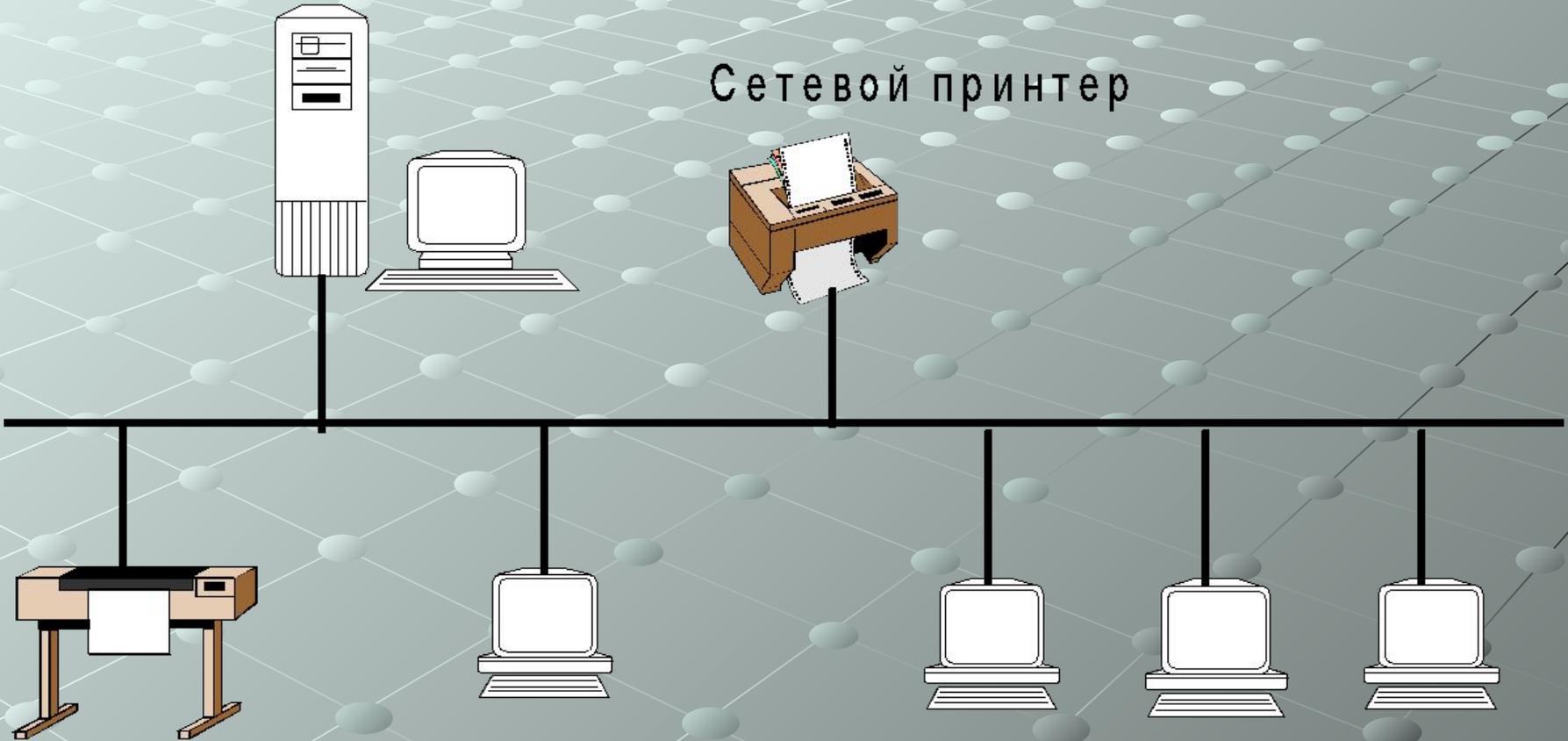
### ***Сети отделов***

*Сети отделов* — это сети, которые используются сравнительно небольшой группой сотрудников. Эти сотрудники решают некоторые общие задачи, например ведут бухгалтерский учет или занимаются маркетингом. Главной целью сети отдела является разделение локальных ресурсов, таких как приложения, данные, лазерные принтеры.

# Пример сети масштаба отдела

Файловый сервер  
Сервер печати  
Сервер приложений

Сетевой принтер



Плоттер

Факсовый сервер

Рабочие станции пользователей

## **Сети кампусов**

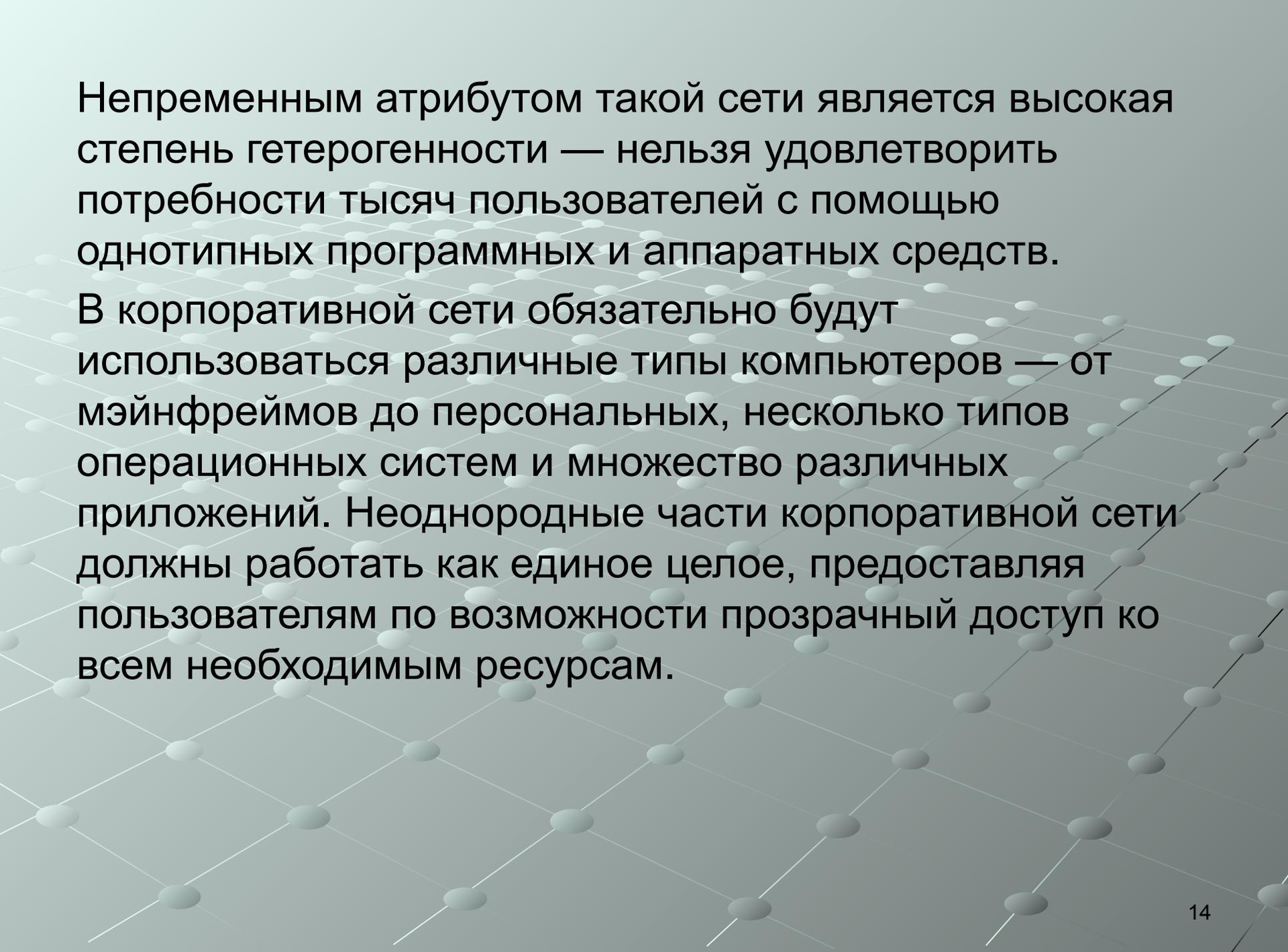
*Сети кампусов* получили свое название от campus — студенческий городок. На территории университетских городков часто возникала необходимость объединения нескольких мелких сетей в одну большую сеть. Сейчас это название не связывают со студенческими городками, а используют для обозначения сетей любых предприятий и организаций.

Сети этого типа объединяют множество сетей различных отделов одного предприятия в пределах отдельного здания или в пределах одной территории, покрывающей площадь в несколько квадратных километров. При этом глобальные соединения в сетях кампусов не используются. Службы такой сети включают взаимодействие между сетями отделов, доступ к общим базам данных предприятия, доступ к общим факс-серверам, модемам и принтерам.

## ***Корпоративные сети***

Сети масштаба предприятия (корпоративные сети) объединяют большое количество компьютеров на всех территориях отдельного предприятия. Они могут быть сложно связаны и покрывать город, регион или даже континент. Число пользователей и компьютеров может измеряться тысячами, а число серверов — сотнями, расстояния между сетями отдельных территорий могут оказаться такими, что становится необходимым использование глобальных связей.

Для соединения удаленных локальных сетей и отдельных компьютеров в корпоративной сети применяются разнообразные телекоммуникационные средства, в том числе телефонные каналы, радиоканалы, спутниковая связь.



Непременным атрибутом такой сети является высокая степень гетерогенности — нельзя удовлетворить потребности тысяч пользователей с помощью однотипных программных и аппаратных средств.

В корпоративной сети обязательно будут использоваться различные типы компьютеров — от мэйнфреймов до персональных, несколько типов операционных систем и множество различных приложений. Неоднородные части корпоративной сети должны работать как единое целое, предоставляя пользователям по возможности прозрачный доступ ко всем необходимым ресурсам.

## 1.6 Требования, предъявляемые к современным информационным сетям

Главным требованием, предъявляемым к сетям, является выполнение сетью ее основной функции — обеспечение пользователям потенциальной возможности доступа к разделяемым ресурсам всех компьютеров, объединенных в сеть. Все остальные требования — производительность, надежность, совместимость, управляемость, защищенность, расширяемость и масштабируемость — связаны с качеством выполнения этой основной задачи.

Часто понятие «качество обслуживания» (Quality of Service, QoS) сети трактуется более узко — в него включаются только две самые важные характеристики сети — производительность и надежность.

## *Производительность*

Существует несколько основных характеристик производительности сети:

- время реакции;
- пропускная способность;
- задержка передачи и вариация задержки передачи.

*Время реакции* сети является интегральной характеристикой производительности сети с точки зрения пользователя.

Время реакции определяется как интервал времени между возникновением запроса пользователя к какой-либо сетевой службе и получением ответа на этот запрос.

*Пропускная способность* отражает объем данных, переданных сетью или ее частью в единицу времени. Пропускная способность уже не является пользовательской характеристикой, так как она говорит о скорости выполнения внутренних операций сети — передачи пакетов данных между узлами сети через различные коммуникационные устройства.

Она непосредственно характеризует качество выполнения основной функции сети — транспортировки сообщений — и поэтому чаще используется при анализе производительности сети, чем время реакции.

Пропускная способность измеряется либо в битах в секунду, либо в пакетах в секунду, может быть мгновенной, максимальной и средней.

Пропускную способность можно измерять между любыми двумя узлами сети, например между клиентским компьютером и сервером, между входным и выходным портами маршрутизатора.

Из-за последовательного характера передачи пакетов различными элементами сети общая пропускная способность сети любого составного пути в сети будет равна *минимальной* из пропускных способностей составляющих элементов маршрута.

*Задержка передачи* определяется как промежуток времени между моментом поступления пакета на вход какого-либо сетевого устройства и моментом появления его на выходе этого устройства. Этот параметр производительности по смыслу близок ко времени реакции сети, но отличается тем, что всегда характеризует только сетевые этапы обработки данных, без задержек обработки компьютерами сети.

Пропускная способность и задержки передачи являются независимыми параметрами, так что сеть может обладать, например, высокой пропускной способностью, но вносить значительные задержки при передаче каждого пакета.

Пример такой ситуации дает канал связи, образованный геостационарным спутником. Пропускная способность этого канала может быть весьма высокой, например 2 Мбит/с, в то время как задержка передачи всегда составляет не менее 0,24 с, что определяется скоростью распространения сигнала (около 300 000 км/с) и длиной канала (72000 км).

## ***Надежность и безопасность***

Для оценки надежности сложных систем применяется следующий набор характеристик:

*Готовность* или *коэффициент готовности* (*availability*) означает промежуток времени, в течение которого система может быть использована.

Готовность может быть улучшена путем введения избыточности: ключевые элементы системы должны существовать в нескольких экземплярах, чтобы при отказе одного из них функционирование системы обеспечивали другие.

Другим аспектом общей надежности является *безопасность (security)*, то есть способность системы защитить данные от несанкционированного доступа. В распределенной системе это сделать гораздо сложнее, чем в централизованной.

В сетях сообщения передаются по линиям связи, часто проходящим через общедоступные помещения, в которых могут быть установлены средства прослушивания линий. Другим уязвимым местом могут быть оставленные без присмотра персональные компьютеры.

Кроме того, всегда имеется потенциальная угроза взлома защиты сети от неавторизованных пользователей, если сеть имеет выходы в глобальные сети общего пользования.

Еще одной характеристикой надежности является *отказоустойчивость (fault tolerance)*.

В сетях под отказоустойчивостью понимается способность системы скрыть от пользователя отказ отдельных ее элементов. Например, если копии таблицы базы данных хранятся одновременно на нескольких файловых серверах, то пользователи могут просто не заметить отказ одного из них.

В отказоустойчивой системе отказ одного из ее элементов приводит к некоторому снижению качества ее работы (деградации), а не к останову. Так при отказе одного из файловых серверов в предыдущем примере увеличивается только время доступа к базе данных из-за уменьшения степени распараллеливания запросов, но в целом система будет продолжать выполнять свои функции.

## ***Расширяемость и масштабируемость***

*Расширяемость (extensibility)* означает возможность легкого добавления отдельных элементов сети (пользователей, компьютеров, приложений, служб), наращивания длины сегментов сети и замены существующей аппаратуры более мощной.

При этом принципиально важно, что легкость расширения системы иногда может обеспечиваться в некоторых весьма ограниченных пределах.

*Масштабируемость (scalability)* означает, что сеть позволяет наращивать количество узлов и протяженность связей в очень широких пределах, при этом производительность сети не ухудшается.

Для обеспечения масштабируемости сети приходится применять дополнительное коммуникационное оборудование.

## **Прозрачность**

*Прозрачность (transparency)* сети достигается в том случае, когда сеть представляется пользователям не как множество отдельных компьютеров, связанных между собой сложной системой кабелей, а как единая традиционная вычислительная машина с системой разделения времени.

Прозрачность может быть достигнута на двух уровнях — пользователя и программиста.

На уровне пользователя прозрачность означает, что для работы с удаленными ресурсами он использует те же процедуры, что и для работы с локальными ресурсами.

На программном уровне — приложению для доступа к удаленным ресурсам требуются те же вызовы, что и для доступа к локальным ресурсам.

Сеть должна скрывать все особенности операционных систем и различия в типах компьютеров.

## *Поддержка разных видов трафика*

Сети изначально предназначены для совместного доступа пользователя к ресурсам компьютеров: файлам, принтерам и т. п.

В 90-х годах в сетях появился трафик мультимедийных данных, представляющих в цифровой форме речь и видеоизображение.

Для динамической передачи такого трафика требуются иные алгоритмы и протоколы и, соответственно, другое оборудование.

Главной особенностью мультимедийного трафика, образующегося при динамической передаче голоса или изображения, является наличие жестких требований к синхронности передаваемых сообщений.

Для качественного воспроизведения непрерывных процессов, которыми являются звуковые колебания или изменения интенсивности света в видеоизображении, необходимо получение измеренных и закодированных амплитуд сигналов с той же частотой, с которой они были измерены на передающей стороне. При запаздывании сообщений будут наблюдаться искажения.

Трафик компьютерных данных характеризуется крайне неравномерной интенсивностью поступления сообщений в сеть при отсутствии жестких требований к синхронности доставки этих сообщений.

Все алгоритмы компьютерной связи, соответствующие протоколы и коммуникационное оборудование были рассчитаны именно на такой «пульсирующий» характер трафика.

Необходимость передачи мультимедийного трафика потребовала внесения принципиальных изменений как в протоколы, так и оборудование. Сегодня практически все новые протоколы в той или иной степени предоставляют поддержку мультимедийного трафика. Особую сложность представляет *совмещение* в одной сети традиционного *компьютерного* и *мультимедийного* трафиков. Передача исключительно мультимедийного трафика сетью хотя и связана с определенными сложностями, но вызывает меньшие трудности. А вот случай сосуществования двух типов трафика с противоположными требованиями к качеству обслуживания является намного более сложной задачей.

## ***Управляемость***

*Управляемость* сети подразумевает возможность централизованно контролировать состояние основных элементов сети, выявлять и разрешать проблемы, возникающие при работе сети, выполнять анализ производительности и планировать развитие сети.

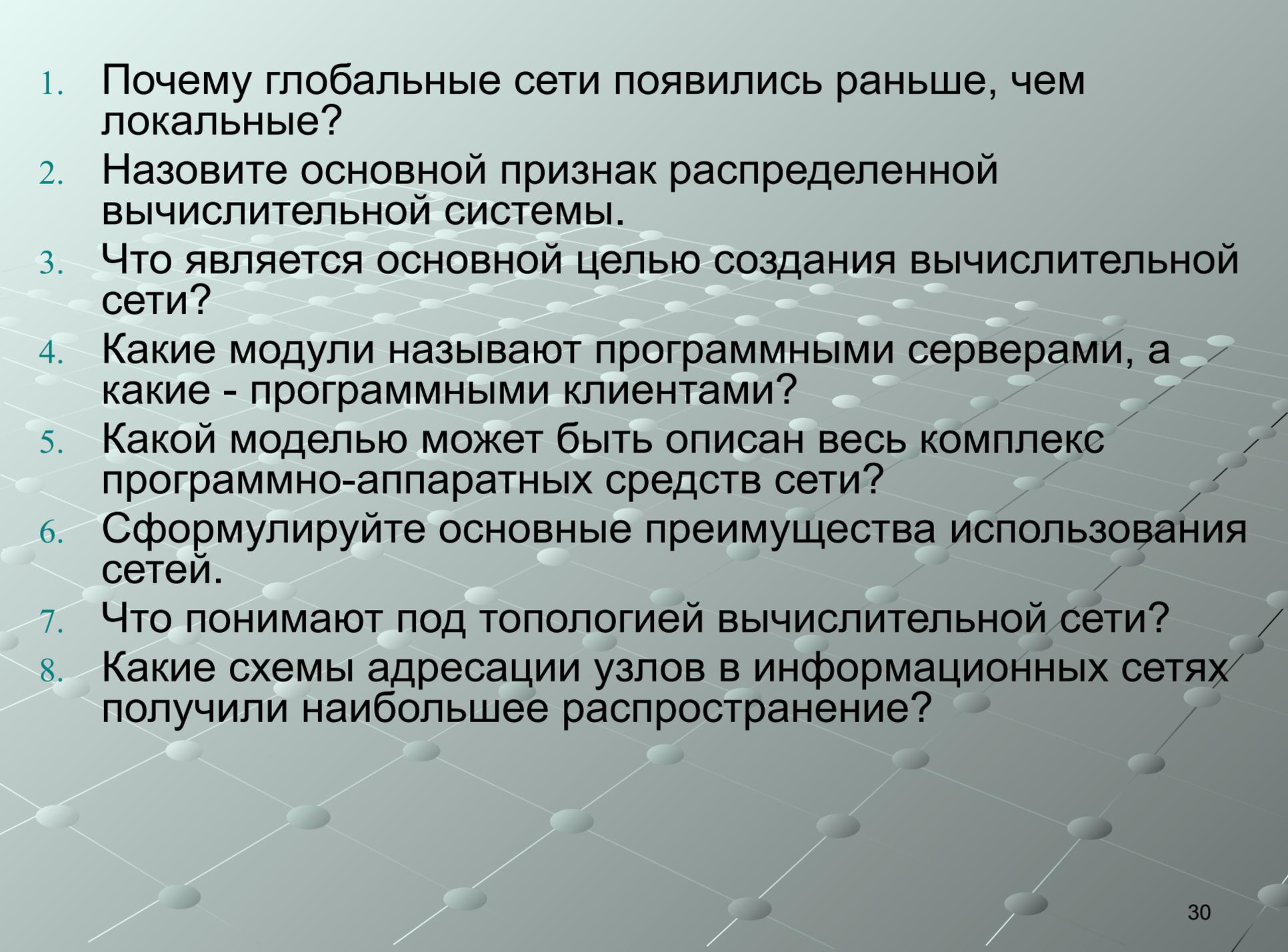
Админы сталкиваются с ежедневными проблемами обеспечения работоспособности сети, которые требуют быстрого решения. Постепенно становятся заметны более общие проблемы производительности, конфигурирования сети, обработки сбоев и безопасности данных, требующие стратегического подхода, то есть планирования сети.

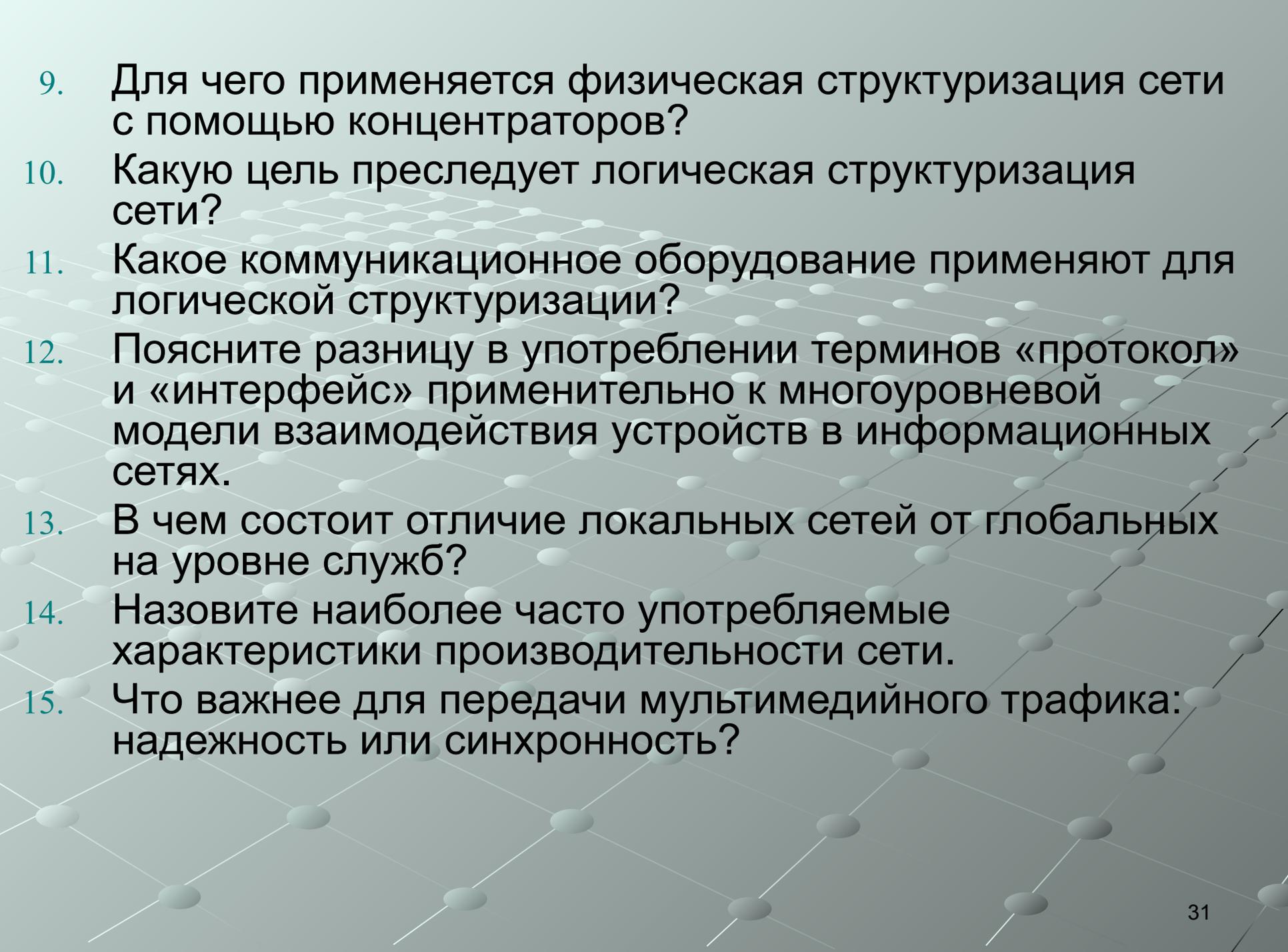
Планирование, кроме этого, включает прогноз изменений требований пользователей к сети, вопросы применения новых приложений, новых сетевых технологий и т. п.

## **Совместимость**

*Совместимость* или *интегрируемость* означает, что сеть способна включать в себя разнообразное программное и аппаратное обеспечение, то есть в ней могут сосуществовать различные операционные системы, поддерживающие разные стеки коммуникационных протоколов, и работать аппаратные средства и приложения от разных производителей.

Сеть, состоящая из разнотипных элементов, называется *неоднородной* или *гетерогенной*, а если гетерогенная сеть работает без проблем, то она является интегрированной. Основным путем построения интегрированных сетей — использование модулей, выполненных в соответствии с открытыми стандартами и спецификациями.

- 
1. Почему глобальные сети появились раньше, чем локальные?
  2. Назовите основной признак распределенной вычислительной системы.
  3. Что является основной целью создания вычислительной сети?
  4. Какие модули называют программными серверами, а какие - программными клиентами?
  5. Какой моделью может быть описан весь комплекс программно-аппаратных средств сети?
  6. Сформулируйте основные преимущества использования сетей.
  7. Что понимают под топологией вычислительной сети?
  8. Какие схемы адресации узлов в информационных сетях получили наибольшее распространение?

- 
9. Для чего применяется физическая структуризация сети с помощью концентраторов?
  10. Какую цель преследует логическая структуризация сети?
  11. Какое коммуникационное оборудование применяют для логической структуризации?
  12. Поясните разницу в употреблении терминов «протокол» и «интерфейс» применительно к многоуровневой модели взаимодействия устройств в информационных сетях.
  13. В чем состоит отличие локальных сетей от глобальных на уровне служб?
  14. Назовите наиболее часто употребляемые характеристики производительности сети.
  15. Что важнее для передачи мультимедийного трафика: надежность или синхронность?