Лекция 3. Логическая и физическая структура компьютерных сетей

Дисциплина: Компьютерные сети

Цель лекции

Изучить логическую и физическую структуру компьютерных сетей, рассмотреть принципы организации базовой системы обмена данными (БСОД), способы распределения функций коммутации и особенности крупномасштабных сетей общего назначения.

План лекции

1. Логическая структура компьютерной сети.
2. Физическая структура компьютерной сети.
3. Базовая система (сеть) обмена данными (БСОД).
4. Способы распределения функций коммутации в БСОД.
5. Крупномасштабные сети обмена данными общего назначения.

1. Логическая структура компьютерной сети

Логическая структура компьютерной сети определяет принципы взаимодействия сетевых устройств, порядок передачи данных, правила адресации и способы организации обмена информацией.

Она описывает не столько физическое расположение оборудования, сколько то, как устройства взаимодействуют между собой с точки зрения сетевых протоколов и организации передачи данных.

К логической структуре относятся:

- логические связи между сетевыми узлами;
- правила адресации устройств;
- сетевые протоколы;
- маршруты передачи данных;
- организация подсетей и виртуальных сетей;
- распределение сетевых ресурсов.

Пример логической структуры

В университете могут существовать отдельные логические сети для преподавателей, студентов и административного персонала. При этом все компьютеры могут быть подключены к одним и тем же коммутаторам.

Для разделения сетей могут использоваться VLAN. Каждая VLAN образует отдельный широковещательный домен, даже если устройства физически подключены к одному коммутатору.



Рисунок 1. Пример логического разделения сети университета.

Логическое разделение позволяет ограничить доступ между группами устройств, повысить безопасность и упростить управление сетью.

Основные логические модели организации сети

1. Одноранговая модель. Устройства могут предоставлять ресурсы друг другу без выделенного центрального сервера.

2. Клиент-серверная модель. Клиенты обращаются к серверам для получения данных, файлов и сетевых услуг.

3. Многоуровневая модель. Сеть организуется по уровням, каждый из которых выполняет определённые функции. Например, в корпоративной сети могут выделяться уровень доступа, уровень распределения и ядро сети.

Логическая топология

Логическая топология показывает, каким образом данные передаются между узлами независимо от физического расположения кабелей и оборудования.

Например, физически компьютеры могут быть соединены через коммутатор по топологии «звезда», а логически разделены на несколько VLAN.

Таким образом, логическая структура определяет правила и организацию взаимодействия устройств.

2. Физическая структура компьютерной сети

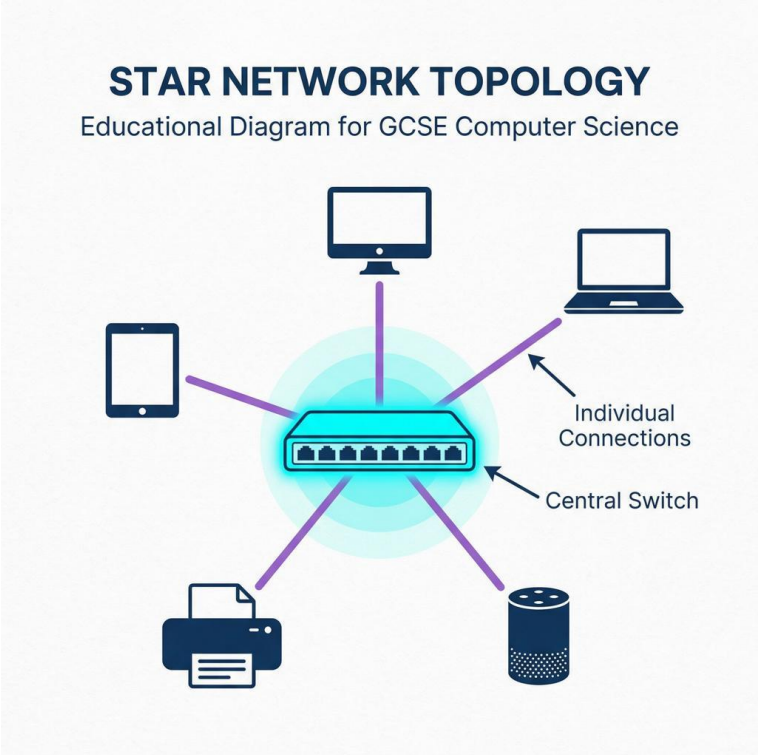
Физическая структура компьютерной сети представляет собой реальное расположение сетевых устройств, кабелей, каналов связи и точек подключения.

Она показывает, какое оборудование используется и каким образом оно физически соединено.

К основным компонентам физической структуры относятся:

- компьютеры и серверы;
- коммутаторы;
- маршрутизаторы;
- сетевые интерфейсы;
- медные кабели;
- оптоволоконные линии;
- точки беспроводного доступа;
- телекоммуникационные шкафы и стойки.

Основные физические топологии

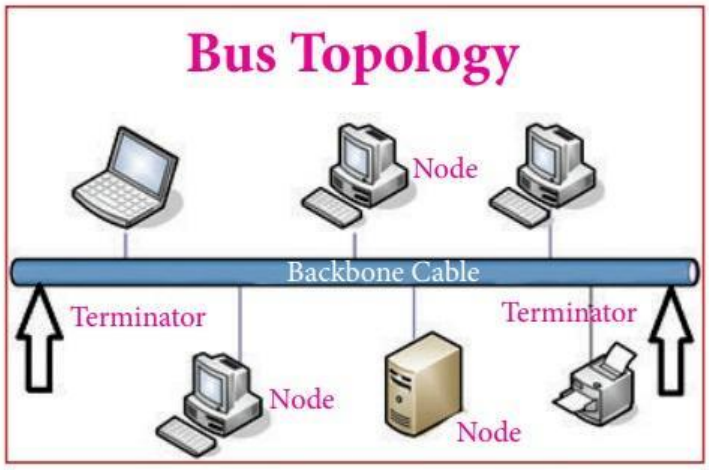


1. Топология «Звезда»

Все устройства подключаются к центральному узлу, например коммутатору.

Преимущества: простота расширения и поиска неисправностей.

Недостаток: отказ центрального узла может нарушить работу подключённых устройств.

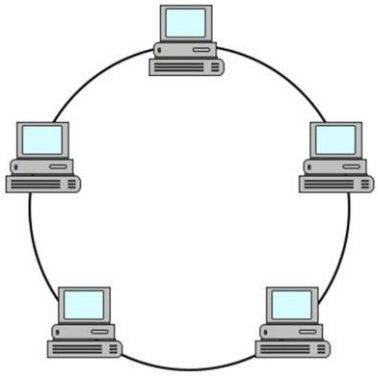


2. Топология «Шина»

Устройства подключаются к общей линии связи.

Преимущество: простая структура с небольшим количеством кабеля.

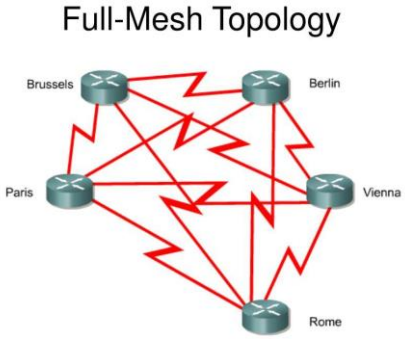
Недостатки: повреждение основной линии может нарушить связь всей сети; технология имеет ограниченное применение в современных локальных сетях.



3. Топология «Кольцо»

Каждый узел соединяется с соседними узлами, образуя замкнутый контур.

Особенность: передача данных зависит от используемого механизма доступа к кольцу и резервирования.



4. Ячеистая топология (Mesh)

Узлы соединяются несколькими независимыми линиями.

Преимущества: высокая отказоустойчивость и наличие альтернативных путей передачи данных.

Недостаток: сложность и высокая стоимость построения полной ячеистой сети.

Рисунок 2. Основные физические топологии компьютерных сетей.

Сравнение логической и физической структуры

Признак	Логическая структура	Физическая структура
Что описывает	Организацию обмена данными	Реальное соединение устройств
Основные элементы	Адреса, протоколы, VLAN, маршруты	Кабели, коммутаторы, маршрутизаторы
Основной вопрос	Как передаются данные?	Как соединены устройства?
Пример	Разделение устройств по VLAN	Подключение компьютеров к коммутатору

Логическая и физическая структуры взаимосвязаны. Физическая сеть обеспечивает передачу сигналов, а логическая организация определяет порядок обмена данными.

3. Базовая система (сеть) обмена данными (БСОД)

Базовая система обмена данными (БСОД) в контексте организации компьютерных сетей может рассматриваться как совокупность технических средств, каналов связи и механизмов управления, которые обеспечивают передачу информации между сетевыми узлами.

В более общем смысле БСОД образует основу, на которой работают пользовательские приложения и сетевые службы.

Основные функции БСОД:

1. Обеспечение соединения между узлами сети.
2. Передача данных по каналам связи.
3. Выбор направления передачи данных.
4. Коммутация и распределение потоков информации.
5. Обработка адресов и служебных данных.

6. Контроль ошибок и состояния соединений в соответствии с используемыми протоколами.

Структура БСОД



Рисунок 1. Обобщённая структура системы обмена данными.

В реальной сети узлы коммутации соединены друг с другом и могут образовывать сложную структуру. Данные проходят через один или несколько промежуточных узлов до достижения получателя.

Основные элементы БСОД

Каналы связи обеспечивают передачу сигналов между сетевыми узлами.

Узлы коммутации принимают данные и направляют их к следующим узлам или конечному получателю.

Узлы доступа обеспечивают подключение пользовательских устройств к сети.

Система управления контролирует состояние оборудования, маршруты, параметры соединений и использование ресурсов.

Например, при передаче данных из локальной сети в Интернет пакет проходит через сетевой интерфейс компьютера, коммутатор и маршрутизатор. Затем он передаётся через сеть оператора связи к удалённому узлу.

4. Способы распределения функций коммутации в БСОД

Коммутация представляет собой процесс выбора выходного направления и передачи данных от входного интерфейса сетевого устройства к соответствующему выходному интерфейсу.

Функции коммутации могут быть организованы по-разному. Распределение зависит от архитектуры сети, типа оборудования и применяемых технологий.

4.1. Централизованная коммутация

При централизованной организации основные решения по управлению соединениями или распределению ресурсов принимает центральный узел.

Особенности:

- управление сосредоточено в одном месте;
- настройка и контроль могут быть проще;
- отказ центрального узла способен повлиять на работу сети;
- масштабирование зависит от возможностей центрального оборудования.

Пример: сеть, в которой все пользовательские устройства подключены к центральному коммутатору.

Следует различать физическое расположение оборудования и управление коммутацией. Центральный коммутатор не обязательно выполняет все функции управления всей сетью.

4.2. Децентрализованная коммутация

При децентрализованной организации функции коммутации распределяются между несколькими сетевыми узлами.

Каждый узел обрабатывает поступающие данные и принимает решения в соответствии со своими таблицами коммутации или маршрутизации.

Особенности:

- обработка данных выполняется на нескольких устройствах;
- нагрузка распределяется между узлами;
- сеть может иметь альтернативные пути передачи;
- управление и диагностика могут быть сложнее.

Пример: корпоративная сеть с несколькими маршрутизаторами, которые передают пакеты между разными подсетями.

4.3. Смешанная организация

В крупных сетях могут применяться оба подхода. Часть функций управления может быть централизована, а непосредственная передача данных выполняется распределёнными коммутаторами и маршрутизаторами.

Например, программно-определяемые сети (SDN) могут использовать централизованный контроллер для управления правилами, а сетевые устройства выполняют передачу данных.

Сравнение способов распределения функций

Критерий	Централизованный подход	Децентрализованный подход
Принятие решений	В центральном узле или центре управления	На нескольких узлах
Управление	Часто проще организовать	Требует согласованной работы узлов
Отказоустойчивость	Зависит от резервирования центра	Может быть выше при наличии альтернативных путей
Масштабирование	Может потребовать расширения центрального узла	Возможно за счёт добавления новых узлов
Применение	Небольшие сети, централизованное управление	Крупные распределённые сети

Коммутация каналов и пакетов

В БСОД также важно различать способы передачи данных.

Коммутация каналов предполагает установление выделенного соединения между участниками на время сеанса связи.

Коммутация пакетов предполагает передачу информации отдельными пакетами через сеть общих ресурсов. Пакеты могут проходить через разные промежуточные узлы.

Современный Интернет в основном использует коммутацию пакетов. Такой подход позволяет нескольким пользователям совместно использовать каналы связи.

5. Крупномасштабные сети обмена данными общего назначения

Крупномасштабные сети обмена данными общего назначения предназначены для передачи информации между большим количеством пользователей, организаций и вычислительных систем на значительных расстояниях.

Они объединяют множество локальных и региональных сетей, а также используют инфраструктуру операторов связи.

Основные характеристики:

- большая территория охвата;
- большое количество сетевых узлов;
- высокая суммарная нагрузка;
- использование различных каналов связи;
- применение маршрутизации и коммутации;
- взаимодействие сетей разных организаций;
- поддержка множества сетевых услуг.

5.1. Интернет

Интернет представляет собой глобальную сеть взаимосвязанных сетей, которые обмениваются данными с использованием набора протоколов TCP/IP.

Интернет обеспечивает:

- доступ к веб-сайтам;
- электронную почту;
- передачу файлов;
- видеоконференции;
- облачные сервисы;
- потоковое аудио и видео;
- удалённый доступ к информационным системам.

Интернет не принадлежит одной организации. Его работа обеспечивается взаимодействием операторов, провайдеров, владельцев сетей и других участников.

5.2. Магистральные сети

Магистральные сети обеспечивают передачу больших объёмов данных между региональными сетями, городами, центрами обработки данных и сетями операторов.

Для их построения широко применяется оптоволоконная связь.

Основные задачи магистральной сети:

- передача больших потоков данных;
- соединение региональных узлов;
- обеспечение связи между сетями операторов;
- предоставление альтернативных маршрутов передачи.

5.3. Сети операторов связи

Сети операторов связи обеспечивают подключение пользователей к Интернету и другим телекоммуникационным услугам.

Они могут включать:

- сети фиксированного широкополосного доступа;
- мобильные сети;
- транспортные сети;
- узлы доступа;
- маршрутизаторы и коммутаторы;
- системы управления и мониторинга.

5.4. Корпоративные сети крупного масштаба

Крупные организации могут объединять офисы и филиалы в разных городах и странах. Для этого используются частные каналы связи, виртуальные частные сети (VPN) и другие технологии.

Такие сети обеспечивают безопасный доступ к внутренним ресурсам организации и обмен данными между подразделениями.

При передаче данных между двумя удалёнными сетями маршрутизаторы определяют дальнейший путь пакетов. Если один маршрут недоступен и сеть поддерживает резервные пути, трафик может быть направлен по другому маршруту.

Заключение

Логическая и физическая структуры описывают разные стороны организации компьютерной сети. Физическая структура определяет соединение устройств и размещение оборудования, а логическая структура задаёт правила обмена данными.

Базовая система обмена данными объединяет каналы связи, узлы коммутации и механизмы управления. Распределение функций коммутации влияет на производительность, масштабируемость и отказоустойчивость сети.

Крупномасштабные сети, в том числе Интернет и магистральные сети операторов, обеспечивают обмен данными между пользователями и организациями на больших расстояниях.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под логической структурой компьютерной сети?
2. Что включает физическая структура сети?
3. Чем отличаются логическая и физическая структуры?
4. Какие существуют физические топологии?
5. Что такое базовая система обмена данными?
6. Какие основные функции выполняет БСОД?
7. В чём различие между централизованным и децентрализованным распределением функций коммутации?
8. Чем отличаются коммутация каналов и коммутация пакетов?
9. Что такое магистральная сеть?
10. Какие функции выполняют крупномасштабные сети общего назначения?

Практическое задание

Представьте, что университет состоит из трёх корпусов. В каждом корпусе есть компьютерные классы, преподавательские кабинеты и административные подразделения.

1. Предложите физическую схему соединения трёх корпусов.
2. Определите подходящую физическую топологию.
3. Предложите логическое разделение сети с помощью VLAN.
4. Укажите, какое оборудование потребуется для связи между корпусами.
5. Объясните, как данные будут передаваться от компьютера одного корпуса к серверу другого корпуса.
6. Определите, какие функции коммутации будут выполняться коммутаторами, а какие маршрутизаторами.