Лекция 11. Введение в глобальные компьютерные сети

Дисциплина: Сетевые технологии

План лекции:

1. Общие сведения о глобальных компьютерных сетях.
2. Основные критерии оценки производительности глобальной сети.
3. Топологии глобальных компьютерных сетей.

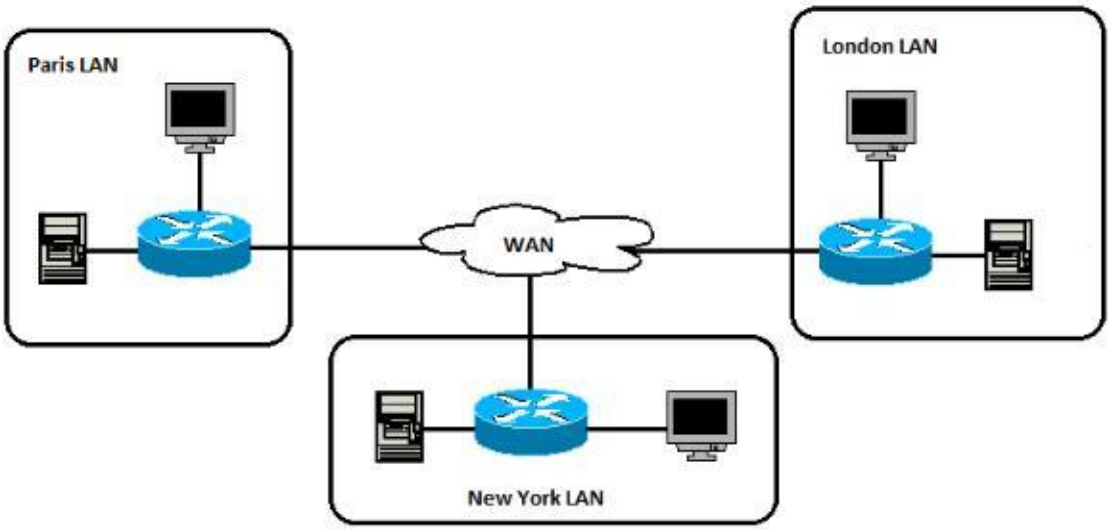
1. Общие сведения о глобальных компьютерных сетях

1.1. Понятие глобальной компьютерной сети

Глобальная компьютерная сеть (WAN, Wide Area Network) представляет собой сеть, которая объединяет компьютеры, локальные сети и другие сетевые устройства на больших географических расстояниях.

В отличие от локальных сетей (LAN), которые обычно охватывают помещения, здания или территории организаций, глобальные сети могут объединять устройства в разных городах, странах и на разных континентах.

Главным примером глобальной компьютерной сети является Интернет.



Глобальные сети обеспечивают обмен информацией между удалёнными пользователями и организациями. Для передачи данных используются различные каналы связи, сетевые протоколы и телекоммуникационное оборудование.

1.2. Основные задачи глобальных сетей

Глобальные компьютерные сети предназначены для решения следующих задач:

1. Объединение территориально удалённых локальных сетей.
2. Передача информации между пользователями, которые находятся в разных регионах.
3. Организация удалённого доступа к информационным ресурсам.
4. Обеспечение работы корпоративных информационных систем.
5. Передача файлов, документов и мультимедийных данных.
6. Организация видеоконференций и IP-телефонии.
7. Обеспечение доступа к облачным сервисам и базам данных.

1.3. Отличия локальных и глобальных сетей

Локальные и глобальные сети имеют общую задачу: передачу данных между сетевыми устройствами. Однако они отличаются масштабом, способом организации и используемыми каналами связи.

Характеристика	LAN	WAN
Название	Локальная сеть	Глобальная сеть
Территория	Комната, здание, организация	Города, страны, континенты
Скорость	Обычно высокая	Зависит от канала связи
Задержка	Обычно небольшая	Обычно выше
Каналы связи	Витая пара, оптоволокно, Wi-Fi	Оптоволокно, радиоканалы, спутниковая связь
Владение	Обычно одна организация	Часто несколько операторов связи
Пример	Сеть университета	Интернет

1.4. Основные компоненты глобальной сети

Для организации глобальной сети используются следующие компоненты.

1. Маршрутизаторы (Router).

Маршрутизаторы обеспечивают передачу пакетов между различными сетями. Они анализируют IP-адреса получателей и выбирают подходящий маршрут.

2. Каналы связи.

Каналы связи обеспечивают физическую передачу данных между удалёнными узлами. Они могут быть проводными, беспроводными и спутниковыми.

3. Коммутаторы (Switch).

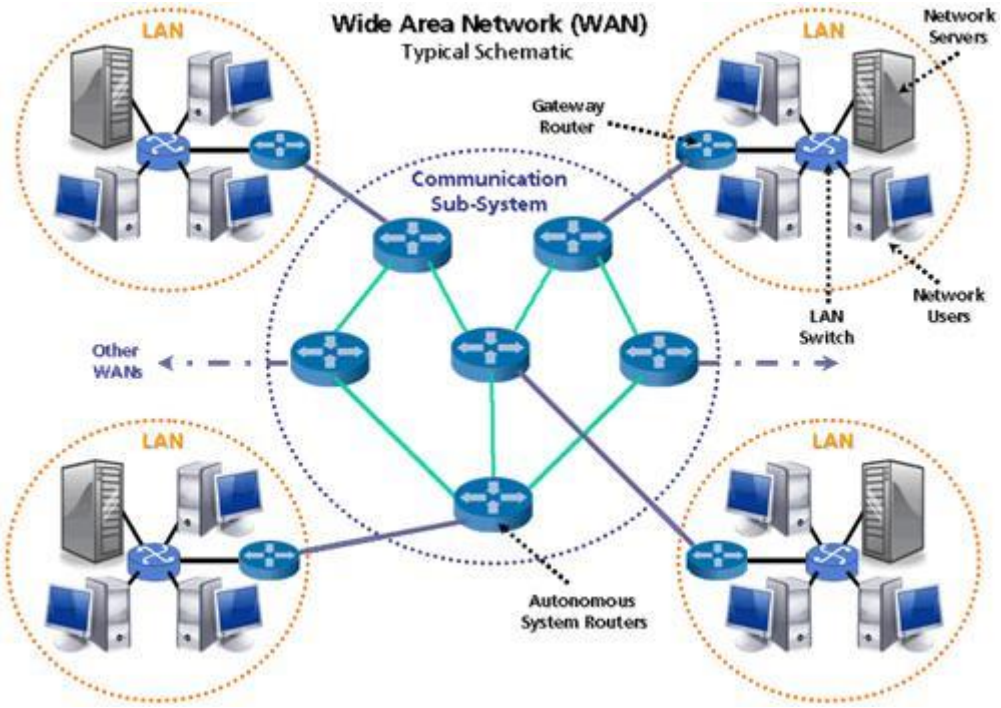
Коммутаторы используются для соединения устройств внутри отдельных сетевых сегментов и узлов инфраструктуры оператора.

4. Модемы и оконечное оборудование.

Используются для подключения к сетям операторов связи и преобразования сигналов в соответствии с применяемой технологией.

5. Серверы.

Серверы предоставляют сетевые ресурсы, базы данных, веб-сайты, приложения и другие информационные услуги.



1.5. Основные технологии глобальных сетей

Для построения WAN используются различные технологии передачи данных.

- MPLS (Multiprotocol Label Switching): технология передачи пакетов с использованием меток. Применяется в корпоративных сетях операторов связи.
- VPN (Virtual Private Network): технология создания защищённых виртуальных каналов через существующие сети.
- SD-WAN (Software-Defined WAN): технология централизованного управления глобальной сетью и выбора каналов передачи данных.
- IP-сети: сети, в которых передача данных осуществляется на основе протокола IP.
- Спутниковая связь: используется для подключения удалённых территорий, где отсутствует развитая наземная инфраструктура.
- Оптоволоконная связь: обеспечивает передачу больших объёмов информации на значительные расстояния.

2. Основные критерии оценки производительности глобальной сети

Производительность глобальной сети характеризует способность сети передавать данные с необходимой скоростью, минимальными задержками и допустимым уровнем потерь.

Для оценки качества работы WAN применяются несколько основных показателей.

2.1. Пропускная способность (Bandwidth)

Пропускная способность показывает максимальный объём данных, который может быть передан по каналу связи за единицу времени.

Измеряется в битах в секунду:

- бит/с (bps);
- Кбит/с (Kbps);
- Мбит/с (Mbps);
- Гбит/с (Gbps).

Например, если пропускная способность канала составляет 100 Мбит/с, это означает, что канал теоретически способен передавать до 100 миллионов бит в секунду.

2.2. Фактическая скорость передачи данных (Throughput)

Throughput показывает реальную скорость передачи полезных данных через сеть за определённый промежуток времени.

Фактическая скорость может быть ниже пропускной способности канала из-за:

- сетевых перегрузок;
- служебных заголовков пакетов;
- потерь данных;
- повторной передачи пакетов;
- ограничений оборудования.

Например, при пропускной способности 100 Мбит/с фактическая скорость передачи может составлять 85 Мбит/с.

2.3. Задержка передачи данных (Latency)

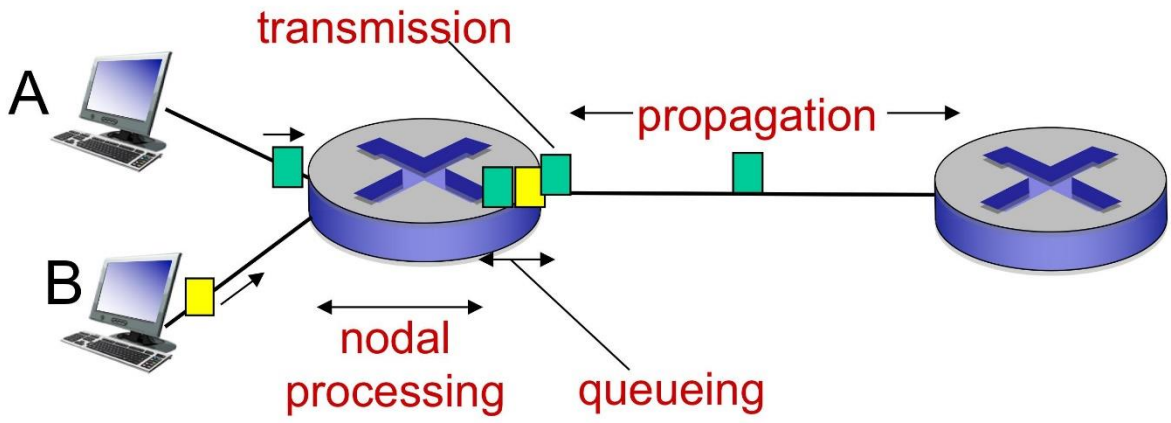
Latency представляет собой время, которое требуется для передачи данных от источника к получателю.

Обычно задержка измеряется в миллисекундах (мс).

На величину задержки влияют:

1. Расстояние между устройствами.
2. Скорость распространения сигнала.
3. Количество промежуточных маршрутизаторов.
4. Время обработки пакетов.
5. Загруженность каналов связи.

Например, при передаче данных между компьютерами в одном здании задержка обычно значительно меньше, чем при передаче между континентами.



2.4. Джиттер (Jitter)

Джиттер представляет собой изменение задержки передачи последовательных пакетов данных.

Если пакеты поступают через неодинаковые промежутки времени, возникает джиттер.

Этот показатель особенно важен для:

- видеоконференций;
- IP-телефонии;
- онлайн-трансляций;
- интерактивных приложений.

Например, при видеозвонке высокий джиттер может вызвать прерывание звука, задержку речи и ухудшение качества изображения.

2.5. Потери пакетов (Packet Loss)

Потери пакетов возникают, когда часть передаваемых данных не достигает получателя.

Основные причины:

- перегрузка сети;
- неисправность оборудования;
- ошибки передачи;
- повреждение каналов связи;
- неправильная настройка сетевых устройств.

Потери пакетов измеряются в процентах.

Например, если из 1000 отправленных пакетов 10 не дошли до получателя, потери составят:

\[P=\frac{10}{1000}\times100\%=1\% \]

Чем меньше процент потерь, тем лучше качество передачи данных.

2.6. Доступность сети (Availability)

Доступность характеризует время, в течение которого сеть находится в рабочем состоянии и предоставляет пользователям необходимые услуги.

Обычно показатель выражается в процентах.

Например:

- 99% доступности;
- 99,9% доступности;
- 99,99% доступности.

Чем выше доступность, тем реже возникают длительные перерывы в работе сети.

2.7. Надёжность сети

Надёжность характеризует способность сети сохранять работоспособность при отказах отдельных компонентов.

Для повышения надёжности применяются:

- резервные каналы связи;
- дополнительные маршрутизаторы;
- альтернативные маршруты передачи данных;
- резервные источники питания;
- автоматическое переключение на резервные соединения.

2.8. Основные показатели производительности WAN

Показатель	Что характеризует	Единица измерения
Bandwidth	Пропускная способность	Мбит/с, Гбит/с
Throughput	Фактическая скорость передачи	Мбит/с
Latency	Задержка передачи	мс
Jitter	Изменение задержки	мс
Packet Loss	Потери пакетов	%
Availability	Доступность сети	%
Reliability	Надёжность работы	Показатели отказов и восстановления

Пример оценки производительности сети

Предположим, что организация использует глобальную сеть со следующими характеристиками:

Параметр	Значение
Пропускная способность	100 Мбит/с
Фактическая скорость	85 Мбит/с
Задержка	40 мс
Джиттер	5 мс
Потери пакетов	0,5%
Доступность	99,9%

По этим показателям можно оценить качество канала связи и определить, подходит ли он для работы с корпоративными приложениями, видеоконференциями и передачей больших файлов.

3. Топологии глобальных компьютерных сетей

3.1. Понятие топологии WAN

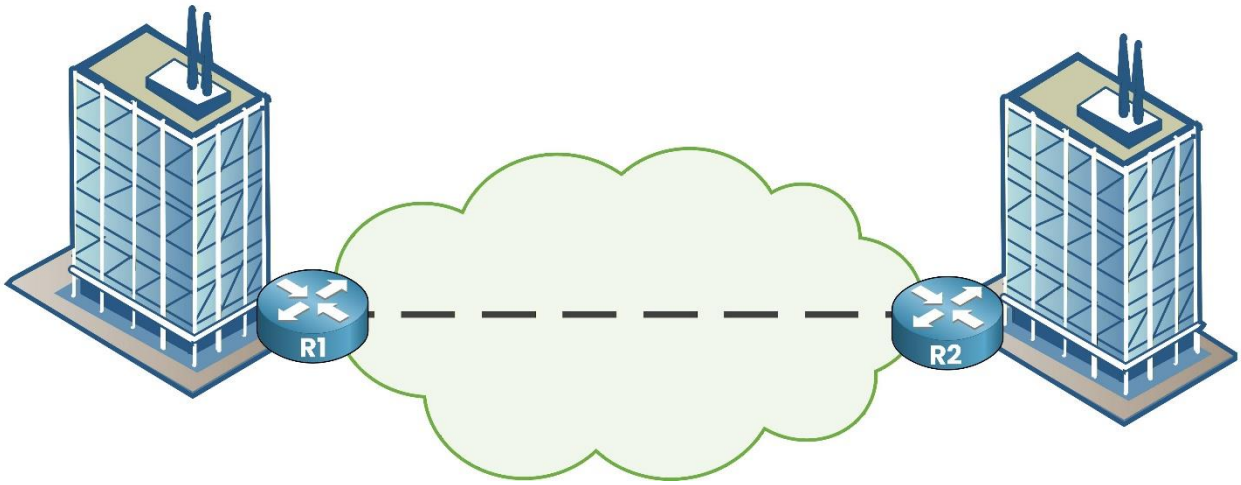
Топология глобальной сети представляет собой способ соединения удалённых сетевых узлов, маршрутизаторов и локальных сетей между собой.

Топология определяет структуру сети, возможные маршруты передачи данных и способы взаимодействия между её компонентами.

В глобальных сетях применяются следующие основные топологии:

1. Точка-точка (Point-to-Point).
2. Звезда (Star).
3. Кольцо (Ring).
4. Ячеистая топология (Mesh).
5. Древовидная топология (Tree).
6. Гибридная топология (Hybrid).

3.2. Топология «Точка-точка» (Point-to-Point)



Топология Point-to-Point предполагает прямое соединение двух сетевых узлов через отдельный канал связи.

Например, головной офис организации может быть напрямую соединён с филиалом в другом городе.

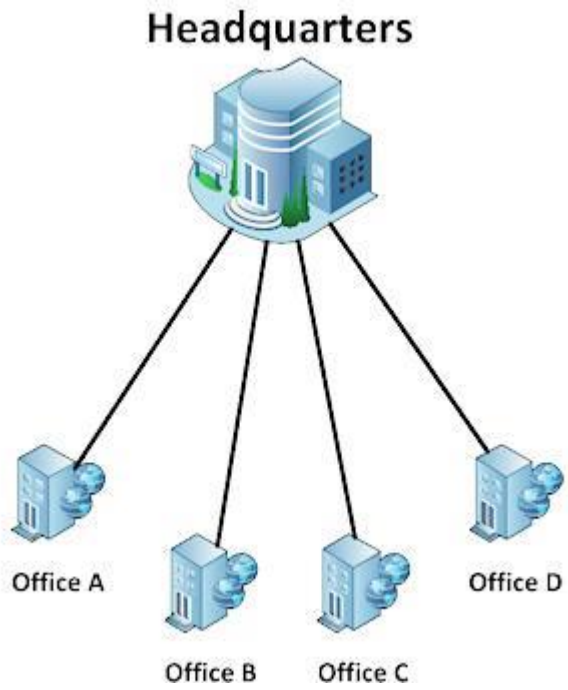
Преимущества:

- простота организации;
- предсказуемая передача данных;
- отсутствие необходимости в сложной маршрутизации между двумя узлами.

Недостатки:

- соединяет только две конечные точки;
- увеличение количества филиалов требует дополнительных каналов;
- повреждение канала приводит к потере связи между узлами.

3.3. Топология «Звезда» (Star)



В топологии «Звезда» все удалённые узлы подключаются к одному центральному узлу.

Центральным узлом может выступать головной офис или центральный маршрутизатор.

Все данные между филиалами проходят через центральный узел.

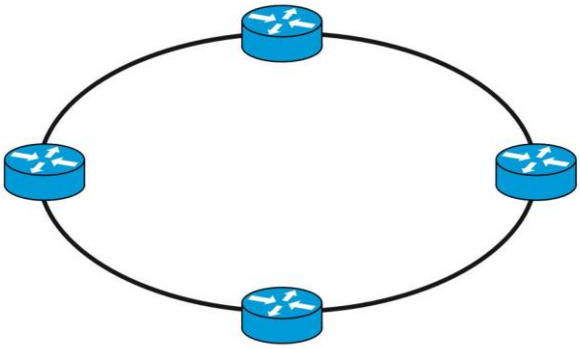
Преимущества:

- простота управления;
- удобство подключения новых филиалов;
- централизованный контроль сетевого трафика.

Недостатки:

- высокая нагрузка на центральный узел;
- отказ центрального оборудования может нарушить работу всей сети;
- возможны дополнительные задержки при обмене данными между филиалами.

3.4. Кольцевая топология (Ring)



В кольцевой топологии каждый сетевой узел соединяется с двумя соседними узлами. В результате образуется замкнутая цепочка соединений.

Данные могут передаваться по кольцу от одного маршрутизатора к другому.

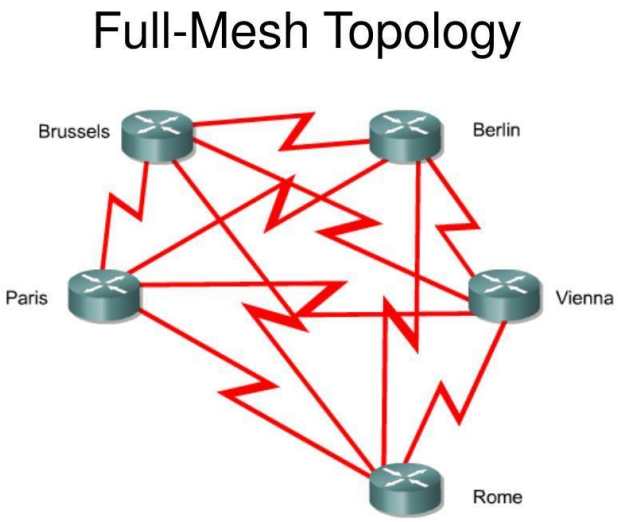
Преимущества:

- наличие альтернативного направления передачи при соответствующей организации резервирования;
- возможность построения резервных соединений;
- последовательная структура сети.

Недостатки:

- повреждение одного соединения может нарушить связь при отсутствии резервирования;
- изменение структуры сети может потребовать дополнительных настроек;
- при передаче через несколько узлов увеличивается задержка.

3.5. Ячеистая топология (Mesh)



Ячеистая топология предполагает наличие нескольких соединений между сетевыми узлами.

Различают два основных варианта:

Полносвязная Mesh (Full Mesh).

Каждый узел имеет прямое соединение со всеми остальными узлами сети.

Частично связная Mesh (Partial Mesh).

Прямые соединения предусмотрены только между некоторыми узлами. При этом сохраняются альтернативные маршруты передачи данных.

Преимущества:

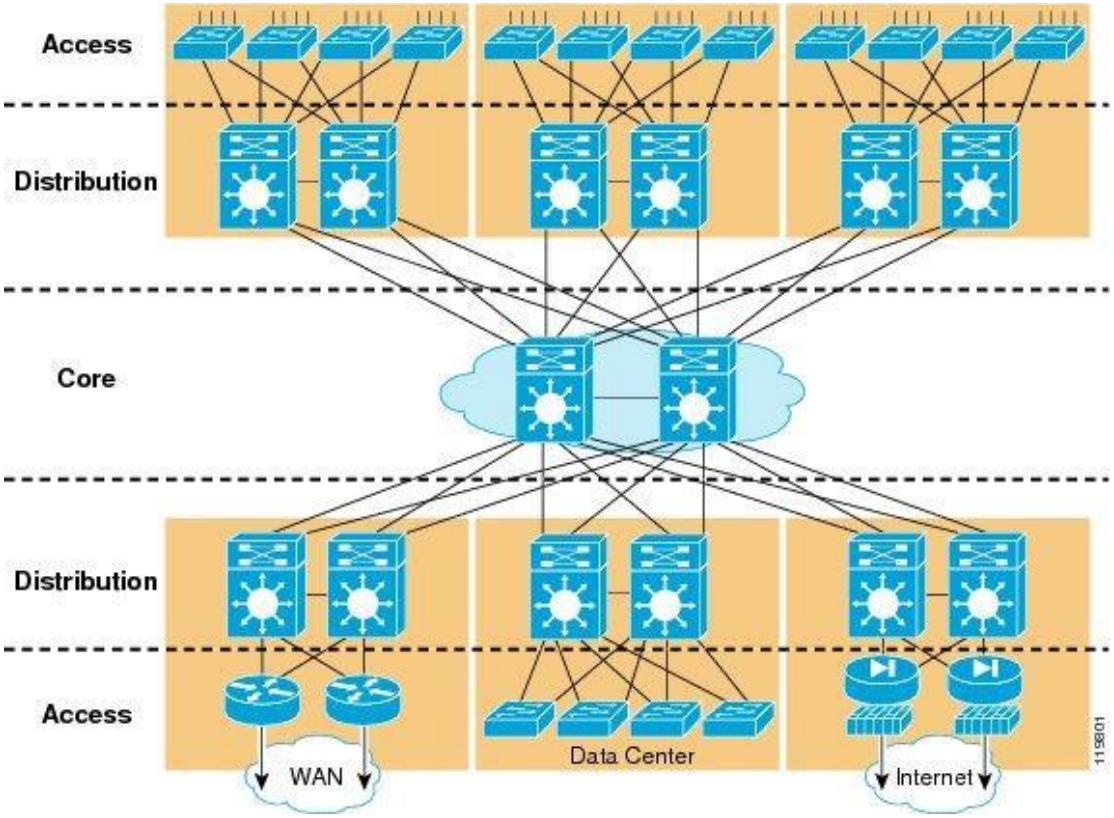
- высокая отказоустойчивость;
- наличие альтернативных маршрутов;
- возможность передачи данных при отказе отдельных каналов;
- снижение зависимости от одного центрального узла.

Недостатки:

- высокая стоимость организации;
- большое количество соединений;
- сложность настройки и управления.

Полносвязная топология подходит для сетей, в которых требуется высокая надёжность передачи данных.

3.6. Древовидная топология (Tree)



Древовидная топология представляет собой иерархическую структуру соединения сетевых узлов.

Верхний уровень занимает центральный узел. От него отходят соединения к узлам второго уровня, которые, в свою очередь, объединяют другие сети.

Такая структура часто используется в крупных организациях с несколькими филиалами и подразделениями.

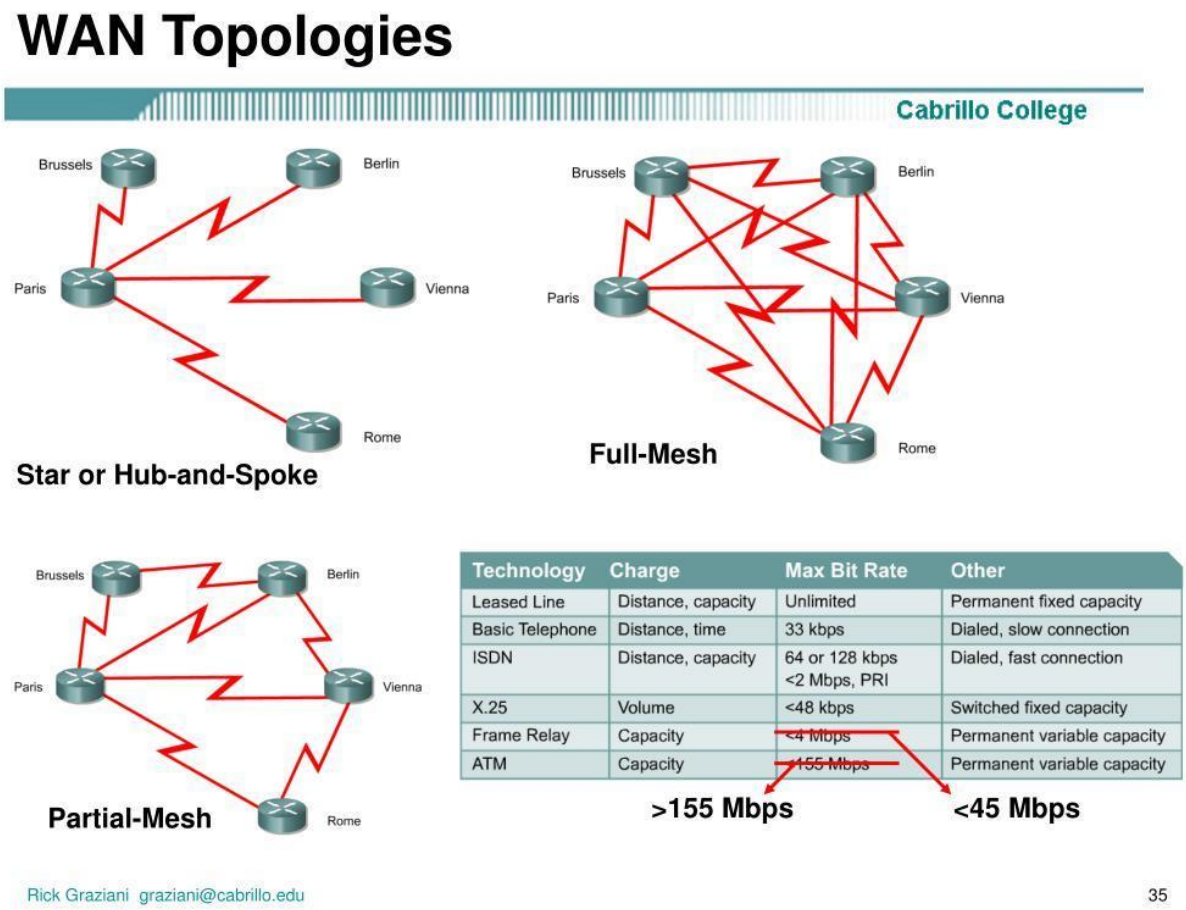
Преимущества:

- удобство расширения сети;
- иерархическое управление;
- возможность разделения сети на отдельные сегменты.

Недостатки:

- зависимость нижних уровней от вышестоящих узлов;
- отказ верхнего узла может нарушить связь между несколькими подразделениями;
- сложность управления крупной структурой.

3.7. Гибридная топология (Hybrid)



Гибридная топология объединяет несколько видов топологий в одной глобальной сети.

Например, головной офис может быть связан с крупными филиалами по ячеистой топологии, а небольшие подразделения могут подключаться по топологии «Звезда».

Такой подход позволяет учитывать особенности отдельных подразделений и требования к качеству связи.

Преимущества:

- гибкость организации;
- возможность масштабирования;
- адаптация к различным условиям эксплуатации;
- возможность резервирования важных каналов.

Недостатки:

- сложность проектирования;
- высокая стоимость оборудования;
- необходимость централизованного управления.

4. Сравнение топологий глобальных сетей

Топология	Основная особенность	Отказоустойчивость
Точка-точка	Прямое соединение двух узлов	Низкая без резервирования
Звезда	Один центральный узел	Зависит от центрального узла
Кольцо	Замкнутая структура	Средняя при резервировании
Mesh	Несколько альтернативных маршрутов	Высокая
Дерево	Иерархическая структура	Зависит от верхних узлов
Гибридная	Сочетание нескольких топологий	Зависит от архитектуры

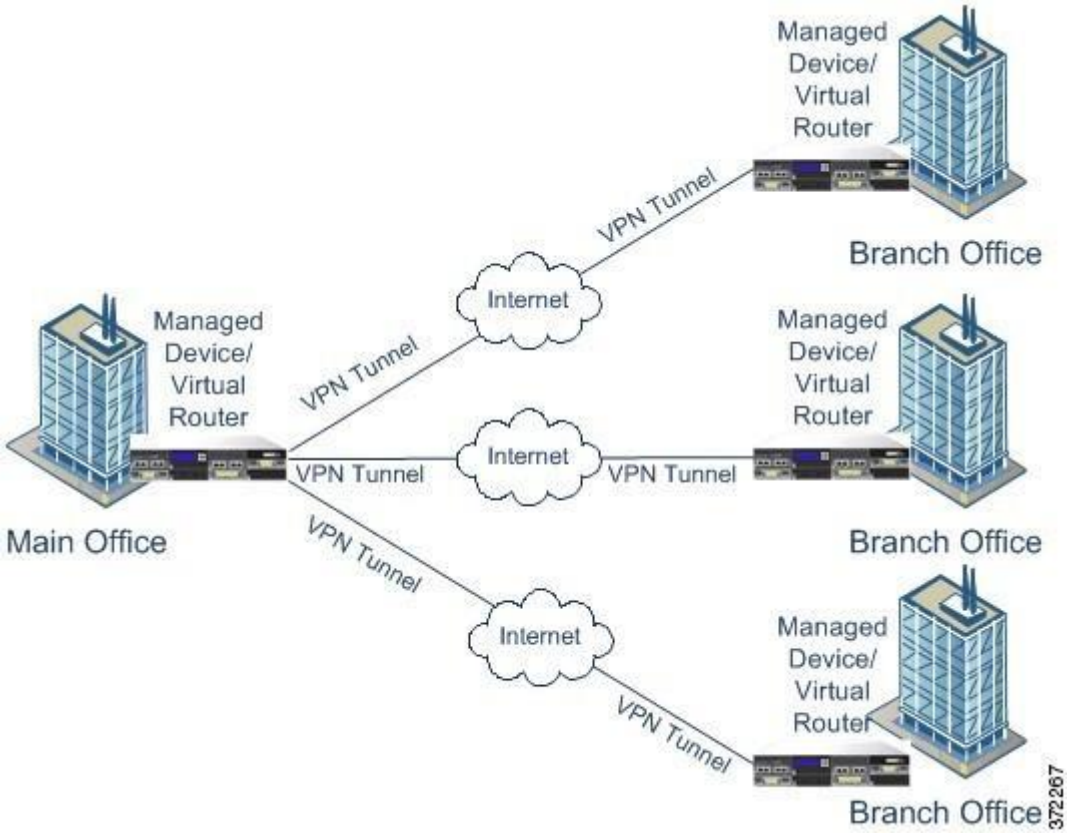
5. Практический пример организации глобальной сети

Рассмотрим организацию, которая имеет головной офис в одном городе и три филиала в других городах.

Для объединения подразделений требуется создать глобальную компьютерную сеть.

Возможная структура:

- головной офис выполняет роль центрального узла;
- каждый филиал подключается через маршрутизатор;
- передача данных осуществляется через каналы оператора связи;
- для защиты информации используется VPN;
- для важных подразделений предусматриваются резервные каналы.



При такой организации сотрудники филиалов получают доступ к общим базам данных, корпоративным приложениям, файловым ресурсам и серверам головного офиса.

6. Вывод по лекции

Глобальные компьютерные сети обеспечивают взаимодействие между территориально удалёнными компьютерами и локальными сетями. Они являются основой современной информационной инфраструктуры.

Для оценки производительности WAN используются такие показатели, как пропускная способность, фактическая скорость передачи, задержка, джиттер, потери пакетов, доступность и надёжность.

Выбор топологии зависит от количества удалённых узлов, стоимости каналов связи, требований к производительности и необходимости резервирования. При проектировании глобальных сетей особое внимание уделяется надёжности соединений и возможности восстановления связи при отказах оборудования.

7. Контрольные вопросы

1. Что такое глобальная компьютерная сеть?
2. Чем WAN отличается от LAN?
3. Какие основные задачи выполняют глобальные сети?
4. Какие устройства используются для организации WAN?
5. Что такое пропускная способность сети?
6. Чем Throughput отличается от Bandwidth?
7. Что характеризует задержка передачи данных?
8. Что такое джиттер и почему он важен для видеоконференций?
9. По каким причинам возникают потери пакетов?
10. Какие топологии используются в глобальных сетях?
11. В чём заключается особенность топологии Mesh?
12. Какие преимущества имеет топология «Звезда»?
13. Почему гибридная топология применяется в крупных организациях?
14. Какие меры позволяют повысить отказоустойчивость WAN?