



# МОДУЛЬ 7. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ WAN

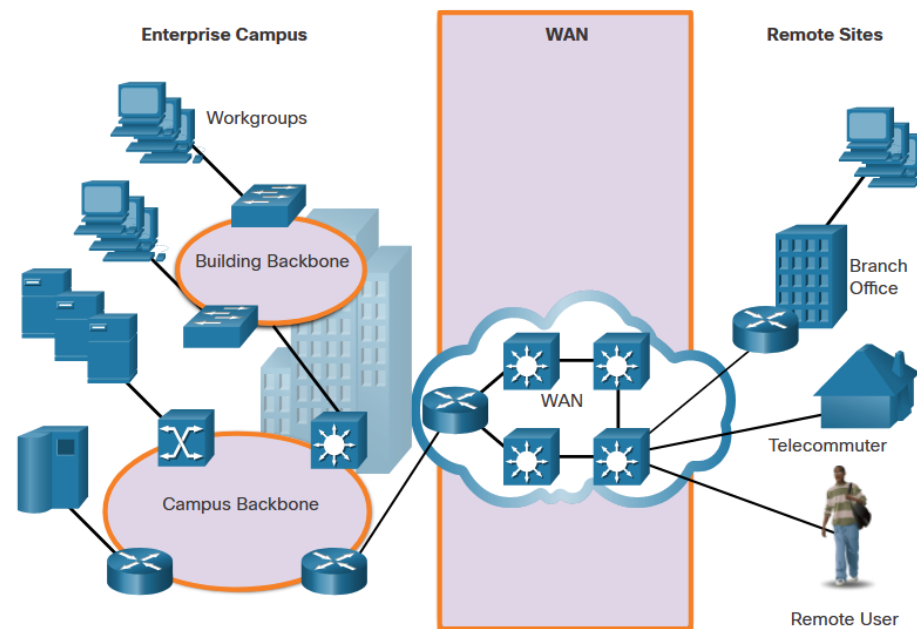
КАФЕДРА  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

# 7.1 ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ СЕТЕЙ WAN

## 7.1.1 LAN И WAN

Локальные сети (LAN)	Глобальные сети (WAN)
LAN предоставляют сетевые услуги в пределах небольшой географической зоны.	WAN предоставляют сетевые услуги в крупных географических районах.
LAN используются для соединения локальных компьютеров, периферийных и других устройств.	WAN используются для соединения удаленных пользователей, сетей и сайтов.
LAN принадлежит и управляется организацией или домашним пользователем.	WAN принадлежат и управляются провайдерами интернет-услуг, телефонной, кабельной и спутниковой связи.
За исключением расходов на сетевую инфраструктуру, нет платы за использование локальной сети.	Услуги WAN предоставляются за отдельную плату.
LAN обеспечивают высокую пропускную способность с помощью проводных услуг Ethernet и Wi-Fi.	Поставщики WAN предлагают низкую и высокую пропускную способность на больших расстояниях.

WAN — это телекоммуникационная сеть, которая охватывает относительно большую географическую зону и требуется для подключения за пределами LAN.



## 7.1.2 ЧАСТНЫЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ WAN

Частная WAN — это соединение, предназначенное для одного клиента.

Частные WAN обеспечивают следующее:

1. Гарантированный уровень обслуживания.
2. Согласованная полоса пропускания.
3. Безопасность

Общедоступная WAN связь обычно предоставляется провайдером услуг Интернета или провайдером телекоммуникационных услуг, использующим Интернет. В этом случае уровни обслуживания и пропускная способность могут отличаться, а общие подключения не гарантируют безопасности.

## 7.1.3 ТОПОЛОГИИ ГЛОБАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

WAN реализованы с использованием следующих логических схем топологии:

1. Двухточечная топология.
2. Топология типа «звезда».
3. Топология с двумя интерфейсами (Dual-homed).
4. Полносвязная топология (Fully Meshed).
5. Частичносвязная топология (Partially Meshed).

**Примечание.** Большие сети обычно развертывают комбинацию этих топологий.

## 7.1.3 ТОПОЛОГИИ ГЛОБАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

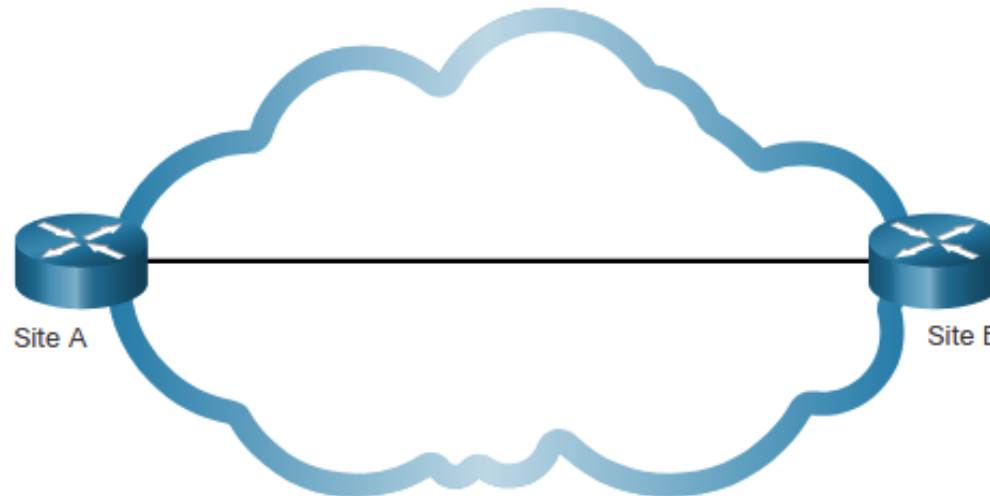
### **Двухточечная топология:**

Используется двухточечный канал между двумя оконечными устройствами.

Включает транспортную службу уровня 2 через сеть поставщика услуг.

Соединение «точка-точка» прозрачно для сети клиентов.

**Примечание.** Реализация множества соединений точка-точка в сети – дорогостоящее решение.



## 7.1.3 ТОПОЛОГИИ ГЛОБАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

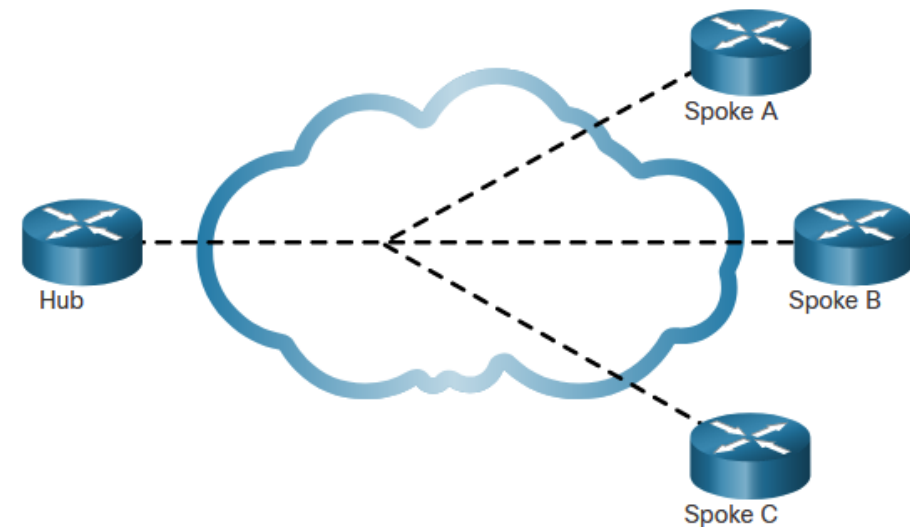
### Топология типа «звезда»

В топология типа «звезда» один интерфейс на маршрутизаторе-концентраторе может совместно использоваться всеми соединениями-лучами.

Конечные узлы могут быть связаны между собой через концентратор посредством виртуальных соединений и маршрутизируемых подчиненных интерфейсов на концентраторе.

Локальные маршрутизаторы могут взаимодействовать друг с другом только через маршрутизатор концентратора.

**Примечание.** Маршрутизатор концентратора представляет собой единую точку отказа.



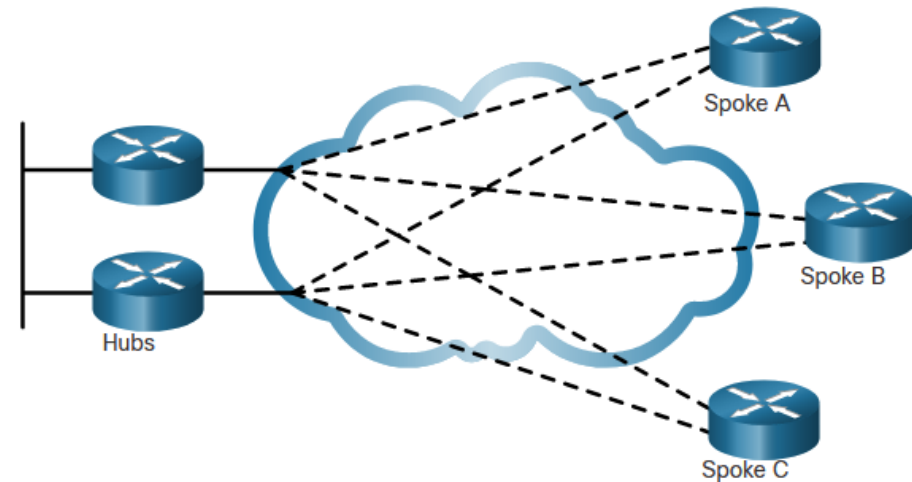
## 7.1.3 ТОПОЛОГИИ ГЛОБАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

### Топология с двумя интерфейсами (Dual-homed)

Преимуществом этой топологии является то, что она предлагает расширенное резервирование сети, распределение нагрузки, распределенные вычисления и обработку, а также возможность реализации резервных подключений оператора связи.

Более дорогое внедрение, чем топологии с одним соединением. Это связано с тем, что для топологии с двумя интерфейсами требуется дополнительное сетевое оборудование.

Внедрение топологий с двумя интерфейсами является более трудоемким, поскольку они требуют дополнительной и более сложной настройки.

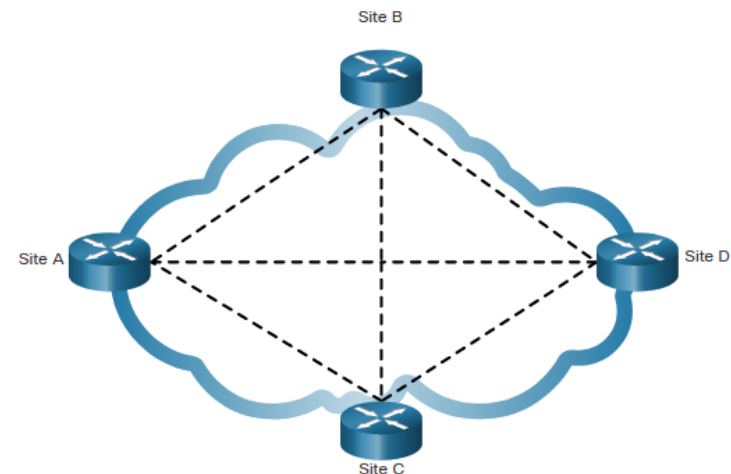


## 7.1.3 ТОПОЛОГИИ ГЛОБАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

### Полносвязная топология (Fully Meshed)

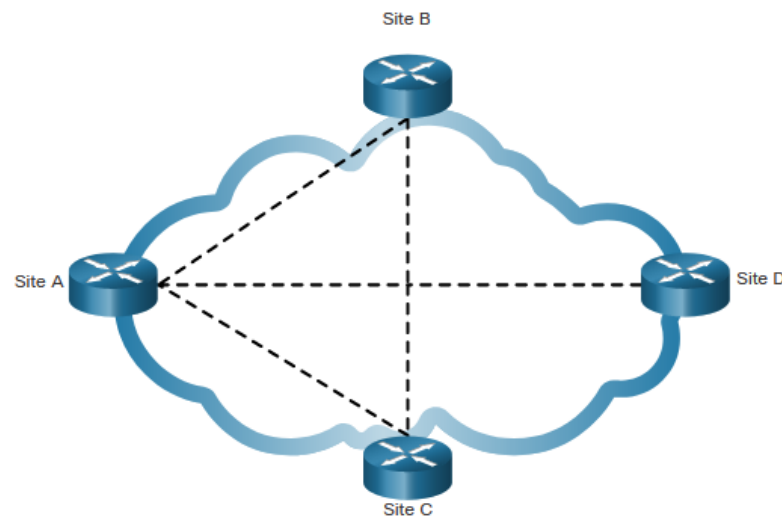
Использование нескольких виртуальных каналов для подключения всех сайтов.

Наиболее отказоустойчивая топология.



### Частичносвязная топология (Partially Meshed)

Подключение многих, но не всех сайтов.





## 7.1.4 ОПЕРАТОР СВЯЗИ

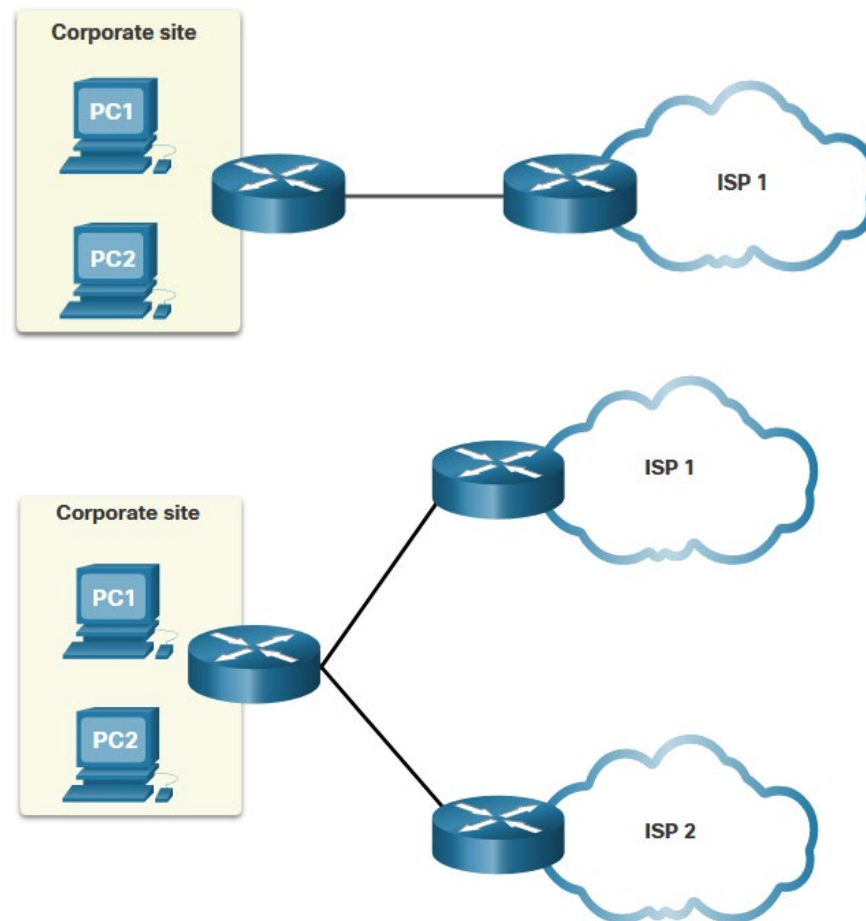
Еще один аспект проектирования WAN заключается в том, как организация подключается к Интернету. Организация обычно подписывает соглашение об уровне обслуживания (SLA) с поставщиком услуг. Соглашение об уровне обслуживания описывает ожидаемые услуги, связанные с надежностью и доступностью подключения.

Поставщик услуг может быть или не может быть фактическим перевозчиком. Перевозчик владеет и поддерживает физическую связь и оборудование между поставщиком и клиентом. Как правило, организация выбирает подключение WAN с одной или двумя несущей связью.

## 7.1.4 ОПЕРАТОР СВЯЗИ

Соединение с одним оператором — это когда организация подключается только к одному поставщику услуг. Соглашение об уровне обслуживания согласовывается между организацией и поставщиком услуг.

Соединение с двумя каналами до провайдера обеспечивает избыточность и повышает доступность сети. Организация согласовывает отдельные соглашения об уровне обслуживания с двумя различными поставщиками услуг.



## 7.1.5 РАЗВИВАЮЩИЕСЯ СЕТИ

Требования компании к сети могут значительно изменяться по мере роста компании с течением времени.

Сеть не только должна удовлетворять повседневные рабочие потребности предприятия, но должна быть способна адаптироваться и развиваться по мере изменения компании.

В связи с этим на плечи проектировщиков и администраторов ложится задача тщательного отбора наиболее подходящих сетевых технологий, протоколов и операторов связи.

Сети можно оптимизировать с помощью различных методов проектирования сетей и архитектур.

Чтобы проиллюстрировать различия между размерами сети, мы будем использовать фиктивную компанию SPAN Engineering, она растет из небольшого местного бизнеса в глобальное предприятие.

## 7.1.5 РАЗВИВАЮЩИЕСЯ СЕТИ

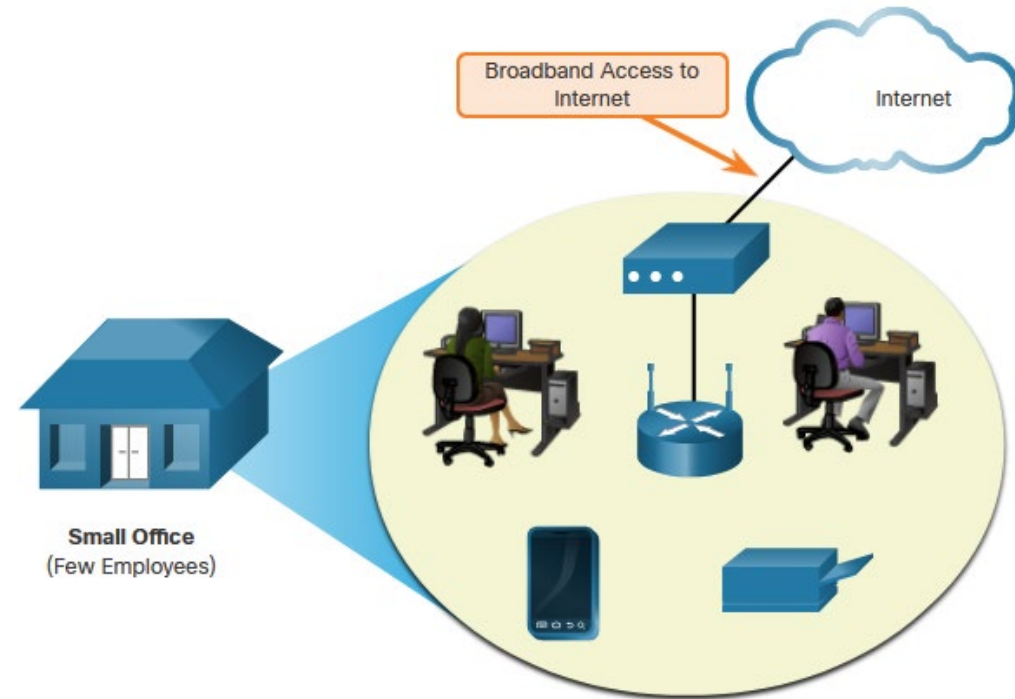
### Небольшая сеть

SPAN, небольшая фиктивная компания, начала с нескольких сотрудников в небольшом офисе.

Использует единую локальную сеть, подключенную к беспроводному маршрутизатору, для совместного использования данных и периферийных устройств.

Услуга доступа к Интернету предоставляется местным оператором телефонной связи на базе распространенной широкополосной технологии DSL (Digital Subscriber Line).

ИТ-поддержка осуществляется по контракту с поставщиком DSL.



## 7.1.5 РАЗВИВАЮЩИЕСЯ СЕТИ

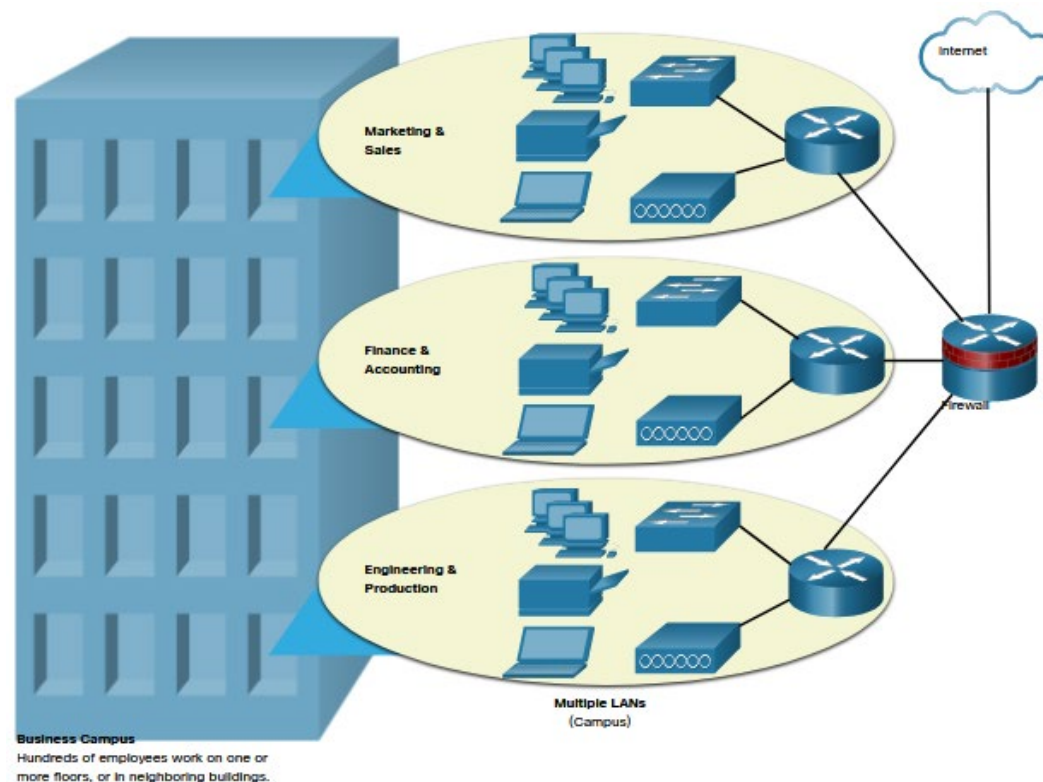
### Сеть комплекса зданий

В течение нескольких лет SPAN вырос и требовал несколько этажей здания.

Теперь компания нуждается в сети кампуса (CAN).

Брандмауэр обеспечивает доступ в Интернет для корпоративных пользователей.

Теперь на предприятии работают ИТ-специалисты, поддерживающие работу сети и выполняющие ее техническое обслуживание.



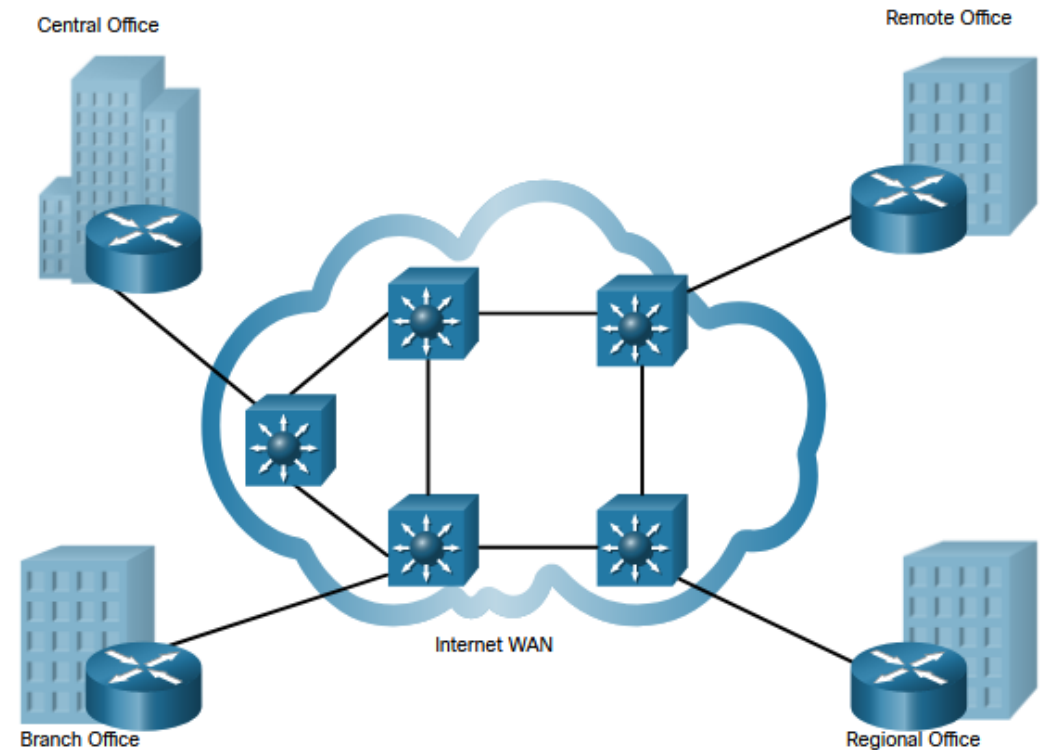
## 7.1.5 РАЗВИВАЮЩИЕСЯ СЕТИ

### Сеть филиала

Несколько лет спустя компания расширила и добавила филиал в городе, а также удаленные и региональные филиалы в других городах.

В настоящее время компании требуется городская сеть (MAN) для объединения объектов в пределах города.

В филиалах в ближайших городах используются частные выделенные линии, предоставляемые местным оператором связи.



## 7.1.5 РАЗВИВАЮЩИЕСЯ СЕТИ

### Распределенная сеть

Теперь компания SPAN Engineering существует уже 20 лет, и ее штат вырос до тысяч сотрудников, работающих в офисах по всему миру.

Виртуальные частные сети (VPN) межфилиального типа и с удаленным доступом позволяют компании использовать Интернет для удобной и безопасной связи с сотрудниками и производственными объектами по всему миру.



## 7.2 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ СЕТИ

### 7.2.1 СТАНДАРТЫ WAN

Стандарты доступа WAN разрабатываются и контролируются рядом авторитетных организаций:

**TIA/EIA** (Ассоциация телекоммуникационной отрасли и Альянс отраслей электронной промышленности);

**ISO** (Международная организация по стандартизации);

**IEEE** (Институт инженеров по электротехнике и электронике).



## 7.2.2 ГЛОБАЛЬНЫЕ СЕТИ В МОДЕЛИ OSI

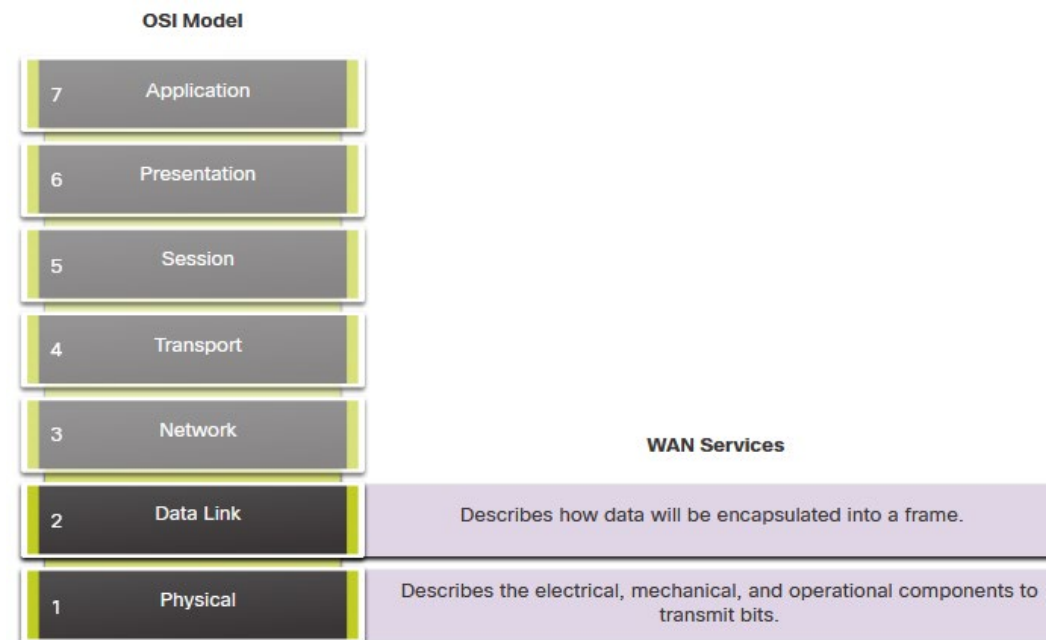
Большинство стандартов глобальной сети ориентированы на физический и канальный уровень.

### Протоколы уровня 1

Синхронная цифровая иерархия (SDH).

Синхронная оптическая сеть (SONET).

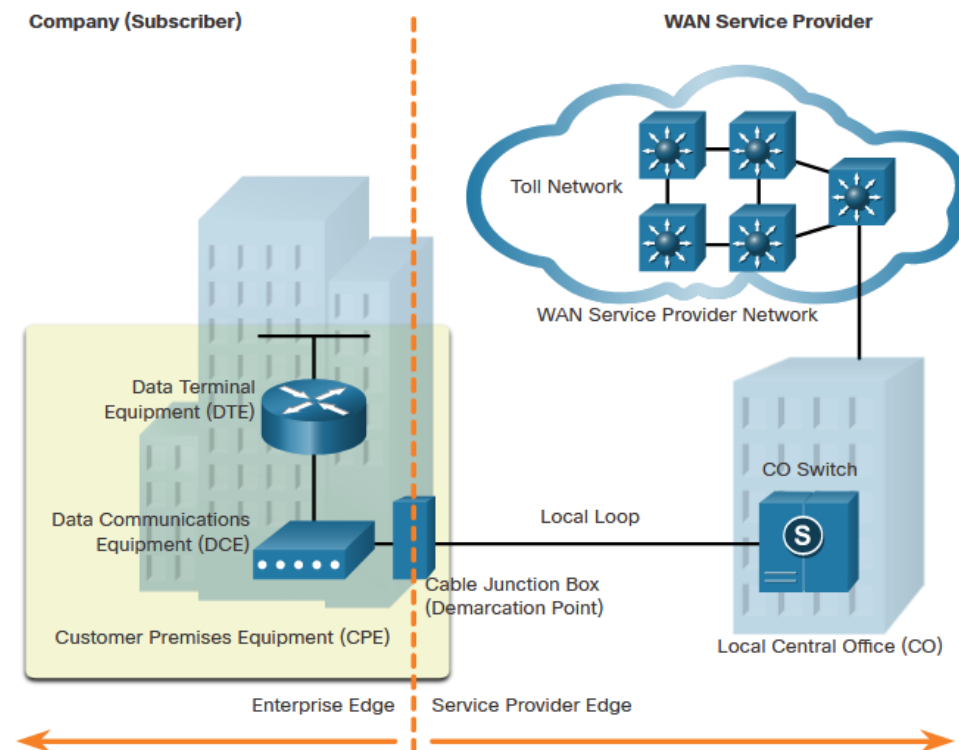
Технология спектрального уплотнения каналов (DWDM).



## 7.2.2 ОБЩЕПРИНЯТАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

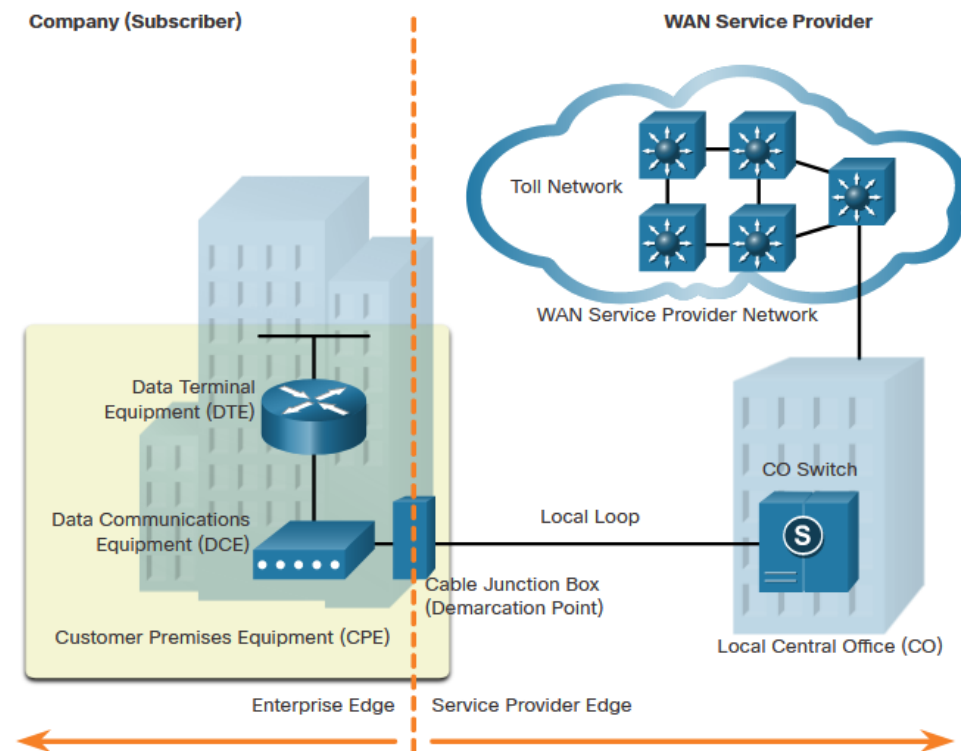
Существуют определенные термины, используемые для описания WAN соединений между абонентом (т.е. компанией/клиентом) и поставщиком услуг WAN.

Термин WAN	Описание
Терминальное оборудование (DTE)	Подключение локальных сетей абонента к устройству связи WAN
Оборудование передачи данных (DCE)	Устройство, используемое для связи с поставщиком
Телекоммуникационное оборудование заказчика (CPE)	Это устройства DTE и DCE, расположенные на периферии предприятия
Точка присутствия (POP)	Точка подключения абонента к сети поставщика услуг
Точка разграничения	Физическое местоположение в здании или комплексе, которое официально отделяет CPE от оборудования поставщика услуг.



## 7.2.2 ОБЩЕПРИНЯТАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

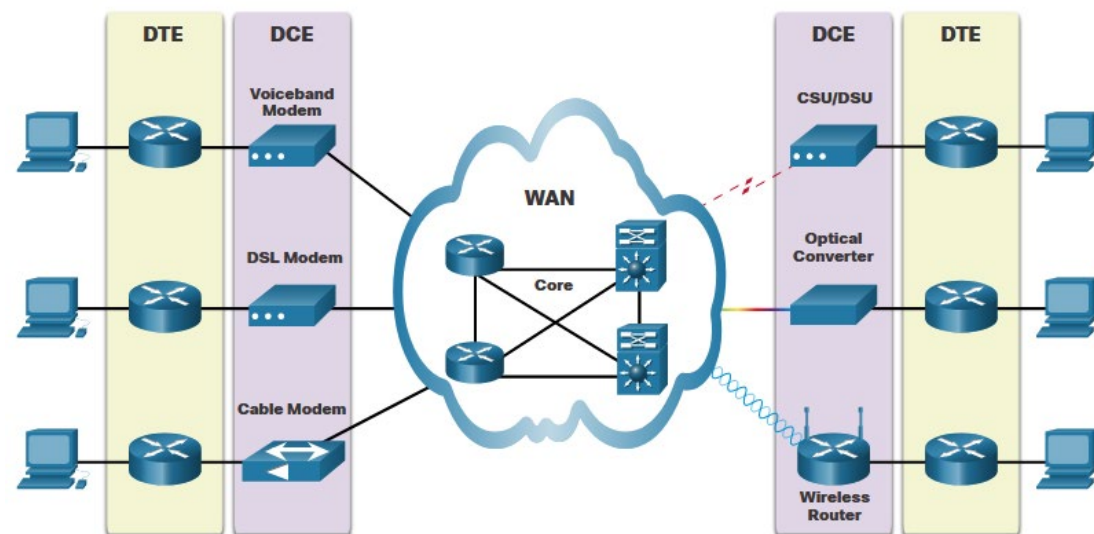
Термин WAN	Описание
Локальная петля (последняя миля)	Местная линия. Медный или оптоволоконный кабель, подключающий CPE к СО оператора связи.
Центральный офис (СО)	Центральный офис (СО). Локальный объект (например, здание) поставщика услуг, обеспечивающий подключение оборудования заказчика (CPE) к сети оператора связи.
Toll Network	Сеть оператора связи. Состоит из цифровых волоконно-оптических линий связи на дальние расстояния, коммутаторов, маршрутизаторов и другого оборудования в глобальной сети оператора связи.
Транспортная сеть	Подключение нескольких узлов доступа к сети поставщика услуг
Магистральная сеть	Крупные сети высокой емкости, используемые для объединения сетей поставщиков услуг и создания избыточной сети.



## 7.2.3 УСТРОЙСТВА ГЛОБАЛЬНОЙ СЕТИ

Устройства глобальной сети	Описание
Модем для голосовых диапазонов	Использует телефонные линии. Устаревшее устройство.
DSL модем/кабельный модем	Эти высокоскоростные цифровые модемы, (широкополосные модемы), подключаются к маршрутизатору DTE с помощью Ethernet.
Устройство CSU/DSU	Для цифровых выделенных линий требуется устройство CSU или DSU. Он соединяет цифровое устройство с цифровой линией.
Оптический конвертор	Подключите волоконно-оптические носители к медным носителям и преобразуйте оптические сигналы в электронные импульсы.
Беспроводной маршрутизатор или Точка доступа	Устройства используются для беспроводного подключения к поставщику глобальной сети.
Устройства ядра глобальной сети	Магистраль WAN состоит из нескольких высокоскоростных маршрутизаторов и коммутаторов уровня 3.

Рассмотрим некоторые типы устройств, характерные для сетей WAN.

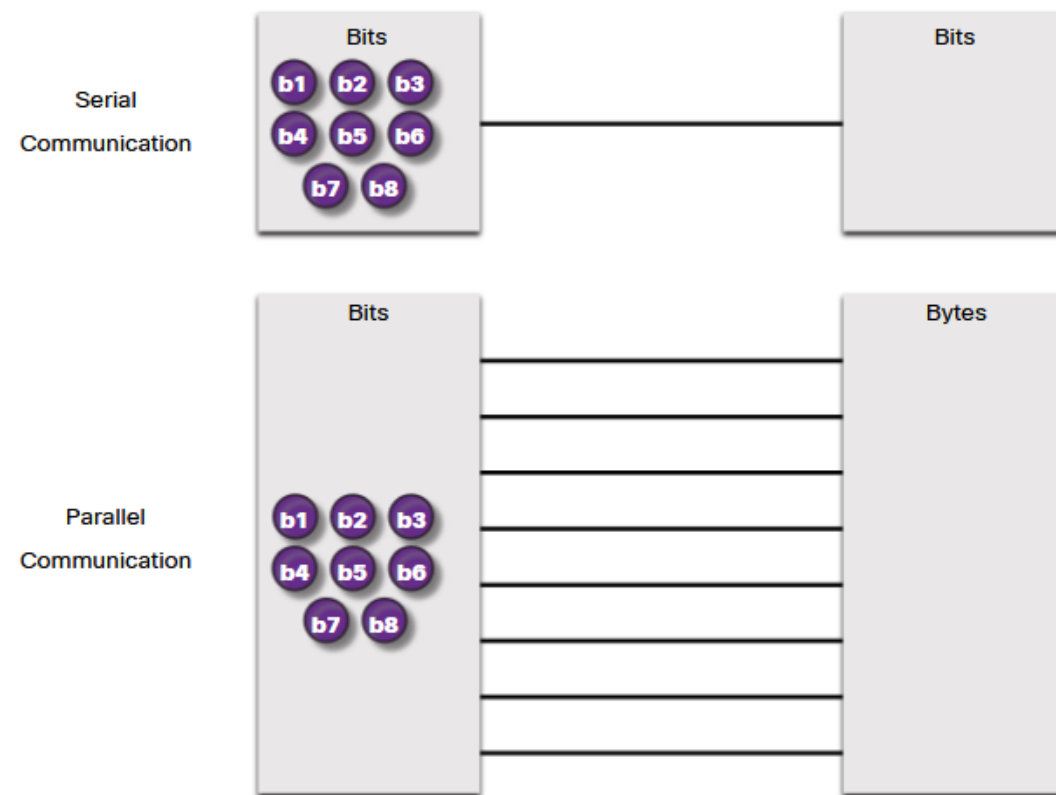


## 7.2.4 ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ОБМЕН ДАННЫМИ

Почти все сетевые связи происходят с использованием последовательной передачи связи. Последовательное соединение обеспечивают последовательную передачу битов по одному каналу.

В отличие от этого, параллельные коммуникации одновременно передают несколько бит с помощью нескольких проводов.

По мере увеличения длины кабеля синхронизация между несколькими каналами становится более чувствительной к расстоянию. По этой причине параллельная связь ограничена очень короткими расстояниями.



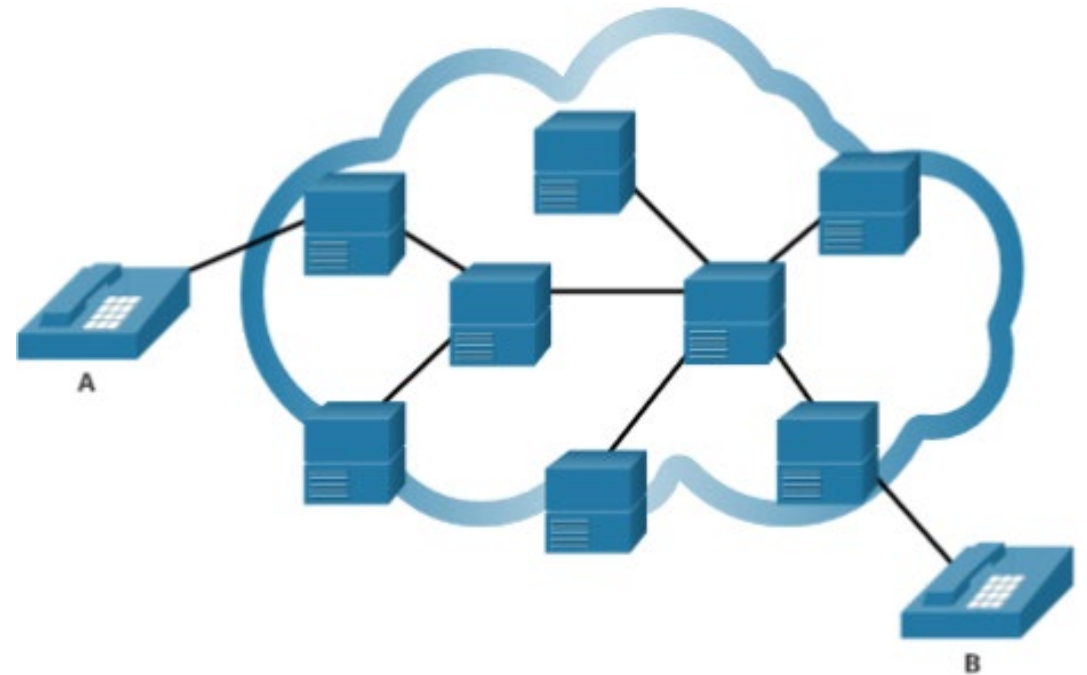
## 7.2.5 СЕТЬ С КОММУТАЦИЕЙ КАНАЛОВ

В сети с коммутацией каналов, прежде чем пользователи смогут обмениваться данными, устанавливается выделенное электрическое соединение (канал) между узлами и терминалами.

Устанавливается выделенное виртуальное соединение через сеть поставщика услуг перед началом связи.

Все коммуникации используют один и тот же путь.

К двум самым распространенным типам технологий WAN с коммутацией каналов относятся коммутируемая телефонная сеть общего пользования (ТСОП) и цифровая сеть с интеграцией сервисов (ISDN).



## 7.2.6 СЕТЬ С КОММУТАЦИЕЙ ПАКЕТОВ

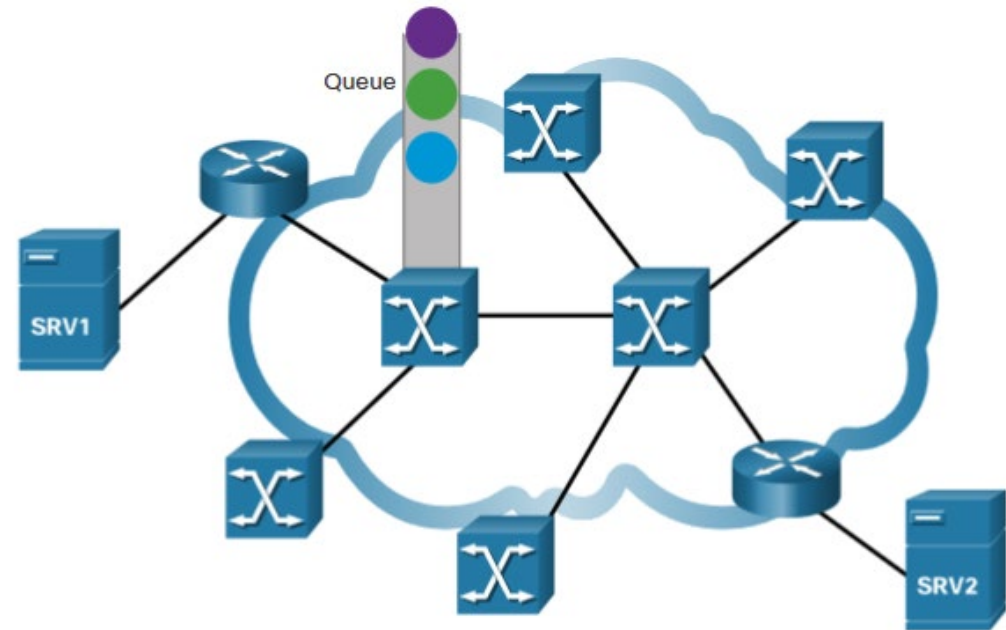
Сетевое взаимодействие чаще всего реализуется с помощью коммутации пакетов.

При коммутации пакетов трафик делится на пакеты, которые направляются по сети общего доступа.

Гораздо дешевле и гибче, чем коммутация каналов.

Распространенными типами технологий WAN с коммутацией пакетов являются:

- Ethernet WAN (Metro Ethernet);
- MPLS;
- сеть Frame Relay;
- асинхронный режим передачи (ATM).



## 7.2.7 SDH, SONET И DWDM

Сети поставщиков услуг используют волоконно-оптические инфраструктуры для транспортировки пользовательских данных между пунктами назначения. Волоконно-оптический кабель превосходит медный кабель при передачах на большие расстояния из-за гораздо меньшего затухания и помех.

Поставщикам услуг доступны два стандарта OSI уровня 1 оптического волокна:

**SDH** - синхронная цифровая иерархия (SDH) является глобальным стандартом для передачи данных по оптоволоконному кабелю.

**SONET** - синхронные оптические сети (SONET) является североамериканским стандартом, который предоставляет те же услуги, что и SDH.

**SDH/SONET.** Эти стандарты определяют способ передачи на большие расстояния большого количества трафика, состоящего из данных, речевой и видеоинформации, по оптоволоконному кабелю с использованием лазеров или светодиодов (LED).

**Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)** - это новая технология, которая увеличивает пропускную способность SDH и SONET за счет одновременной отправки нескольких потоков данных (мультиплексирование), используя различные длины волн света.



# 7.3 ТРАДИЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОДКЛЮЧЕНИЯ К ГЛОБАЛЬНОЙ СЕТИ

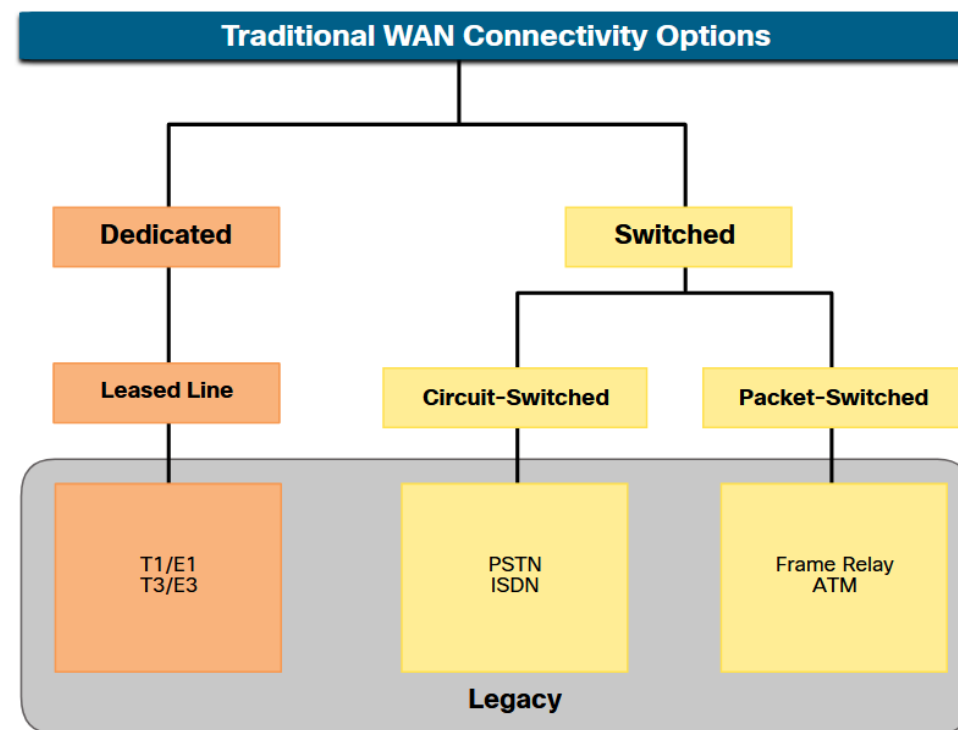
## 7.3.1 ТРАДИЦИОННЫЕ ВАРИАНТЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ WAN

Чтобы понять современные WAN, необходимо узнать, с чего они начинались.

Когда локальные сети появились в 1980-х годах, организации начали осознавать необходимость взаимодействия с другими локациями.

Для этого им понадобилось подключение сетей к local loop поставщика услуг.

Это было сделано с помощью выделенных линий или с помощью коммутируемых служб поставщика услуг.



## 7.3.2 ОБЩАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ WAN

Каналы «точка-точка», как правило, арендуются у оператора связи и называются также арендованными линиями. Термин «арендованная линия» подчеркивает тот факт, что организация ежемесячно платит интернет-провайдеру за использование линии.

Арендованные линии доступны в различных модификациях. Как правило, их стоимость зависит от требуемой пропускной способности и расстояния между подключаемыми точками.

Существует две системы, используемые для определения цифровой емкости медного носителя последовательного канала:

**T-carrier** - используется в Северной Америке, T-carrier обеспечивает каналы T1, поддерживающие пропускную способность до 1,544 Мбит/с и каналы T3, поддерживающие пропускную способность до 43,7 Мбит/с.

**E-carrier** - используется в Европе, E-carrier обеспечивает каналы E1, поддерживающие пропускную способность до 2.048 Мбит/с и каналы E3, поддерживающие пропускную способность до 34.368 Мбит/с.

## 7.3.2 ОБЩАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ WAN

В таблице обобщаются преимущества и недостатки арендованных линий.

Преимущества	
Простота	Установка и техническое обслуживание каналов связи типа «точка-точка» требуют минимального опыта.
Качество	Если каналы связи типа «точка-точка» обладают требуемой пропускной способностью, они обычно обеспечивают высокое качество обслуживания.
Доступность	Постоянная доступность является существенной для некоторых приложений, например, Каналы связи типа «точка-точка» обеспечивают постоянную выделенную линию, требуемую для VoIP или передачи видео по протоколу IP.

Недостатки	
Стоимость	Как правило, каналы «точка-точка» характеризуются самой высокой стоимостью доступа к сети WAN. Стоимость решений с использованием арендованных линий может стать значительной при их использовании для подключения множества площадок, находящихся на больших расстояниях.
Ограничен-ная гибкость	Трафик WAN изменчив, а арендованные линии обладают фиксированной пропускной способностью, поэтому пропускной способности линии часто бывает недостаточно.

## 7.3.3 ВАРИАНТЫ СЕТЕЙ С КОММУТАЦИЕЙ КАНАЛОВ

Подключения с коммутируемой цепью обеспечиваются компаниями телефонной сети общего пользования (ТСОП). Local loop - медный носитель.

Существует два традиционных варианта коммутации каналов:

### **1. Общедоступная телефонная сеть (PSTN)**

WAN доступ к сети WAN использует ТСОП в качестве подключения к сети WAN. По традиционным местным линиям можно передавать двоичные компьютерные данные по телефонной сети голосовой связи с использованием модема.

Физические характеристики местной линии и ее подключения к сети ТСОП не позволяют получить скорость передачи сигнала выше 56 Кбит/с.

### **2. Цифровая сеть с интегрированными услугами (ISDN)**

**ISDN** - это технология коммутации каналов, которая позволяет локальной петле ТСОП передавать цифровые сигналы. Это обеспечивает более высокую пропускную способность коммутируемых подключений, чем удаленный доступ. ISDN обеспечивает скорость передачи данных от 45 Кбит/с до 2.048 Мбит/с.

## 7.3.3 ВАРИАНТЫ СЕТЕЙ С КОММУТАЦИЕЙ ПАКЕТОВ

При коммутации пакетов трафик делится на пакеты, которые направляются по сети общего доступа. Это позволяет многим парам узлов общаться по одному каналу.

Существует два традиционных (устаревших) варианта коммутации каналов:

### **Сеть Frame Relay**

Frame Relay - это простая WAN-технология множественного доступа без широковещательной рассылки (NBMA) уровня 2, применяемая для соединения корпоративных локальных сетей.

Frame Relay создает каналы PVC, которые однозначно определяются идентификатором канала передачи данных (DLCI).

### **Режим асинхронной передачи (АТМ)**

Технология асинхронного режима передачи (АТМ) способна обеспечить передачу голоса, видео и данных по частным сетям и сетям общего доступа.

В основе технологии АТМ лежит архитектура ячеек, а не кадров. Ячейки АТМ всегда имеют фиксированную длину 53 байта.

**Примечание.** Сети Frame relay и АТМ были в значительной степени заменены более быстрыми решениями Metro Ethernet и на основе Интернета.

# 7.4 СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОДКЛЮЧЕНИЯ К ГЛОБАЛЬНОЙ СЕТИ

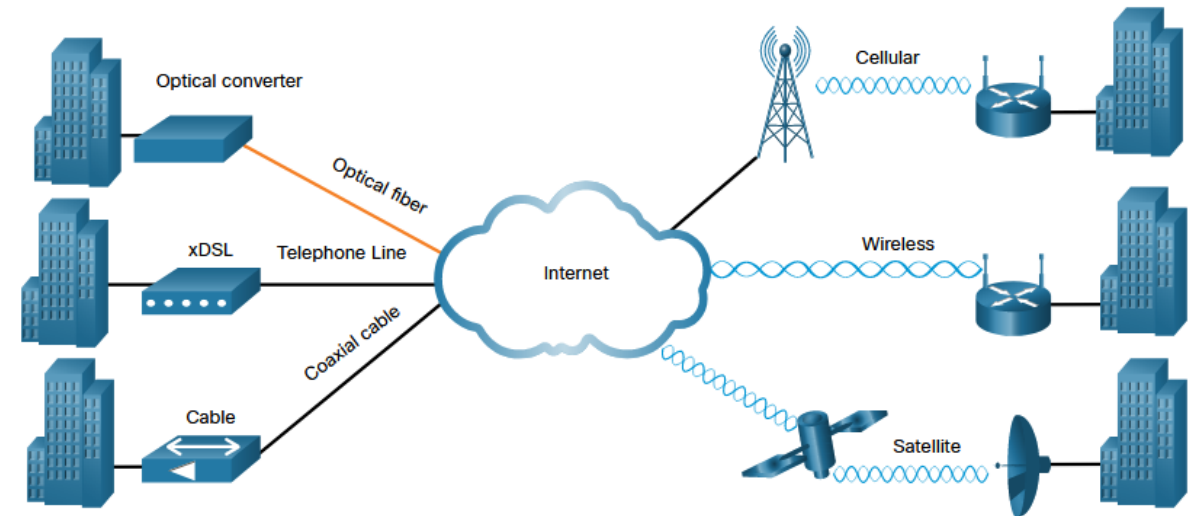
## 7.4.1 СОВРЕМЕННЫЕ WAN

Современные WAN имеют больше возможностей подключения, чем традиционные WAN.

Предприятиям теперь требуются более быстрые и гибкие варианты подключения к глобальной сети.

Традиционные варианты подключения к глобальной сети быстро сокращаются, поскольку они либо больше не доступны, либо являются слишком дорогостоящими, либо имеют ограниченную полосу пропускания.

На рисунке показаны локальные соединения петли, наиболее вероятно встречающиеся сегодня.



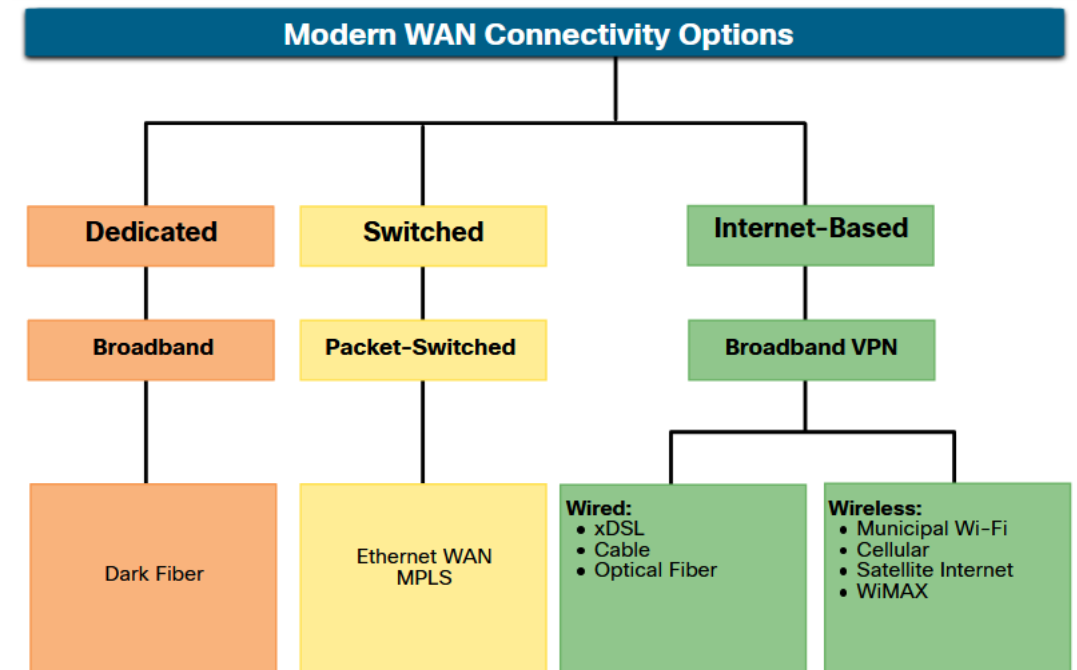
## 7.4.2 СОВРЕМЕННЫЕ ВАРИАНТЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ К ГЛОБАЛЬНОЙ СЕТИ

Постоянно появляются новые технологии. На рисунке представлены современные варианты подключения к глобальной сети.

### Выделенный широкополосный доступ

Волокно может устанавливаться организацией независимо для непосредственного подключения удаленных местоположений.

Волокно может быть арендовано или приобретено у провайдера услуг.



## 7.4.2 СОВРЕМЕННЫЕ ВАРИАНТЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ К ГЛОБАЛЬНОЙ СЕТИ

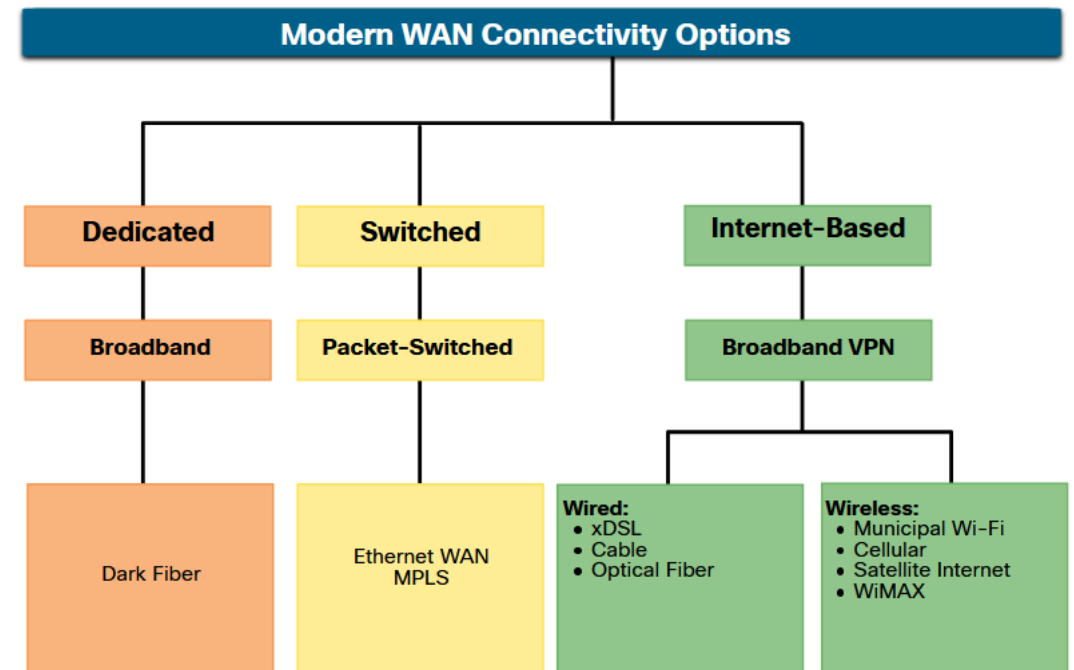
### Пакетная коммутация

**Metro Ethernet** — замена многих традиционных вариантов WAN.

**MPLS** — позволяет филиалам подключаться к поставщику независимо от его технологий доступа.

### Широкополосный доступ в Интернет

В настоящее время организации обычно используют глобальную интернет-инфраструктуру для подключения к глобальной сети.





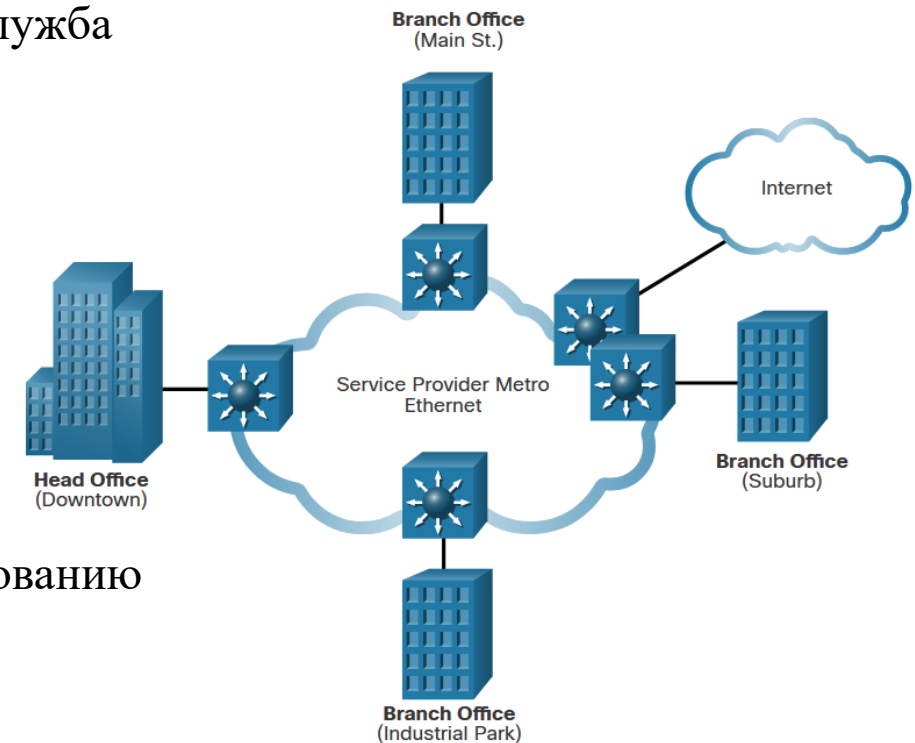
## 7.4.3 ETHERNET WAN

В настоящее время поставщики услуг предлагают сервис WAN на основе Ethernet с подключением по оптоволоконному кабелю. Служба Ethernet WAN может использоваться многими именами, включая следующие:

1. Сеть Metropolitan Ethernet (MetroE).
2. Ethernet over MPLS (EoMPLS).
3. Служба виртуальной локальной частной сети (VPLS).

### Преимущества сетей WAN на базе Ethernet

1. Снижение затрат и сокращение объема работ по администрированию сетей.
2. Простота интеграции с уже существующими сетями.
3. Повышение производительности бизнеса.
4. Популярность подключений с использованием технологии WAN на основе Ethernet выросла, и в настоящее время они широко используются для замены традиционных каналов WAN на основе Frame Relay и ATM.



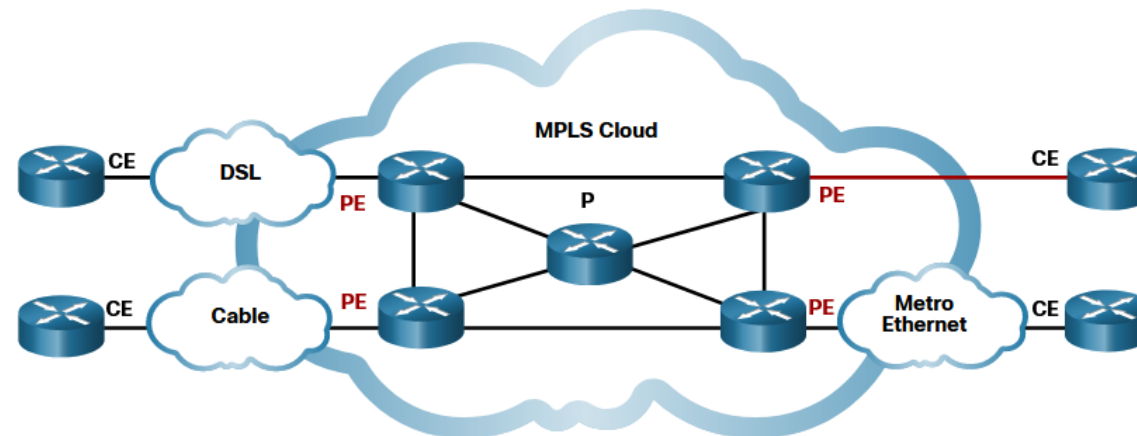
## 7.4.4 MPLS

**Многопротокольная коммутация меток (MPLS)** — это высокопроизводительная технология маршрутизации WAN поставщика услуг для соединения клиентов без учета метода доступа или полезной нагрузки.

MPLS поддерживает различные методы клиентского доступа (Ethernet, DSL, Cable, Frame Relay и др.).

MPLS может инкапсулировать все типы протоколов, включая IPv4 и IPv6 трафик.

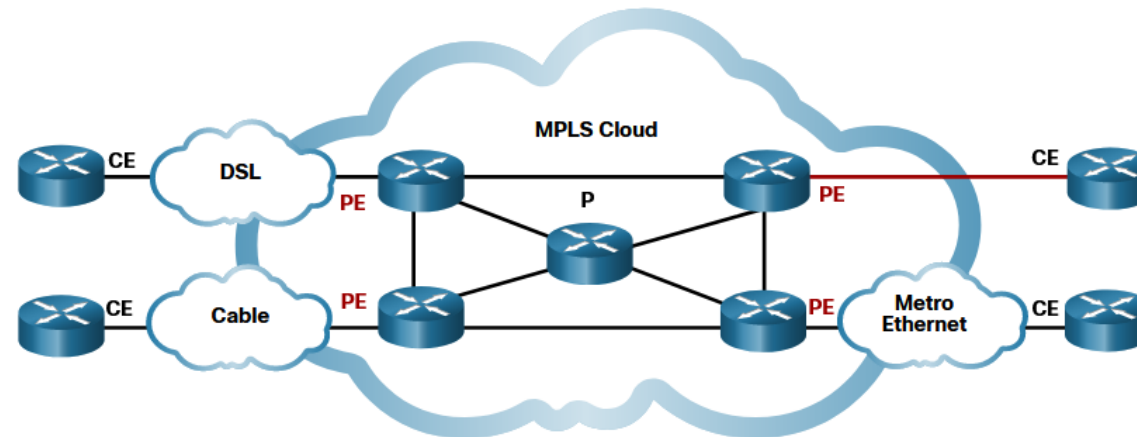
Маршрутизатор MPLS может быть пограничным маршрутизатором клиента (CE), пограничным маршрутизатором поставщика (PE) или внутренним маршрутизатором поставщика (P).



## 7.4.4 MPLS

Маршрутизаторы MPLS являются маршрутизаторами с коммутацией меток (LSRs). Они присоединяют метки к пакетам, которые используются другими маршрутизаторами MPLS для пересылки трафика.

MPLS также предоставляет услуги по поддержке QoS, проектированию трафика, резервированию и VPN.



# 7.5 ПОДКЛЮЧЕНИЕ ЧЕРЕЗ ИНТЕРНЕТ

## 7.5.1 ВАРИАНТЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ЧЕРЕЗ ИНТЕРНЕТ

Широкополосное подключение через Интернет является альтернативой использованию выделенных вариантов глобальной сети. Подключение через Интернет можно разделить на проводные и беспроводные варианты.

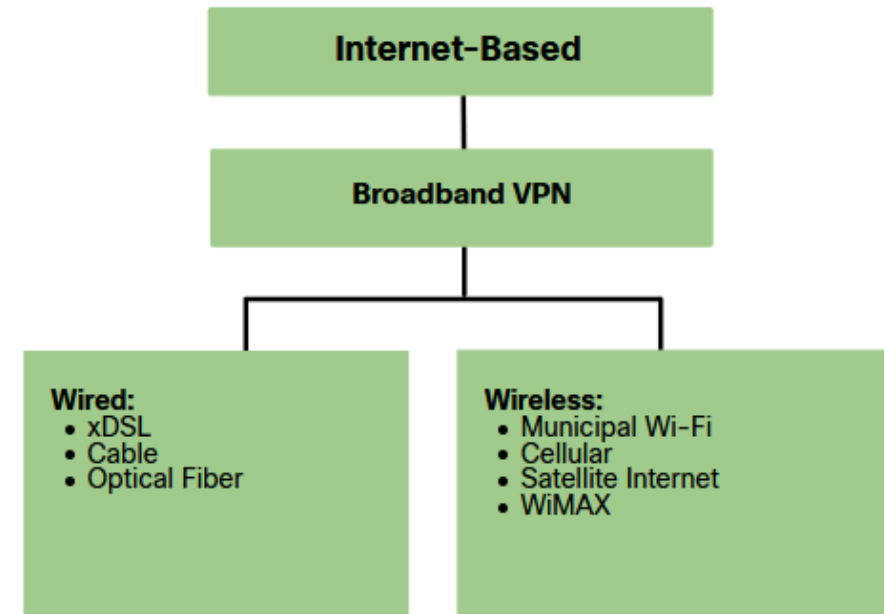
### Варианты проводной сети

Проводные опции используют постоянный кабель (медный или волоконный) для обеспечения согласованной полосы пропускания и снижения частоты ошибок и задержек. Примеры: DSL, кабельные соединения и оптоволоконные сети.

### Варианты беспроводной связи

Менее дорогостоящи по сравнению с другими вариантами подключения, поскольку для передачи данных используются радиоволны вместо проводных носителей. Примеры: сотовый 3G/4G/5G или спутниковый интернет.

На беспроводные сигналы могут негативно влиять такие факторы, как расстояние от радиовышки, помехи от других источников и погода.



## 7.5.2 ТЕХНОЛОГИИ DSL

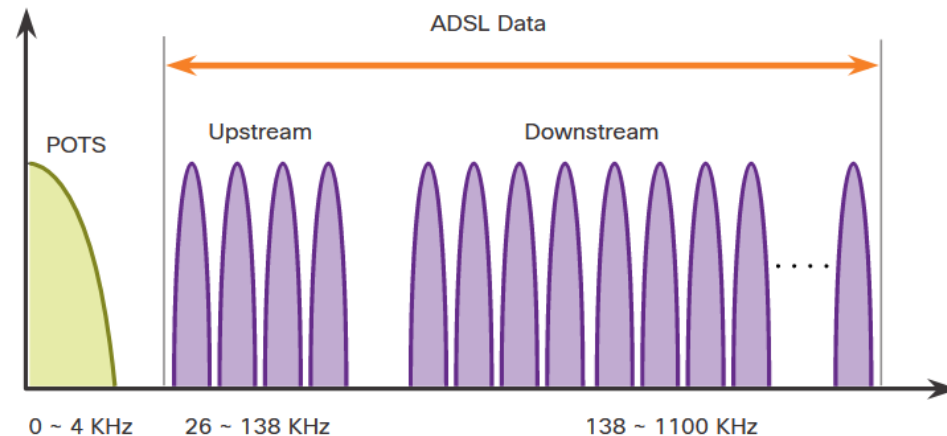
Технология DSL обеспечивает постоянное соединение, которое использует существующие телефонные линии на основе витой пары для широкополосной передачи данных и предоставляет абонентам IP-сервисов.

DSL классифицируются как асимметричный DSL (ADSL) или симметричный DSL (SDSL).

ADSL и ADSL2+ обеспечивает более высокую пропускную способность нисходящих каналов, идущих по направлению к пользователю, по сравнению с восходящими каналами.

SDSL обеспечивает одинаковую пропускную способность в обоих направлениях.

Скорость передачи данных зависит от фактической длины местной линии, а также от типа и состояния кабелей.



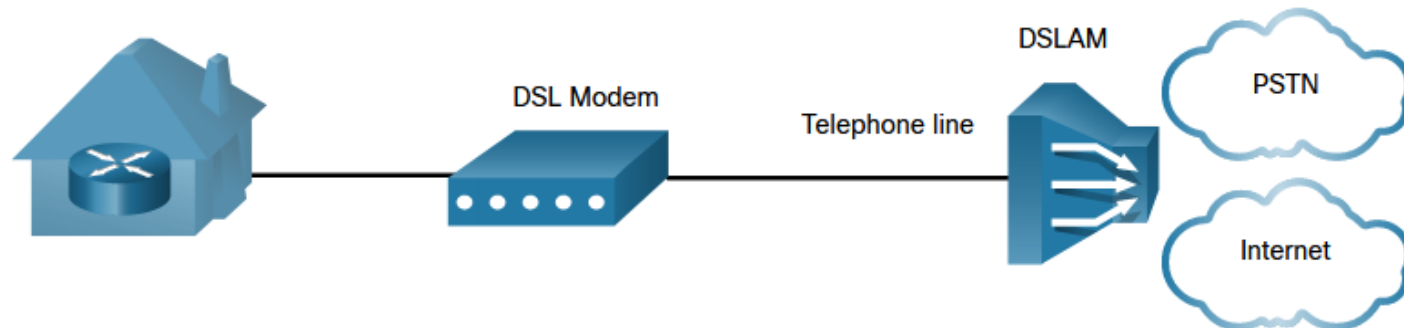
## 7.5.2 ТЕХНОЛОГИИ DSL

Операторы связи развертывают DSL-соединения в пределах местной линии. Подключение устанавливается между DSL-модемом и мультиплексором доступа DSL (DSLAM).

DSL-модем преобразует сигналы Ethernet от рабочего устройства в сигнал DSL, который передается мультиплексору доступа DSL (DSLAM) в местоположении поставщика.

DSLAM — это устройство, расположенное в центральном офисе поставщика, собирающее подключения нескольких абонентов DSL.

DSL не является общим носителем. Каждый пользователь имеет отдельное прямое подключение к DSLAM. Добавление пользователей не препятствует производительности.



## 7.5.3 DSL И PPP

Интернет-провайдеры по-прежнему используют PPP в качестве протокола уровня 2 для широкополосных DSL-подключений.

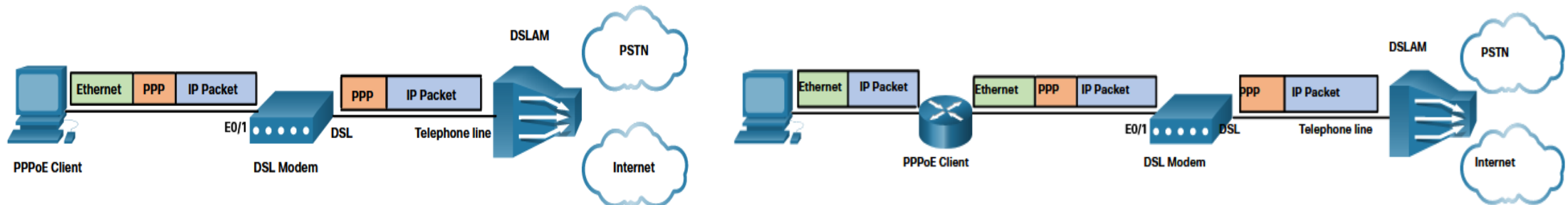
PPP может использоваться для аутентификации подписчика.

PPP может назначить публичный IPv4 адрес абоненту.

PPP предоставляет функции управления качеством канала.

Существует два способа развертывания PPP через Ethernet (PPPoE):

1. **Узел с клиентом PPPoE** - клиентское программное обеспечение PPPoE взаимодействует с DSL-модемом с помощью PPPoE, а модем взаимодействует с провайдером через PPP.
2. **Клиент PPPoE маршрутизатора** - маршрутизатор является клиентом PPPoE и получает конфигурацию от поставщика.



## 7.5.4 КАБЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Кабельная технология является высокоскоростной всегда на технологии подключения, которая использует коаксиальный кабель кабельной компании для предоставления IP-услуг пользователям.

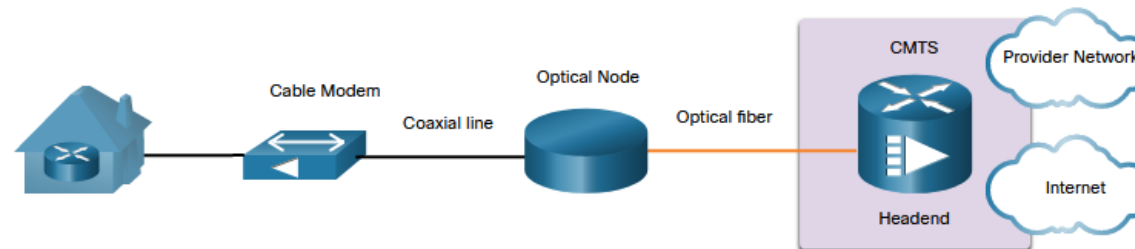
Спецификация DOCSIS представляет собой международный стандарт для реализации услуг высокоскоростной передачи данных на основе имеющейся кабельной системы.

Оптический узел преобразует РЧ сигналы в световые импульсы по оптоволоконному кабелю.

Волоконные носители позволяют передавать сигналы на большие расстояния к headend поставщика, где расположена система терминции кабельного модема (CMTS).

Заголовок содержит базы данных, необходимые для обеспечения доступа в Интернет, в то время как CMTS отвечает за связь с кабельными модемами.

Все местные абоненты совместно используют пропускную способность кабельного соединения. При увеличении количества пользователей пропускная способность может падать ниже ожидаемого уровня.





## 7.5.5 КАБЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Многие муниципалитеты, города и провайдеры устанавливают волоконно-оптический кабель к месту расположения пользователя. Это обычно называют волокном x (FTTx) и включает в себя следующее:

**Волокно в дом (FTTH)** - волокно достигает границы резиденции.

**Волоконно к зданию (FTTB)** - волокно достигает границы здания с окончательным соединением с индивидуальной жилой площадью осуществляется альтернативными способами.

**Fiber to the Node/Neighborhood (FTTN)** - оптический кабель достигает оптического узла, который преобразует оптические сигналы в формат, приемлемый для витой пары или коаксиального кабеля в помещение.

**Примечание.** FTTx может обеспечить максимальную пропускную способность всех вариантов широкополосного доступа.

## 7.5.6 БЕСПРОВОДНАЯ ШИРОКОПОЛОСНАЯ СВЯЗЬ НА ОСНОВЕ ИНТЕРНЕТА

В беспроводных технологиях для отправки и приема данных используются нелицензированные полосы радиочастот.

Некоторые из этих сетей обеспечивают высокоскоростной доступ к Интернету бесплатно или по значительно более низкой цене, чем цена других широкополосных сервисов.

**Сотовая связь.** Все чаще используется для подключения устройств к Интернету с помощью радиоволн для связи через близлежащую башню мобильного телефона. 3G/4G/5G и Long Evolution (LTE) являются сотовыми технологиями.

**Спутниковый Интернет.** Обычно применяется в сельской местности, где недоступен доступ по каналу DSL или кабельной линии. Маршрутизатор подключается к спутниковой тарелке, которая направлена на спутник оператора связи. Деревья и сильные дожди могут повлиять на спутниковый сигнал.

**Технология WiMAX.** Предлагает высокоскоростной широкополосный сервис с беспроводным доступом и обеспечивает широчайший охват, сравнимый с охватом сети мобильной телефонной связи, и не идущий ни в какое сравнение с охватом, предоставляемым посредством точек доступа небольших сетей Wi-Fi.

## 7.5.7 VPN ТЕХНОЛОГИИ

Конфигурация, при которой удаленные работники или офисы получают доступ к корпоративной сети WAN через широкополосное интернет-соединение, подразумевает определенные риски безопасности. VPN представляет собой шифрованное подключение между частными сетями посредством общедоступной сети, например Интернета. VPN-туннели маршрутизируются через Интернет из частной сети компании на удаленный сайт или хост сотрудника.

### **Преимущества VPN**

1. Таким образом, можно отказаться от дорогостоящих выделенных WAN-соединений и модемных банков.
2. Протоколы шифрования и аутентификации защищают данные от несанкционированного доступа.
3. Масштабируемость. Организации могут серьезно наращивать пропускную способность без значительного изменения инфраструктуры.
4. Совместимость с широкополосными технологиями. Операторы связи предлагают широкополосный доступ с поддержкой VPN, включая DSL и кабельный доступ.

## 7.5.7 VPN ТЕХНОЛОГИИ

VPN обычно реализуются следующим образом:

**Site-to-site VPN** (от узла до узла) — настройки VPN настраиваются на маршрутизаторах. Клиенты не знают, что их данные шифруются.

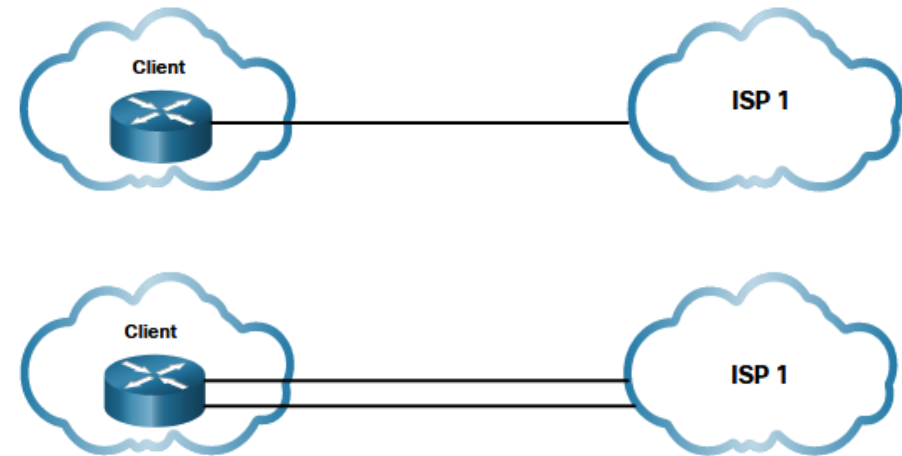
**Удаленный доступ** — пользователь знает и инициирует подключение к удаленному доступу. Например, используя HTTPS в браузере для подключения к вашему банку. Кроме того, пользователь может запустить программное обеспечение VPN-клиента на своем хосте для подключения к конечному устройству и проверки подлинности с ним.

## 7.5.8 ВАРИАНТЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ИНТЕРНЕТ-ПРОВАЙДЕРА

Существуют различные способы подключения организации к поставщику услуг Интернета. Выбор зависит от потребностей и бюджета организации.

**Single homed** - одно подключение к поставщику услуг Интернета с использованием одного канала. Обеспечивает отсутствие избыточности и является наименее дорогостоящим решением.

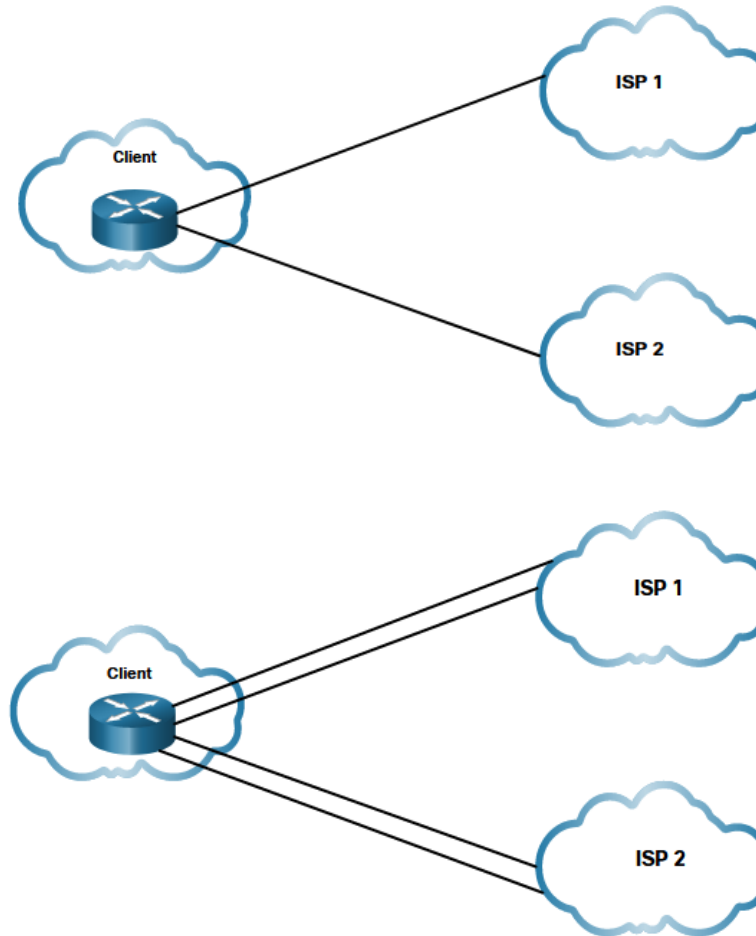
**Двойное подключение** - подключается к одному и тому же поставщику услуг Интернета, используя два соединения. Обеспечивает как избыточность, так и балансировку нагрузки. Тем не менее организация теряет подключение к Интернету, если интернет-провайдер сталкивается с отключением.



## 7.5.8 ВАРИАНТЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ИНТЕРНЕТ-ПРОВАЙДЕРА

**Multihomed** - клиент подключается к двум различным интернет-провайдерам. Такая конструкция обеспечивает повышенную избыточность и обеспечивает балансировку нагрузки, но она может быть дорогостоящей.

**Двойной multihomed** - это наиболее устойчивая топология из четырех показанных. Клиент подключается с избыточными ссылками к нескольким провайдерам Интернета. Эта топология обеспечивает максимально возможную избыточность. Это самый дорогой вариант из четырех.



## 7.5.9 СРАВНЕНИЕ ШИРОКОПОЛОСНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ЧЕРЕЗ ИНТЕРНЕТ

Каждое решение широкополосного доступа имеет свои преимущества и недостатки. При наличии нескольких широкополосных решений необходимо провести анализ соотношения затрат и преимуществ для определения оптимального решения.

К числу факторов, которые следует учитывать, относятся следующие:

1. Кабель. Пропускная способность разделяется многими пользователями. В часы пиковой нагрузки при чрезмерном количестве пользователей заметно снижается скорость передачи данных в восходящем направлении.
2. DSL. Ограниченная пропускная способность, зависящая от расстояния (по отношению к центральному офису интернет-провайдера). Скорость загрузки пропорционально ниже по сравнению со скоростью загрузки.

## 7.5.9 СРАВНЕНИЕ ШИРОКОПОЛОСНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ЧЕРЕЗ ИНТЕРНЕТ

3. «Оптоволокно до дома». Требуется прокладка оптоволоконного кабеля непосредственно до дома.

4. Сотовая/мобильная связь. Во многих случаях покрытие оставляет желать лучшего и может быть неравномерным даже в пределах одного малого или домашнего офиса, что приводит к снижению пропускной способности.

5. Городская сеть Wi-Fi. В большинстве муниципалитетов не развернуты ячеистые сети. Если он доступен и в диапазоне, то это жизнеспособный вариант.

6. Спутниковая связь. Высокая стоимость, ограниченная пропускная способность на одного абонента. Обычно используется, когда нет другого варианта.