

# Содержание

<b>Часть 1: Основы сетей передачи данных</b> .....	3
<b>Глава 1: Эволюция компьютерных сетей</b> .....	3
<b>Глава 2: Общие принципы построения сетей</b> .....	4
Сетевые интерфейсы .....	4
Сетевые службы и сервисы .....	4
Сетевая операционная система .....	5
Сетевые приложения .....	5
Физическая передача данных по линиям связи .....	5
Топология физических связей .....	6
Адресация узлов сети .....	7
Коммутация .....	7
Маршрутизация .....	8
Мультиплексирование и демультимплексирование .....	8
Разделяемая среда .....	8
<b>Глава 3: Коммутация каналов и пакетов</b> .....	8
Коммутация каналов .....	8
Коммутация пакетов .....	9
Сравнение сетей с коммутацией пакетов и каналов .....	11
<b>Глава 4: Стандартизация и классификация сетей</b> .....	11
Модель OSI .....	11
Классификация компьютерных сетей .....	13
<b>Глава 5: Сетевые характеристики и качество обслуживания</b> .....	14
Характеристики задержек пакетов .....	14
Характеристики скорости передачи .....	15
Характеристики надежности сети .....	15
Приложения и качество обслуживания .....	15



# Часть 1: Основы сетей передачи данных

## Глава 1: Эволюция компьютерных сетей

первые **Системы пакетной обработки** 50ых годов, как правило, строились на базе **мейнфрейма**<sup>1)</sup>. Пользователи подготавливали перфокарты, содержащие данные и команды программ, и передавали их в вычислительный центр.

**многотерминальные системы разделения времени** появились в начале 60ых. В таких системах каждый пользователь получал собственный терминал, с помощью которого он мог вести диалог с компьютером практически в реальном времени. В этот период был справедлив так называемый **эмпирический закон Гроша**, в соответствии с которым *производительность компьютера была пропорциональна квадрату его стоимости*.

Тогда же появились первые **глобальные сети**: терминалы соединялись с компьютером через телефонные сети с помощью модемов, позволив многочисленным пользователям получать удаленный доступ к разделяемым ресурсам мощных суперкомпьютеров. Новшеством глобальных сетей стал отказ от **принципа коммутации каналов**<sup>2)</sup> в пользу **принципа коммутации пакетов**<sup>3)</sup>.

В 1969 году мин.обороны США инициировало работы по объединению в единую сеть суперкомпьютеров оборонных и научно-исследовательских центров. Эта сеть, получившая название **ARPANET**, стала отправной точкой для создания первой и самой известной ныне глобальной сети мирового масштаба — Internet. Сеть ARPANET объединяла компьютеры разных типов, работавшие под управлением различных ОС с дополнительными модулями, реализующими коммуникационные протоколы, общие для всех компьютеров сети. ОС этих компьютеров можно считать первыми **сетевыми операционными системами**.

С конца 60ых в телефонных сетях стала применяться передача голоса в цифровой форме. Это привело к появлению высокоскоростных цифровых каналов, соединяющих автоматические телефонные станции (**АТС**).

В начале 70ых появились тн большие интегральные схемы (**БИС**), которые удешевили производство компьютеров и привели к появлению **мини-компьютеров**, конкурентов мейнфреймов. Закон Гроша перестал работать. В организации могло быть несколько мини-компьютеров со множеством терминалов. Затем появились персональные компьютеры (**ПК**), способные брать на себя роль локальных вычислителей и хранилищ данных. На первых порах для соединения компьютеров друг с другом использовались нестандартные сетевые технологии.

В середине 80х годов положение дел в локальных сетях кардинально изменилось: утвердились стандартные сетевые технологии объединения компьютеров в сеть — Ethernet, Arcnet, Token Ring, Token Bus, несколько позже — FDDI.

В конце 80х годов отличия между локальными и глобальными сетями проявлялись весьма отчетливо: скорость работы, отказоустойчивость, протяженностью, разнообразие услуг. Сближение в методах передачи данных произошло за счет использования одной и той же среды передачи данных — оптического волокна — и одних и тех же принципов кодирования передаваемых данных — цифрового (дискретного) кодирования. Большой вклад в сближение

локальных и глобальных сетей внесло доминирование протокола IP. Этот протокол может работать поверх любых технологий локальных и глобальных сетей (Ethernet, MPLS, Token Ring, ATM, Frame Relay), объединяя различные подсети в единую составную сеть.

## Глава 2: Общие принципы построения сетей

### Сетевые интерфейсы

Интерфейс — (в широком смысле) формально определенная логическая и/или физическая граница между отдельными объектами, которые обмениваются информацией. Интерфейс задает параметры, процедуры и характеристики взаимодействия объектов.

Разделяют физический и логический интерфейсы:

1. **Физический интерфейс** (называемый также **портом**) определяется набором электрических связей и характеристиками сигналов. Обычно он представляет собой разъем с набором контактов, каждый из которых имеет определенное назначение, например, это может быть группа контактов для передачи данных, контакт синхронизации данных и т. п. Пара разъемов соединяется кабелем, состоящим из набора проводов, каждый из которых соединяет соответствующие контакты. В таких случаях говорят о создании линии, или канала, связи между двумя устройствами.
2. **Логический интерфейс** (называемый также **протоколом**) — это набор информационных сообщений определенного формата, которыми обмениваются два устройства или две программы, а также набор правил, определяющих логику обмена этими сообщениями.

Интерфейс типа компьютер-компьютер реализуется с помощью аппаратного модуля, называемого **сетевыми адаптером** или **сетевой интерфейсной картой** (Network Interface Card, **NIC**); И **драйвером сетевой интерфейсной карты** — специальной программой, управляющей работой сетевой интерфейсной карты.

### Сетевые службы и сервисы

**Клиент** — это модуль, предназначенный для формирования и передачи сообщений-запросов к ресурсам удаленного компьютера от разных приложений с последующим приемом результатов из сети и передачей их соответствующим приложениям.

**Сервер** — это модуль, который постоянно ожидает прихода из сети запросов от клиентов и, приняв запрос, пытается его обслужить, как правило, с участием локальной ОС; один сервер может обслуживать запросы сразу нескольких клиентов (поочередно или одновременно).

Пара клиент-сервер, предоставляющая доступ к конкретному типу ресурса компьютера через сеть, образует **сетевую службу**.

Услуги, предоставляемые службой, называются **сервисом**.

## Сетевая операционная система

**Сетевой операционной системой** называют операционную систему компьютера, которая, помимо управления локальными ресурсами, предоставляет пользователям и приложениям возможность эффективного и удобного доступа к информационным и аппаратным ресурсам других компьютеров сети.

Операционная система, которая содержит преимущественно клиентские части сетевых служб, называется **клиентской**. Клиентские ОС устанавливаются на компьютеры, обращающиеся с запросами к ресурсам других компьютеров сети. За такими компьютерами, также называемыми клиентскими, работают рядовые пользователи.

К другому типу операционных систем относится **серверная** ОС — она ориентирована на обработку запросов из сети к ресурсам своего компьютера и включает в себя в основном серверные части сетевых служб.

Компьютер с установленной на нем серверной ОС, занимающийся исключительно обслуживанием запросов других компьютеров, называют **выделенным сервером сети**.

## Сетевые приложения

**Локальное приложение** целиком выполняется на данном компьютере и использует только локальные ресурсы. Для такого приложения не требуется никаких сетевых средств, оно может быть выполнено на автономно работающем компьютере.

**Централизованное сетевое приложение** целиком выполняется на данном компьютере, но обращается в процессе своей работы к ресурсам других компьютеров сети. (например приложение, которое выполняется на клиентском компьютере, но обрабатывает данные из файла, хранящегося на файл-сервере)

**Распределенное (сетевое) приложение** состоит из нескольких взаимодействующих частей, каждая из которых выполняет какую-то определенную законченную работу по решению прикладной задачи, причем каждая часть может выполняться и, как правило, выполняется на отдельном компьютере сети. Части распределенного приложения взаимодействуют друг с другом, используя сетевые службы и транспортные средства ОС. Распределенное приложение в общем случае имеет доступ ко всем ресурсам компьютерной сети.

## Физическая передача данных по линиям связи

Представление данных в виде электрических или оптических сигналов называется **кодированием**.

**Предложенная нагрузка** — это поток данных, поступающий от приложения пользователя на вход сети, которая всегда готова принять данные. Предложенную нагрузку можно характеризовать скоростью генерации данных в битах в секунду. Эта характеристика описывает интенсивность работы источника информации и абстрагируется от свойств физических каналов.

**Пропускная способность**, называемая также **емкостью канала связи (capacity)**,

представляет собой максимально возможную скорость передачи информации по данному каналу. Данная характеристика никак не связана с предложенной нагрузкой. Она отражает скоростные возможности сети, определяемые параметрами физической среды передачи, а также особенностями выбранного способа передачи дискретной информации в этой среде. Самые медленные элементы составного канала, называются **узкими местами (bottleneck)**.

**Скорость передачи данных (information rate, или throughput)** — это фактическая скорость потока данных, прошедшего через сеть или некоторые ее фрагменты. Скорость информационного потока, называемая также скоростью передачи данных, определяется как частное от деления объема данных, переданных за некоторый интервал времени, на величину этого интервала. Из определения следует, что эта характеристика всегда является усредненной. Она отражает как скорость поступления данных в сеть — предложенную нагрузку, так и скоростные свойства физических каналов — пропускную способность сети. Скорость передачи данных может быть ниже предложенной нагрузки, так как данные в сети могут искажаться или теряться, или на некоторых участках выше — когда предварительно буферизованные данные передаются скоростным каналом. Но скорость передачи данных по некоторому каналу никогда не может превысить его пропускной способности.

**Дуплексный канал** обеспечивает одновременную передачу информации в обоих направлениях. Дуплексный канал может состоять из двух физических сред, каждая из которых используется для передачи информации только в одном направлении. Возможен вариант, когда одна среда служит для одновременной передачи встречных потоков. При этом применяют дополнительные методы выделения каждого потока из суммарного сигнала.

**Полудуплексный канал** также обеспечивает передачу информации в обоих направлениях, но не одновременно, а по очереди. То есть в течение определенного периода времени информация передается в одном направлении, а в течение следующего периода — в обратном.

**Симплексный канал** позволяет передавать информацию только в одном направлении. Часто дуплексный канал состоит из двух симплексных каналов.

## Топология физических связей

Под **топологией сети** понимается конфигурация графа, вершинам которого соответствуют конечные узлы сети (например, компьютеры) и коммуникационное оборудование (например, маршрутизаторы), а ребрам — физические или информационные связи между вершинами.

**Полносвязная топология** соответствует сети, в которой каждый компьютер непосредственно связан со всеми остальными.

**Ячеистая топология** получается из полносвязной путем удаления некоторых связей.

В сетях с **кольцевой топологией** данные передаются по кольцу от одного компьютера к другому.

**Звездообразная топология** образуется в случае, когда каждый компьютер подключается непосредственно к общему центральному устройству, называемому концентратором.

Иногда имеет смысл строить сеть с использованием нескольких концентраторов, иерархически соединенных между собой звездообразными связями. Получаемую в результате структуру называют **иерархической звездой**, или **деревом**. В настоящее время дерево является самой

распространенной топологией связей как в локальных, так и глобальных сетях.

Особым частным случаем звезды является **общая шина**. Здесь в качестве центрального элемента выступает пассивный кабель, к которому по схеме «монтажного ИЛИ» подключается несколько компьютеров (такую же топологию имеют многие сети, использующие беспроводную связь — роль общей шины здесь играет общая радиосреда).

## Адресация узлов сети

По количеству адресуемых интерфейсов адреса можно классифицировать следующим образом:

1. **уникальный адрес (unicast)** используется для идентификации отдельных интерфейсов;
2. **групповой адрес (multicast)** идентифицирует сразу несколько интерфейсов, поэтому данные, помеченные групповым адресом, доставляются каждому из узлов, входящих в группу;
3. данные, направленные по **широковещательному адресу (broadcast)**, должны быть доставлены всем узлам сети;
4. **адрес произвольной рассылки (anycast)**, так же как и групповой адрес, задает группу адресов, однако данные, посланные по этому адресу, доставляются не всем узлам данной группы, а только одному из них. Выбор этого узла осуществляется в соответствии с некоторыми правилами предпочтения.

Адреса могут быть **числовыми** (например, 129.26.255.255 или 81.1a.ff.ff) и **символьными** (site domen ru, willi-winki).

Множество всех адресов, которые являются допустимыми в рамках некоторой схемы адресации, называется **адресным пространством**. Адресное пространство может иметь плоскую (**линейную**) или **иерархическую** организацию.

Для преобразования адресов из одного вида в другой используются специальные вспомогательные протоколы, которые называют **протоколами разрешения адресов**.

## Коммутация

Соединение конечных узлов через сеть транзитных узлов называют **коммутацией**. Последовательность узлов, лежащих на пути от отправителя к получателю, образует **маршрут**.

**Информационным потоком**, или **потоком данных**, называют непрерывную последовательность данных, объединенных набором общих признаков, выделяющих эти данные из общего сетевого трафика.

**Метка потока** — это особый тип признака. Она представляет собой некоторое число, которое несут все данные потока. **Глобальная метка** назначается данным потока и не меняет своего значения на всем протяжении его пути следования от узла источника до узла назначения, таким образом, она уникально определяет поток в пределах сети. В некоторых технологиях используются локальные **метки потока**, динамически меняющие свое значение при передаче данных от одного узла к другому.

## Маршрутизация

Задача маршрутизации, в свою очередь, включает в себя две подзадачи:

1. определение маршрута;
2. оповещение сети о выбранном маршруте.

Определить маршрут - означает выбрать последовательность транзитных узлов и их интерфейсов, через которые надо передавать данные, чтобы доставить их адресату.

Абстрактная оценка условного «расстояния» между двумя узлами сети называется **метрикой**.

Устройство, функциональным назначением которого является коммутация, называется **коммутатором**.

Коммутатором может быть как специализированное устройство, так и универсальный компьютер со встроенным программным механизмом коммутации, в этом случае коммутатор называется **программным**.

## Мультиплексирование и демultipлексирование

**Мультиплексирование (агрегирование)** — образование из нескольких отдельных потоков общего агрегированного потока, который передается по одному физическому каналу связи.

**Демultipлексирование** — разделение суммарного потока на несколько составляющих его потоков.

Частный случай коммутатора, у которого все входящие информационные потоки коммутируются на один выходной интерфейс, где они мультиплексируются в один агрегированный поток, называется **мультиплексором**. Коммутатор, который имеет один входной интерфейс и несколько выходных, называется **демultipлексором**.

## Разделяемая среда

**Разделяемой средой (shared medium)** называется физическая среда передачи данных, к которой непосредственно подключено несколько передатчиков узлов сети. Причем в каждый момент времени только один из передатчиков какого-либо узла сети получает доступ к разделяемой среде и использует ее для передачи данных приемнику другого узла, подключенному к этой же среде.

## Глава 3: Коммутация каналов и пакетов

### Коммутация каналов

Сеть с коммутацией каналов представляет собой множество коммутаторов и конечных узлов — **абонентов**, соединенных между собой **линиями (звеньями)** связи. Заметим, что в данном

контексте термин «линия связи» используется для обозначения соединения двух соседних узлов сети.

Время существования информационного потока ограничивается рамками **сеанса** связи абонентов. Глобальным признаком потока является пара адресов (например, телефонных номеров) абонентов, связывающихся между собой через последовательность коммутаторов.

Элементарный канал — это базовая техническая характеристика сети с коммутацией каналов, представляющая собой некоторое фиксированное в пределах данного типа сетей значение пропускной способности. Любая линия связи в сети с коммутацией каналов имеет пропускную способность, кратную элементарному каналу, принятому для данного типа сети.

Особенностью сетей с коммутацией каналов является то, что пропускная способность каждой линии связи должна быть равна целому числу элементарных каналов.

Канал, построенный путем коммутации (соединения) выделенных для информационного потока элементарных каналов, называют **составным каналом**.

Подчеркнем следующие свойства составного канала:

1. составной канал на всем своем протяжении состоит из одинакового количества элементарных каналов;
2. составной канал имеет постоянную и фиксированную пропускную способность на всем своем протяжении;
3. составной канал создается временно на период сеанса связи двух абонентов или, другими словами, только на время существования потока;
4. на время сеанса связи все элементарные каналы, входящие в составной канал, поступают в исключительное пользование абонентов, для которых был создан этот составной канал;
5. в течение всего сеанса связи абоненты могут посылать в сеть данные со скоростью, не превышающей пропускную способность составного канала;
6. данные, поступившие в составной канал, гарантированно доставляются вызываемому абоненту без задержек, потерь и с той же скоростью (скоростью источника) вне зависимости от того, существуют ли в это время в сети другие соединения или нет;
7. после окончания сеанса связи элементарные каналы, входившие в соответствующий составной канал, объявляются свободными и возвращаются в пул распределяемых ресурсов для использования другими абонентами.

Возможны ситуации, когда некоторая промежуточная линия связи уже исчерпала свободные элементарные каналы — тогда новый сеанс связи, маршрут которого пролегает через данную линию связи, не может состояться. Чтобы распознать такие ситуации, обмен данными в сети с коммутацией каналов предваряется **процедурой установления соединения**. Цель запроса — проверить, можно ли образовать составной канал между вызывающими вызываемым абонентами. Для этого требуется соблюдение двух условий: - наличие требуемого числа свободных элементарных каналов в каждой линии связи; - незанятость вызываемого абонента в другом соединении.

## Коммутация пакетов

Важнейшим принципом функционирования сетей с коммутацией пакетов является представление информации, передаваемой по сети, в виде структурно отделенных друг от

друга порций данных, называемых **пакетами**<sup>4)</sup>.

Пакет состоит из **заголовка** (содержится адрес назначения и другая вспомогательная информация: длина поля данных, контрольная сумма и др.), **данных** и **концевика** (содержащего контрольную сумму).

Главное отличие пакетных коммутаторов от коммутаторов в сетях с коммутацией каналов состоит в том, что они имеют **внутреннюю буферную память** для временного хранения пакетов. Буфер нужен для чтения пакета и хранения очереди пакетов в случае, когда их кол-во превышает пропускную способность интерфейса.

Поскольку объем буферов в коммутаторах ограничен, иногда происходит **потеря пакетов** из-за переполнения буферов при временной перегрузке части сети, когда, например, совпадают периоды пульсации нескольких информационных потоков. Для компенсации таких потерь в технологии коммутации пакетов предусмотрен ряд специальных механизмов: - дейтаграммная передача; - передача с установлением логического соединения; - передача с установлением виртуального канала.

**Дейтаграммный способ передачи данных** основан на том, что все передаваемые пакеты продвигаются (передаются от одного узла сети другому) независимо друг от друга на основании одних и тех же правил. Никакая информация об уже переданных пакетах сетью не хранится и в ходе обработки очередного пакета во внимание не принимается. То есть каждый отдельный пакет рассматривается сетью как совершенно независимая единица передачи — **дейтаграмма**. В дейтаграммном методе доставка пакета не гарантируется, а выполняется по мере возможности — для описания такого свойства используется термин **доставка по возможности (best effort)**.

**Установление логического соединения** - процедура согласования двумя конечными узлами сети некоторых параметров процесса обмена пакетами. Параметры, о которых договариваются два взаимодействующих узла, называются **параметрами логического соединения**. Передача с установлением логического соединения включает три фазы и использует 2 типа пакетов (служебные и информационные):

1. Установление логического соединения: предложение начать соединение, ответ на предложение, содержащий параметры предлагаемого соединения и сообщение о закрытии соединения, если параметры не устроили.
2. После того как соединение установлено и все параметры согласованы, конечные узлы начинают передачу собственно данных.
3. Разрыв логического соединения. После передачи некоторого законченного набора данных, например определенного файла, узел-отправитель инициирует процедуру разрыва логического соединения, аналогичную процедуре установления соединения.

**Передача с установлением виртуального канала** - способ продвижения данных в пакетных сетях основанный на частном случае логического соединения, в число параметров которого входит жестко определенный для всех пакетов маршрут. Единственный заранее проложенный фиксированный маршрут, соединяющий конечные узлы в сети с коммутацией пакетов, называют **виртуальным каналом (virtual circuit, или virtual channel)**. Виртуальные каналы прокладываются для устойчивых информационных потоков. С целью выделения потока данных из общего трафика каждый пакет этого потока помечается признаком особого вида — **меткой**. Запрос на установление соединения, проходя по сети, формирует новую запись в таблице каждого из коммутаторов, расположенных на пути от отправителя до получателя. Запись говорит о том, каким образом коммутатор должен обслуживать пакет, имеющий заданную

метку. Образованный виртуальный канал идентифицируется той же меткой. После прокладывания виртуального канала коммутаторы будут обращать внимание не на адрес назначения, а на метку канала.

## Сравнение сетей с коммутацией пакетов и каналов

Коммутация каналов	Коммутация пакетов
Необходимо предварительно устанавливать соединение	Отсутствует этап установления соединения (дейтаграммный способ)
Адрес требуется только на этапе установления соединения	Адрес и другая служебная информация передаются с каждым пакетом
Сеть может отказать абоненту в установлении соединения	Сеть всегда готова принять данные от абонента
Гарантированная пропускная способность (полоса пропускания) для взаимодействующих абонентов	Пропускная способность сети для абонентов неизвестна, задержки передачи носят случайный характер
Трафик реального времени передается без задержек	Ресурсы сети используются эффективно при передаче пульсирующего трафика
Высокая надежность передачи	Возможны потери данных из-за переполнения буферов
Нерациональное использование пропускной способности каналов, снижающее общую эффективность сети	Автоматическое динамическое распределение пропускной способности физического канала между абонентами

## Глава 4: Стандартизация и классификация сетей

Иерархически организованный набор протоколов, достаточный для организации взаимодействия узлов в сети, называется **стеком протоколов**.

### Модель OSI

Модель OSI имеет дело со стеком протоколов для сетей с коммутацией пакетов. Модель OSI не содержит описаний реализаций конкретного набора протоколов. Она лишь определяет, во-первых, уровни взаимодействия, во-вторых, стандартные названия уровней, в-третьих, функции, которые должен выполнять каждый уровень.

В модели OSI средства взаимодействия делятся на семь уровней:

1. физический (physical layer);
2. канальный (data link layer);
3. сетевой (network layer);
4. транспортный (transport layer);
5. сеансовый (session layer);
6. представления (presentation layer);
7. прикладной (application layer);



Что бы запомнить это можно использовать следующее предложение: «Фазан»



## Купил Сосиску, Теперь Сосёт ПиПиску»

В стандартах ISO для обозначения единиц обмена данными, с которыми имеют дело протоколы разных уровней, используется общее название **протокольная единица данных (Protocol Data Unit, PDU)**. Для обозначения единиц обмена данными конкретных уровней часто используются специальные названия, в частности: **сообщение, кадр, пакет, дейтаграмма, сегмент**. Рассмотрим PDU, которые используют различные уровни:

1. физический - **бит** ;
2. канальный - **кадр**;
3. сетевой - **пакет**;
4. транспортный - **сегмент**;
5. сеансовый - **сегмент**;
6. представления - **данные**;
7. прикладной - **данные**;

**Физический уровень** - имеет дело с передачей потока битов по физическим каналам связи, таким как коаксиальный кабель, витая пара, оптоволоконный кабель или беспроводная линия связи.

**Канальный уровень** - Пересчитывает контрольную сумму и отбрасывает битые кадры. (если речь идет о разделяемой среде) Проверяет доступность разделяемой среды. Использует возможности физического уровня, предоставит сетевому уровню следующие услуги:

1. установление логического соединения между взаимодействующими узлами;
2. согласование в рамках соединения скоростей передатчика и приемника информации;
3. обеспечение надежной передачи, обнаружение и коррекцию ошибок.

**Сетевой уровень** - служит для образования единой транспортной системы, объединяющей несколько сетей и называемой **составной сетью**, или **интернетом**. На сетевом уровне определяются два вида протоколов. Первый вид — **маршрутизируемые протоколы** — реализует продвижение пакетов через сеть. Именно эти протоколы обычно имеют в виду, когда говорят о протоколах сетевого уровня. Однако часто к сетевому уровню относят и другой вид протоколов, называемых **маршрутизирующими протоколами**, или **протоколами маршрутизации**. С помощью этих протоколов маршрутизаторы собирают информацию о топологии межсетевых соединений, на основании которой осуществляется выбор маршрута продвижения пакетов.



Технология, позволяющая соединять в единую сеть множество сетей, в общем случае построенных на основе разных технологий, называется технологией **межсетевого взаимодействия (internetworking)**

**Транспортный уровень** - обеспечивает приложениям и верхним уровням стека — прикладному, представления и сеансовому — передачу данных с той степенью надежности, которая им требуется. Модель OSI определяет пять классов транспортного сервиса от низшего класса 0 до высшего класса 4. Эти виды сервиса отличаются качеством предоставляемых услуг: срочностью, возможностью восстановления прерванной связи, наличием средств мультимплексирования нескольких соединений между различными прикладными протоколами через общий транспортный протокол, а главное — способностью к обнаружению и

исправлению ошибок передачи, таких как искажение, потеря и дублирование пакетов.

**Сеансовый уровень** - управляет взаимодействием сторон: фиксирует, какая из сторон является активной в настоящий момент, и предоставляет средства синхронизации сеанса. Эти средства позволяют в ходе длинных передач сохранять информацию о состоянии этих передач в виде контрольных точек, чтобы в случае отказа можно было вернуться назад к последней контрольной точке, а не начинать все с начала. На практике немногие приложения используют сеансовый уровень, который редко реализуется в виде отдельных протоколов. Функции этого уровня часто объединяют с функциями прикладного уровня и реализуют в одном протоколе.

**Уровень представления**, как явствует из его названия, обеспечивает представление передаваемой по сети информации, не меняя при этом ее содержания. На этом уровне могут выполняться шифрование и дешифрование данных, благодаря которым секретность обмена данными обеспечивается сразу для всех прикладных служб. Примером такого протокола является протокол SSL (Secure Socket Layer).

**Прикладной уровень** - в качестве функций прикладного уровня модель OSI определяет предоставление разнообразных услуг пользовательским приложениям — таких, как доступ к общим сетевым ресурсам или распределенным сетевым сервисам. Как правило, услуги прикладного уровня включают идентификацию и аутентификацию участников сетевого взаимодействия, проверку их доступности и полномочий, определение требований к защищенности сеанса обмена и т.д.

## Классификация компьютерных сетей

В зависимости от территории покрытия компьютерные сети можно разделить на три группы:

1. локальные сети (Local Area Network, **LAN**);
2. глобальные сети (Wide Area Network, **WAN**);
3. городские сети, или сети мегаполиса (Metropolitan Area Network, **MAN**).

В соответствии с технологическими признаками, обусловленными средой передачи, компьютерные сети подразделяют на два класса:

1. **проводные сети** — сети, каналы связи которых построены с использованием медных или оптических кабелей;
2. **беспроводные сети** — сети, в которых для связи используются беспроводные каналы связи, например, радио, СВЧ, инфракрасные или лазерные каналы.

В зависимости от способа коммутации, сети подразделяются на два фундаментально различных класса:

1. сети с коммутацией пакетов;
2. сети с коммутацией каналов.

В зависимости от того, какому типу пользователей предназначаются услуги сети:

1. Сети операторов связи
2. Корпоративные сети
3. Персональные сети

В зависимости от функциональной роли, которую играют некоторые части сети:

1. Сети доступа - это сети, ответственные за расширение глобальной сети до помещений ее клиентов.
2. Сети агрегирования трафика — это сети, агрегирующие данные от многочисленных сетей доступа для компактной передачи их по небольшому числу каналов связи в магистраль.
3. Магистральные сети — это сети, представляющие собой наиболее скоростную часть (ядро) глобальной сети, которая объединяет многочисленные сети доступа в единую сеть.

## Глава 5: Сетевые характеристики и качество обслуживания

**Долговременные характеристики / Характеристики проектных решений** - определяются на промежутках времени от нескольких месяцев до нескольких лет. Например: количество и схема соединения коммутаторов в сети, конкретные модели и характеристики.

**Среднесрочные характеристики** - определяются на интервалах времени от нескольких секунд до нескольких дней. Например: усредненное значение задержки пакетов по выборке.

**Краткосрочные характеристики** - относятся к темпу обработки отдельных пакетов и измеряются в микросекундном и миллисекундном диапазонах. Например: время буферизации или время пребывания пакета в очереди коммутатора.

Соглашением об уровне обслуживания (Service Level Agreement, **SLA**) - В таком соглашении поставщик услуг и клиент описывают качество предоставляемой услуги в количественных терминах, пользуясь характеристиками эффективности сети.

Для оценки отклонения функционирования реальной сети от идеальной используются различные **характеристики производительности сети**.

### Характеристики задержек пакетов

Для оценки производительности сети используются различные характеристики задержек, в том числе:

1. односторонняя задержка пакетов;
2. вариация задержки пакета;
3. время реакции сети;
4. время оборота пакета.

Единичное значение **односторонней задержки пакета** (One-Way Delay Metric, **OWD**) определенного типа — это интервал времени между моментом помещения в исходящую линию связи первого бита пакета узлом-отправителем и моментом приема последнего бита пакета с входящей линии связи узла-получателя.

Единичное значение **вариации задержки** определяется стандартом как разность односторонних задержек для пары пакетов определенного типа, полученных на интервале

измерений T.

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

**Время оборота пакета** (Round Trip Time, **RTT**) определяется как интервал времени между отправкой первого бита пакета определенного типа узлом-отправителем узлу-получателю и получением последнего бита этого пакета узлом-отправителем после того, как пакет был получен узлом-получателем и отправлен обратно.

## Характеристики скорости передачи

**Скорость передачи данных (information rate)** измеряется на каком-либо промежутке времени и вычисляется как частное от деления объема переданных за этот период данных на продолжительность периода. Она измеряется в кадрах, пакетах, битах или байтах в секунду.

**Средняя скорость передачи данных** (Sustained Information Rate, **SIR**) — это среднесрочная характеристика. Она определяется на относительно большом периоде времени, достаточном, чтобы можно было говорить об устойчивом поведении такой случайной величины, которой является скорость. Средняя скорость должна использоваться в паре с параметром, оговаривающим период контроля (период измерения) этой величины, например 10 секунд.

**Мгновенная скорость передачи данных** (Instantaneous Information Rate, **IIR**) — это краткосрочная характеристика, равная средней скорости на очень коротком интервале времени.

## Характеристики надежности сети

**Доступность (availability)** - означает долю времени, в течение которого система или служба находится в работоспособном состоянии.

## Приложения и качество обслуживания

Приложения с **потокowym трафиком (stream)** порождают равномерный поток данных, который поступает в сеть с **постоянной битовой скоростью** (Constant Bit Rate, **CBR**).

Приложения с **пульсирующим трафиком (burst)** отличаются высокой степенью непредсказуемости, в этих приложениях периоды молчания сменяются пульсациями, в течение которых пакеты «плотно» следуют друг за другом. В результате трафик характеризуется **переменной битовой скоростью** (Variable Bit Rate, **VBR**).

Чувствительность приложений к задержкам пакетов:

1. **асинхронные приложения** практически не имеют ограничений на время задержки (эластичный трафик). Пример такого приложения — электронная почта;
2. **интерактивные приложения**. Задержки могут быть замечены пользователями, но они не сказываются негативно на функциональности приложений. Пример — текстовый редактор, работающий с удаленным файлом;

- 3. **изохронные приложения** имеют порог чувствительности к вариациям задержек, при превышении которого резко снижается функциональность приложений. Пример — передача голоса, когда при превышении порога вариации задержек в 100–150 мс искажение голоса становится неприемлемым;
- 4. **сверхчувствительные к задержкам приложения**, для которых задержка доставки данных сводит их функциональность к нулю. Пример — приложения, управляющие техническим объектом в реальном времени. При запаздывании управляющего сигнала на объекте может произойти авария.

1)

мощного и надежного компьютера универсального назначения

2)

выделяемый на все время сеанса связи составной телефонный канал, передающий информацию с постоянной скоростью

3)

данные разделяются на небольшие порции — пакеты, которые самостоятельно перемещаются по сети благодаря наличию адреса конечного узла в заголовке пакета

4)

Наряду с термином «пакет» используются также термины «кадр», «фрейм», «ячейка» и др. В данном контексте различия в значении этих терминов несущественны.

From:

<https://wiki.radi0.cc/> - radi0wiki

Permanent link:

[https://wiki.radi0.cc/notes:computer\\_networks\\_v\\_olifer:vol1](https://wiki.radi0.cc/notes:computer_networks_v_olifer:vol1)

Last update: **2026/01/30 11:53**

