

## Раздел 5. Сетевые модели.

### Тема 5.1. Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем (OSI)

Сложность сетевых структур и разнообразие телекоммуникационных устройств, выпускаемых различными фирмами, привели к необходимости стандартизации как устройств, так и процедур обмена данными между пользователями. Международная организация стандартов (International Standards Organization – ISO) создала эталонную модель взаимодействия открытых систем (Open System Interconnection reference model – OSI), которая определяет концепцию и методологию создания сетей передачи данных. Модель описывает стандартные правила функционирования устройств и программных средств при обмене данными между узлами (компьютерами) в открытой системе. Открытая система состоит из программно-аппаратных средств, способных взаимодействовать между собой при использовании стандартных правил и устройств сопряжения (интерфейсов).

Модель ISO/OSI включает семь уровней. На рисунке ниже показана модель взаимодействия двух устройств: узла источника (source) и узла назначения (destination). Совокупность правил, по которым происходит обмен данными между программно-аппаратными средствами, находящимися на одном уровне, называется протоколом. Набор протоколов называется стеком протоколов и задается определенным стандартом. Взаимодействие между уровнями определяется стандартными интерфейсами.

Уровни узла источника	Уровни узла назначения	Примеры протоколов
7. Прикладной	7. Прикладной	HTTP, FTP, SMTP, DNS
6. Представительский	6. Представительский	ASCII, MPEG, JPEG
5. Сеансовый	5. Сеансовый	
4. Транспортный	4. Транспортный	TCP, UDP
3. Сетевой	3. Сетевой	IP, IPX, RIP, OSPF
2. Канальный	2. Канальный	Ethernet, Fast Ethernet
1. Физический	1. Физический	

Взаимодействие соответствующих уровней является виртуальным, за исключением физического уровня, на котором происходит обмен данными по кабелям, соединяющим компьютеры. На этом рисунке приведены также примеры протоколов, управляющих взаимодействием узлов на различных уровнях модели OSI. Взаимодействие уровней между собой внутри узла происходит через межуровневый интерфейс, и каждый нижележащий уровень предоставляет услуги вышележащему.

Виртуальный обмен между соответствующими уровнями узлов А и В (следующий рисунок) происходит определенными единицами информации. На трех верхних уровнях – это сообщения или данные (Data), на транспортном уровне – сегменты (Segment), на сетевом уровне – пакеты (Packet), на канальном уровне – кадры (Frame) и на физическом – последовательность битов.

Для каждой сетевой технологии существуют свои протоколы и свои технические средства, часть из которых имеет условные обозначения, приведенные на рисунке выше. Данные обозначения введены фирмой Cisco и стали общепринятыми. Среди технических средств физического уровня следует отметить кабели, разъемы, повторители сигналов (repeater), многопортовые повторители или концентраторы (hub), преобразователи среды (transceiver), например, преобразователи электрических сигналов в оптические и наоборот. На канальном уровне – это мосты (bridge), коммутаторы (switch). На сетевом уровне – маршрутизаторы (router). Сетевые карты или адаптеры (Network Interface Card – NIC) функционируют как на канальном, так и на физическом уровне, что обусловлено сетевой технологией и средой передачи данных.

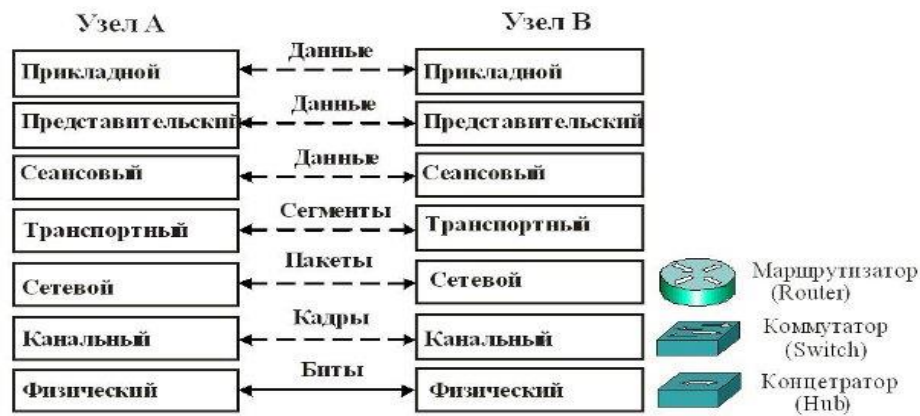


Рисунок. Устройства и единицы информации соответствующих уровней

При передаче данных от источника к узлу назначения подготовленные на прикладном уровне передаваемые данные последовательно проходят от самого верхнего, Прикладного уровня 7 узла источника информации до самого нижнего – Физического уровня 1, затем передаются по физической среде узлу назначения, где последовательно проходят от нижнего уровня 1 к уровню 7.

Самый верхний, **Прикладной уровень** (Application Layer) 7 оперирует наиболее общей единицей данных – сообщением. На этом уровне реализуется управление общим доступом к сети, потоком данных, сетевыми службами, такими, как FTP, TFTP, HTTP, SMTP, SNMP и др.

**Представительский уровень** (Presentation Layer) 6 изменяет форму представления данных. Например, передаваемые с уровня 7 данные преобразуются в общепринятый формат ASCII. При приеме данных происходит обратный процесс. На уровне 6 также происходит шифрация и сжатие данных.

**Сеансовый уровень** (Session Layer) 5 устанавливает сеанс связи двух конечных узлов (компьютеров), определяет, какой компьютер является передатчиком, а какой приемником, задает для передающей стороны время передачи.

**Транспортный уровень** (Transport Layer) 4 делит большое сообщение узла источника информации на части, при этом добавляет заголовок и формирует сегменты определенного объема, а короткие сообщения может объединять в один сегмент. В узле назначения происходит обратный процесс. В заголовке сегмента задаются номера порта источника и назначения, которые адресуют службы верхнего прикладного уровня для обработки данного сегмента. Кроме того, транспортный уровень обеспечивает надежную доставку пакетов. При обнаружении потерь и ошибок на этом уровне формируется запрос повторной передачи, при этом используется протокол TCP. Когда необходимость проверки правильности доставленного сообщения отсутствует, то используется более простой и быстрый протокол дейтаграмм пользователя (User Datagram Protocol – UDP).

**Сетевой уровень** (Network Layer) 3 адресует сообщение, задавая единице передаваемых данных (пакету) логические сетевые адреса узла назначения и узла источника (IP-адреса), определяет маршрут, по которому будет отправлен пакет данных, транслирует логические сетевые адреса в физические, а на приемной стороне – физические адреса в логические. Сетевые логические адреса принадлежат пользователям.

**Канальный уровень** (Data Link) 2 формирует из пакетов кадры данных (frames). На этом уровне задаются физические адреса устройства-отправителя и устройства-получателя данных. Например, физический адрес устройства может быть прописан в ПЗУ сетевой карты компьютера. На этом же уровне к передаваемым данным добавляется контрольная сумма, определяемая с помощью алгоритма циклического кода. На приемной стороне по контрольной сумме определяют и по возможности исправляют ошибки.

**Физический уровень** (Physical) 1 осуществляет передачу потока битов по соответствующей физической среде (электрический или оптический кабель, радиоканал) через соответствующий интерфейс. На этом уровне производится кодирование данных, синхронизация передаваемых битов информации.

Протоколы трех верхних уровней являются **сетезависимыми**, три нижних уровня являются **сетезависимыми**. Связь между тремя верхними и тремя нижними уровнями происходит на транспортном уровне.

Важным процессом при передаче данных является инкапсуляция (encapsulation) данных. Передаваемое сообщение, сформированное приложением, проходит три верхних сетезависимых уровня и поступает на транспортный уровень, где делится на части и каждая часть инкапсулируется (помещается) в сегмент данных (рисунок ниже). В заголовке сегмента содержится номер протокола прикладного уровня, с помощью которого подготовлено сообщение, и номер протокола, который будет обрабатывать данный сегмент.

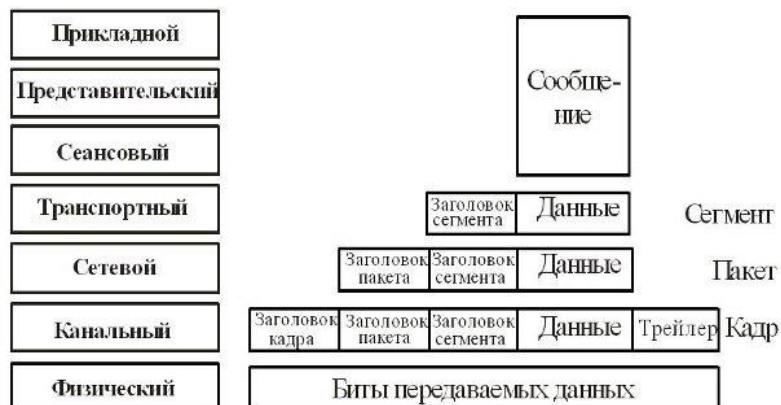


Рисунок *Инкапсуляция данных*

На **сетевом уровне** сегмент инкапсулируется в пакет данных, заголовок ( header ) которого содержит, кроме прочего, сетевые (логические) адреса отправителя информации (источника) – Source Address ( SA ) и получателя (назначения) – Destination Address ( DA ). В данном курсе – это IP-адреса.

На **канальном уровне** пакет инкапсулируется в кадр или фрейм данных, заголовок которого содержит физические адреса узла передатчика и приемника, а также другую информацию. Кроме того, на этом уровне добавляется трейлер (концевик) кадра, содержащий информацию, необходимую для проверки правильности принятой информации. Таким образом, происходит обрамление данных заголовками со служебной информацией, т. е. инкапсуляция данных.

Название информационных единиц на каждом уровне, их размер и другие параметры инкапсуляции задаются согласно протоколу единиц данных (Protocol Data Unit – PDU ). Итак, на трех верхних уровнях – это сообщение (Data), на Транспортном уровне 4 – сегмент (Segment), на Сетевом уровне 3 – пакет (Packet), на Канальном уровне 2 – кадр (Frame), на Физическом Уровне 1 – последовательность бит.

Помимо семиуровневой OSI модели на практике применяется **четырёхуровневая модель TCP/IP** (рисунок ниже).



Рисунок *Модели OSI и TCP/IP*

Прикладной уровень модели TCP/IP по названию совпадает с названием модели OSI, но по функциям гораздо шире, поскольку охватывает три верхних сетезависимых уровня (прикладной, представительский и сеансовый). Транспортный уровень обеих моделей и по названию, и по функциям одинаков. Сетевой уровень модели OSI соответствует межсетевому ( **Internet** ) уровню модели TCP/IP, а два нижних уровня (канальный и физический) представлены объединенным уровнем доступа к сети ( **Network Access** ).

На транспортном уровне в заголовке сегмента задаются номера портов приложений источника и назначения. Номера портов адресуют приложения или сервисы прикладного уровня, которые создавали сообщение и будут его обрабатывать на приемной стороне. Например, сервер электронной почты с номерами портов 25 и 110 позволяет посылать e-mail сообщения и принимать их, номер порта 80 адресует веб-сервер.

Для обмена сообщениями помимо номеров портов на сетевом уровне в заголовке пакета необходимо задать логические адреса источника и назначения. К логическим адресам относятся, например, IP-адреса пользователей.

#### **Выводы:**

- *Телекоммуникационная сеть образуется совокупностью абонентов и узлов связи, соединенных линиями (каналами) связи.*

- *Различают сети: с коммутацией каналов, когда телекоммуникационные узлы выполняют функции коммутаторов, и с коммутацией пакетов (сообщений), когда телекоммуникационные узлы выполняют функции маршрутизаторов.*

- *Для создания маршрута в разветвленной сети необходимо задавать адреса источника и получателя сообщения. Различают физические и логические адреса.*

- *Сети передачи данных с коммутацией пакетов подразделяются на локальные и глобальные.*

- *Сети технологии IP являются дейтаграммными, когда отсутствует предварительное соединение конечных узлов и нет подтверждения приема сообщения.*

- *Высокую надежность обеспечивает протокол управления передачей TCP.*

- *Эталонная модель взаимодействия открытых систем ISO/OSI определяет концепцию и методологию создания сетей передачи данных и включает в себя семь уровней.*

- *Виртуальный обмен между соответствующими уровнями конечных узлов происходит определенными единицами информации. На трех верхних уровнях – это сообщения или данные. На транспортном уровне – сегменты, на сетевом уровне – пакеты, на канальном уровне – кадры и на физическом – последовательность битов.*

- *Технические средства физического уровня представлены кабелями, разъемами, повторителями сигналов, многопортовыми повторителями или концентраторами (hub), преобразователями среды (transceiver). На канальном уровне – это мосты (bridge) и коммутаторы (switch). На сетевом уровне – маршрутизаторы (router). Сетевые карты или адаптеры (Network Interface Card – NIC) функционируют на канальном и на физическом уровнях.*

- *Обрамление единиц информации заголовками со служебной информацией называется инкапсуляцией.*

- *Тройная система адресации (логические адреса, физические адреса, номера портов) позволяет адресовать устройства, пользователей и программное обеспечение приложений.*

---

#### **Контрольные вопросы:**

1. Что собой представляют телекоммуникационные сети?
2. Чем отличаются сети с коммутацией каналов от сетей с коммутацией сообщений?
3. В чем различие коммутации пакетов и сообщений?
4. Перечислите основные уровни модели OSI.
5. Каковы основные функции физического и канального уровня?
6. Перечислите функции сетевого и транспортного уровней.
7. В чем состоит задача прикладного уровня?
8. Что такое инкапсуляция данных?
9. Перечислите уровни модели TCP/IP.
10. Какие три системы адресации используются в сетевых технологиях?