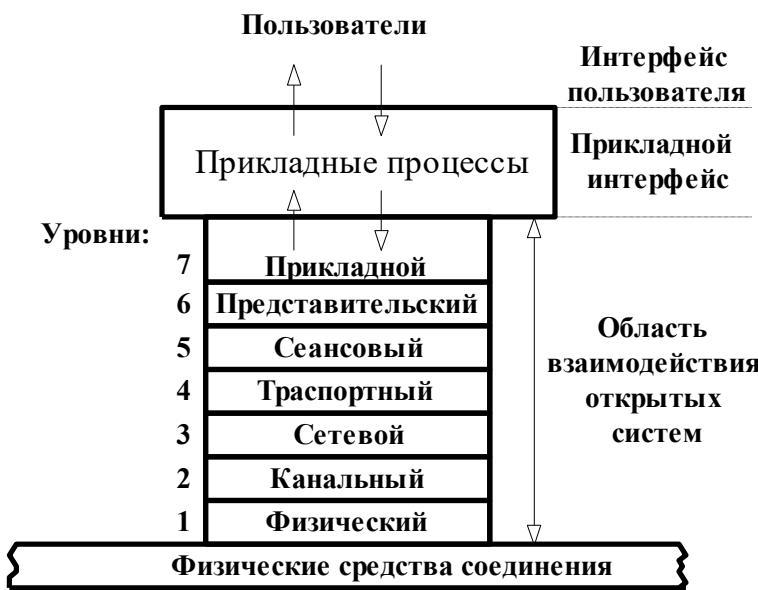


Лекция 6-7. Семиуровневая модель OSI

Для единого представления данных в сетях с неоднородными устройствами и программным обеспечением международная организация по стандартам ISO (International Standardization Organization) разработала базовую модель связи открытых систем OSI (Open System Interconnection). Эта модель описывает правила и процедуры передачи данных в различных сетевых средах при организации сеанса связи. Основными элементами модели являются уровни, прикладные процессы и физические средства соединения. На следующем рисунке представлена структура базовой модели.



Каждый уровень модели OSI выполняет определенную задачу в процессе передачи данных по сети. Базовая модель является основой для разработки сетевых протоколов. OSI разделяет коммуникационные функции в сети на семь уровней, каждый из которых обслуживает различные части процесса области взаимодействия открытых систем.

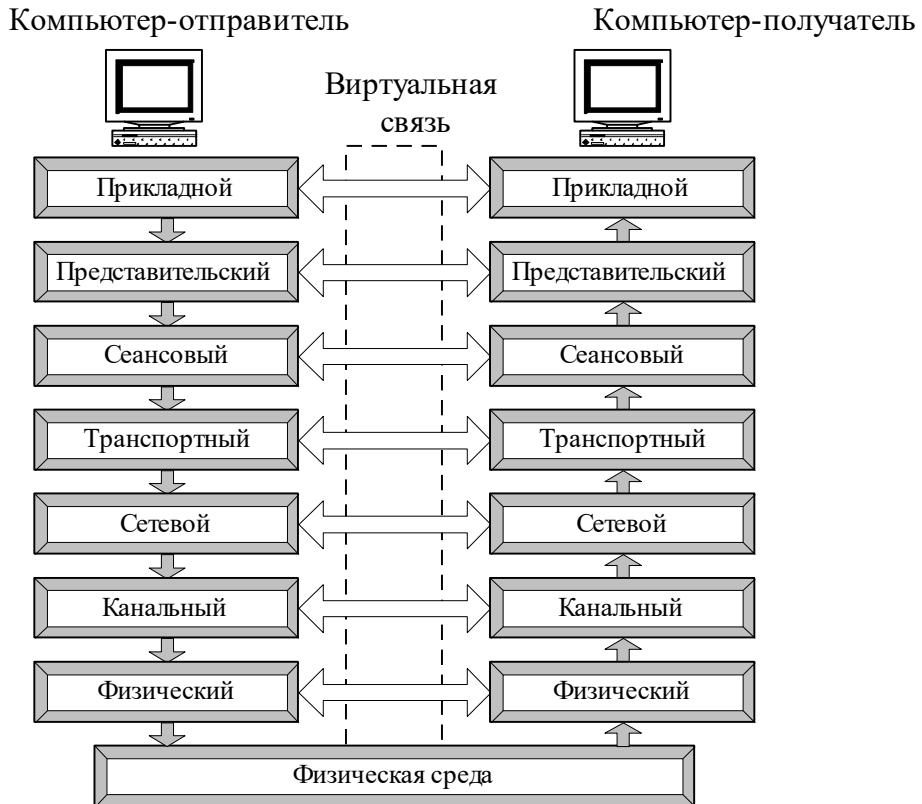
Модель OSI описывает только системные средства взаимодействия, не касаясь приложений конечных пользователей. Приложения реализуют свои собственные протоколы взаимодействия, обращаясь к системным средствам. Если приложение может взять на себя функции некоторых верхних уровней модели OSI, то для обмена данными оно обращается напрямую к системным средствам, выполняющим функции оставшихся нижних уровней модели OSI.

1. Взаимодействие уровней модели OSI

Модель OSI можно разделить на две различных модели, как показано на следующем рисунке:

- горизонтальную модель на базе протоколов, обеспечивающую механизм взаимодействия программ и процессов на различных машинах;

- вертикальную модель на основе услуг, обеспечиваемых соседними уровнями друг другу на одной машине.

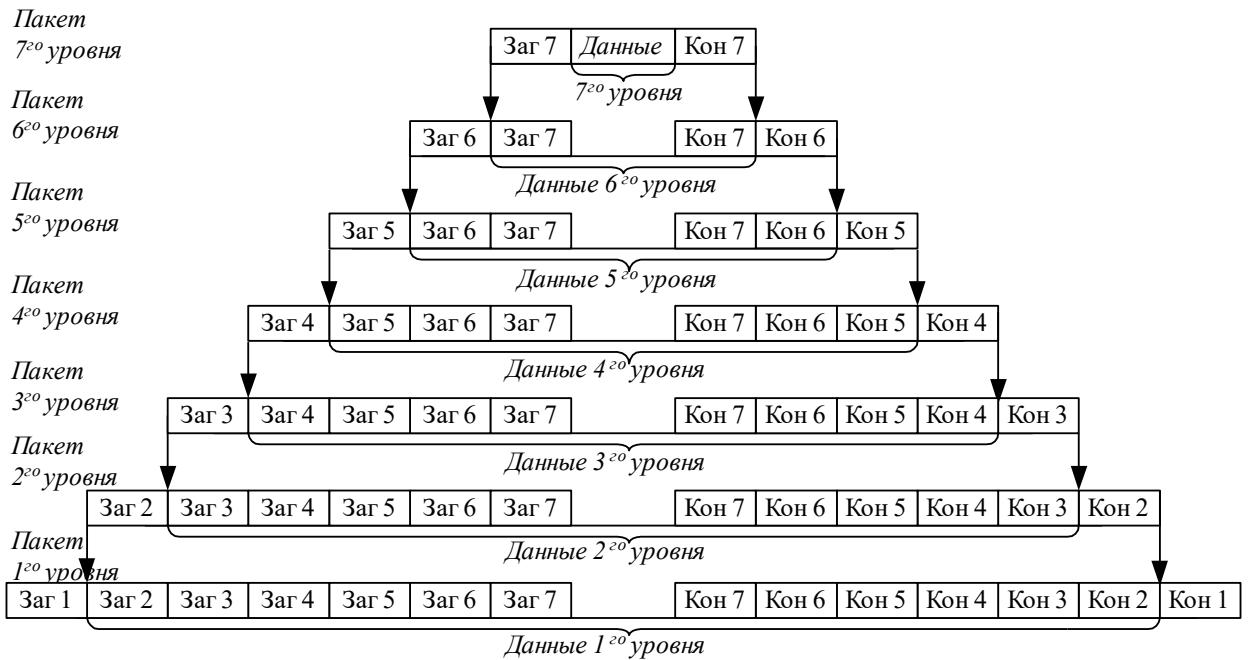


Каждый уровень компьютера-отправителя взаимодействует с таким же уровнем компьютера-получателя, как будто он связан напрямую. Такая связь называется логической или виртуальной связью. В действительности взаимодействие осуществляется между смежными уровнями одного компьютера.

Итак, информация на компьютере-отправителе должна пройти через все уровни. Затем она передается по физической среде до компьютера-получателя и опять проходит сквозь все слои, пока не доходит до того же уровня, с которого она была послана на компьютере-отправителе.

В горизонтальной модели двум программам требуется общий протокол для обмена данными. В вертикальной модели соседние уровни обмениваются данными с использованием интерфейсов прикладных программ API (Application Programming Interface).

Перед подачей в сеть данные разбиваются на пакеты. Пакет (packet) – это единица информации, передаваемая между станциями сети. При отправке данных пакет проходит последовательно через все уровни программного обеспечения. На каждом уровне к пакету добавляется управляющая информация данного уровня (заголовок), которая необходима для успешной передачи данных по сети, как это показано на следующем рисунке, где *Заг* – заголовок пакета, *Кон* – конец пакета.



На принимающей стороне пакет проходит через все уровни в обратном порядке. На каждом уровне протокол этого уровня читает информацию пакета, затем удаляет информацию, добавленную к пакету на этом же уровне отправляющей стороной, и передает пакет следующему уровню. Когда пакет дойдет до *Прикладного уровня*, вся управляющая информация будет удалена из пакета, и данные примут свой первоначальный вид.

Каждый уровень модели выполняет свою функцию. Чем выше уровень, тем более сложную задачу он решает.

Отдельные уровни модели *OSI* удобно рассматривать как *группы программ*, предназначенных для выполнения конкретных *функций*. Один уровень, к примеру, отвечает за обеспечение преобразования данных из *ASCII* в *EBCDIC* и содержит *программы* необходимые для выполнения этой задачи.

Каждый уровень обеспечивает сервис для вышестоящего уровня, запрашивая в свою очередь, сервис у нижестоящего уровня. Верхние уровни запрашивают сервис почти одинаково: как правило, это требование маршрутизации каких-то данных из одной сети в другую. Практическая реализация принципов адресации данных возложена на нижние уровни.

Рассматриваемая модель определяет взаимодействие открытых систем разных производителей в одной сети. Поэтому она выполняет для них координирующие действия по:

- взаимодействию прикладных процессов;
- формам представления данных;
- единообразному хранению данных;
- управлению сетевыми ресурсами;
- безопасности данных и защите информации;
- диагностике программ и технических средств.

2. Прикладной уровень (Application layer)

Прикладной уровень обеспечивает прикладным процессам средства доступа к области взаимодействия, является верхним (седьмым) уровнем и непосредственно примыкает к прикладным процессам. В действительности прикладной уровень – это набор разнообразных протоколов, с помощью которых пользователи сети получают доступ к разделяемым ресурсам, таким как файлы, принтеры или гипертекстовые Web-страницы, а также организуют свою совместную работу, например, с помощью протокола электронной почты. Специальные элементы прикладного сервиса обеспечивают сервис для конкретных прикладных программ, таких как программы пересылки файлов и эмуляции терминалов. Если, например, программе необходимо переслать файлы, то обязательно будет использован *протокол передачи, доступа и управления файлами FTAM* (File Transfer, Access, and Management). В модели OSI *прикладная программа*, которой нужно выполнить конкретную задачу (например, обновить базу данных на компьютере), посыпает конкретные данные в виде *Дейтаграммы* на *прикладной уровень*. Одна из основных задач этого уровня - определить, как следует обрабатывать запрос прикладной программы, другими словами, какой вид должен принять данный запрос.

Единица данных, которой оперирует прикладной уровень, обычно называется сообщением (message).

Прикладной уровень выполняет следующие функции:

1. Описание форм и методов взаимодействия прикладных процессов;
2. Согласование требований к различным видам работ (например, передача файлов, управление заданиями, управление системой и т.д.) и управление ими;
3. Идентификация пользователей по их паролям, адресам, электронным подписям;
4. Определение функционирующих абонентов и возможности доступа к новым прикладным процессам;
5. Определение достаточности имеющихся ресурсов;
6. Организация запросов на соединение с другими прикладными процессами;
7. Передача заявок представительскому уровню на необходимые методы описания информации;
8. Выбор процедур планируемого диалога процессов;
9. Управление данными, которыми обмениваются прикладные процессы и синхронизация взаимодействия прикладных процессов;
10. Определение качества обслуживания (время доставки блоков данных, допустимой частоты ошибок);
11. Соглашение об исправлении ошибок и определении достоверности данных;
12. Согласование ограничений, накладываемых на синтаксис (наборы символов, структура данных).

Указанные функции определяют виды сервиса, которые прикладной уровень предоставляет прикладным процессам. Кроме этого, прикладной

уровень передает прикладным процессам сервис, предоставляемый физическим, канальным, сетевым, транспортным, сеансовым и представительским уровнями.

На *прикладном уровне* необходимо предоставить в распоряжение пользователей уже переработанную информацию. С этим может справиться системное и пользовательское программное обеспечение.

Прикладной уровень отвечает за доступ приложений в сеть. Задачами этого уровня является перенос файлов, обмен почтовыми сообщениями и управление сетью.

К числу наиболее распространенных протоколов верхних трех уровней относятся:

- HTTP (HyperText Transfer Protocol) — протокол прикладного уровня передачи данных, изначально в виде гипертекстовых документов в формате HTML, в настоящее время используется для передачи произвольных данных;
- FTP (File Transfer Protocol) — протокол передачи файлов по сети;
- TFTP (Trivial File Transfer Protocol) — простейший протокол пересылки файлов;
- X.400 — электронная почта;
- Telnet — работа с удаленным терминалом;
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) — простой протокол почтового обмена;
- POP3 (Post Office Protocol, Version 3) — стандартный протокол, используемый клиентами электронной почты для получения почты с удалённого сервера по TCP-соединению;
- IMAP4 (Internet Message Access Protocol, Version 4) — протокол прикладного уровня для доступа к электронной почте;
- CMIP (Common Management Information Protocol) — общий протокол управления информацией;
- SNMP (Simple Network Management Protocol) — простой протокол сетевого управления;
- FTAM (File Transfer, Access, and Management) — протокол передачи, доступа и управления файлами.
-

3. Уровень представления данных (Presentation layer)

Уровень представления данных или представительский уровень представляет данные, передаваемые между прикладными процессами, в нужной форме данные.

Этот уровень обеспечивает то, что информация, передаваемая прикладным уровнем, будет понятна прикладному уровню в другой системе. В случаях необходимости уровень представления в момент передачи информации выполняет преобразование форматов данных в некоторый общий формат

представления, а в момент приема, соответственно, выполняет обратное преобразование. Таким образом, прикладные уровни могут преодолеть, например, синтаксические различия в представлении данных. Такая ситуация может возникнуть в ЛВС с неоднотипными компьютерами (*IBM PC* и *Macintosh*), которым необходимо обмениваться данными. Так, в полях баз данных информация должна быть представлена в виде букв и цифр, а зачастую и в виде графического изображения. Обрабатывать же эти данные нужно, например, как числа с плавающей запятой.

В основу общего представления данных положена единая для всех уровней модели система ASN.1. Эта система служит для описания структуры файлов, а также позволяет решить проблему шифрования данных. На этом уровне может выполняться шифрование и дешифрование данных, благодаря которым секретность обмена данными обеспечивается сразу для всех прикладных сервисов. Примером такого протокола является протокол *Secure Socket Layer (SSL)*, который обеспечивает секретный обмен сообщениями для протоколов прикладного уровня стека TCP/IP. Этот уровень обеспечивает преобразование данных (кодирование, компрессия и т.п.) прикладного уровня в поток информации для транспортного уровня.

Представительный уровень выполняет следующие основные функции:

- генерация запросов на установление сеансов взаимодействия прикладных процессов;
- согласование представления данных между прикладными процессами;
- реализация форм представления данных;
- преобразование данных (кодирование, компрессия и т.д.)
- засекречивание данных (шифрование);
- передача запросов при необходимости на прекращение сеансов.

Протоколы уровня представления данных обычно являются составной частью протоколов трех верхних уровней модели.

4. Сеансовый уровень (Session layer)

Сеансовый уровень – это уровень, определяющий процедуру проведения сеансов между пользователями или прикладными процессами.

Сеансовый уровень обеспечивает управление диалогом для того, чтобы фиксировать, какая из сторон является активной в настоящий момент, а также предоставляет средства синхронизации. Последние позволяют вставлять контрольные точки в длинные передачи, чтобы в случае отказа можно было вернуться назад к последней контрольной точке, вместо того чтобы начинать все сначала. На практике немногие приложения используют сеансовый уровень, и он редко реализуется.

Сеансовый уровень управляет сеансом передачи информации между прикладными процессами, координирует прием, передачу и выдачу одного сеанса связи. Кроме того, сеансовый уровень содержит дополнительно функции управления паролями, управления диалогом, синхронизации и отмены связи в

сеансе передачи после сбоя вследствие ошибок в нижерасположенных уровнях. Функции этого уровня состоят в координации связи между двумя прикладными программами, работающими на разных рабочих станциях. Это происходит в виде хорошо структурированного диалога. В число этих функций входит создание сеанса, управление передачей и приемом пакетов сообщений во время сеанса и завершение сеанса.

На сеансовом уровне определяется, какой будет передача между двумя прикладными процессами:

полудуплексной (процессы будут передавать и принимать данные по очереди) – сеансовый уровень выдает *маркер данных* тому процессу, который начинает передачу; когда второму процессу приходит время отвечать, маркер данных передается ему; разрешается передача только той стороне, которая обладает маркером данных;

- *дуплексной* (процессы будут передавать данные, и принимать их одновременно).

Сеансовый уровень обеспечивает выполнение следующих функций:

1. Установление и завершение на сеансовом уровне соединения между взаимодействующими системами.
2. Управление выполнением нормального и срочного обмена данными между прикладными процессами.
3. Управление взаимодействием прикладных процессов.
4. Синхронизация сеансовых соединений.
5. Извещение прикладных процессов об исключительных ситуациях, касающихся сеанса связи.
6. Установление в прикладном процессе меток, позволяющих после отказа либо ошибки восстановить его выполнение от ближайшей метки.
7. Прерывание в нужных случаях прикладного процесса и его корректное возобновление.
8. Прекращение сеанса без потери данных.
9. Передача особых сообщений о ходе проведения сеанса.

Протоколы сеансового уровня обычно являются составной частью протоколов трех верхних уровней модели. Но есть и отдельные протоколы, относящиеся прежде всего к сеансовому уровню:

- ADSP (AppleTalk Data Stream);
- ASP (AppleTalk Session);
- RPC (Remote Procedure Call);
- PAP (Password Authentication Protocol).

5. Транспортный уровень (Transport Layer)

Транспортный уровень предназначен для управления передачей пакетов через коммуникационную сеть. На транспортном уровне сообщение (*message*),

приходящее с вышележащих уровней, разбивается на блоки. Фактически это является началом формирования пакета.

На пути от отправителя к получателю пакеты могут быть искажены или утеряны. Хотя некоторые приложения имеют собственные средства обработки ошибок, существуют и такие, которые предпочитают сразу иметь дело с надежным соединением. Работа транспортного уровня заключается в том, чтобы обеспечить приложению или верхним уровням модели (прикладному и сеансовому) передачу данных с той степенью надежности, которая им требуется. Модель OSI определяет пять классов сервиса, предоставляемых транспортным уровнем. Эти виды сервиса отличаются качеством предоставляемых услуг: срочностью, возможностью восстановления прерванной связи, наличием средств мультиплексирования 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.

Этот уровень гарантирует доставку блоков информации адресатам и управляет этой доставкой. Его главной задачей является обеспечение эффективных, удобных и надежных форм передачи информации между системами. Когда в процессе обработки находится более одного пакета, транспортный уровень контролирует очередность прохождения пакетов. Если проходит дубликат принятого ранее сообщения, то данный уровень опознает это и игнорирует сообщение.

В функции транспортного уровня входят:

управление передачей по сети и обеспечение целостности данных;

1. Обнаружение ошибок, частичная их ликвидация (за счет использование избыточных кодов) и сообщение о неисправленных ошибках.
2. Восстановление передачи после отказов и неисправностей.
3. Укрупнение блоков или разделение данных на блоки.
4. Предоставление приоритетов при передаче (нормальная или срочная).
5. Подтверждение передачи.
6. Ликвидация передаваемых структур при тупиковых ситуациях в сети.

Начиная с транспортного уровня, все вышележащие протоколы реализуются программными средствами, обычно включаемыми в состав сетевой операционной системы.

Наиболее распространенные протоколы транспортного уровня включают в себя:

- TCP (Transmission Control Protocol) протокол управления передачей стека TCP/IP.

- UDP (User Datagram Protocol) пользовательский протокол дейтаграмм стека TCP/IP.
- NCP (NetWare Core Protocol) базовый протокол сетей NetWare.
- SPX (Sequenced Packet eXchange) упорядоченный обмен пакетами стека Novell.
- SCTP (Stream Control Transmission Protocol). Будучи более новым протоколом, SCTP имеет несколько нововведений, таких как многопоточность, защита от DDoS атак, синхронное соединение между двумя хостами по двум и более независимым физическим каналам (multi-homing).
- TP4 (Transmission Protocol) – протокол передачи класса 4.

6. Сетевой уровень (Network Layer)

Сетевой уровень обеспечивает прокладку виртуальных каналов, соединяющих абонентские и административные системы через коммуникационную сеть, выбор маршрута наиболее быстрого и надежного пути передачи данных.

Виртуальный или логический канал – это такое функционирование компонентов сети, которое создает взаимодействующим компонентам иллюзию прокладки между ними нужного тракта.

Прокладка наилучшего пути для передачи данных называется *маршрутизацией*, и ее решение является главной задачей сетевого уровня. Эта проблема осложняется тем, что самый короткий путь не всегда самый лучший. Часто критерием при выборе маршрута является время передачи данных; оно зависит от пропускной способности каналов связи и интенсивности трафика, которая может изменяться с течением времени. Некоторые алгоритмы маршрутизации пытаются приспособиться к изменению нагрузки, в то время как другие принимают решения на основе средних показателей за длительное время. Выбор маршрута может осуществляться и по другим критериям, например, надежности передачи.

Кроме этого, сетевой уровень сообщает транспортному уровню о появляющихся ошибках, связанных с адресацией и маршрутизацией.

Сообщения сетевого уровня принято называть *пакетами* (packet). В них помещаются фрагменты данных. Сетевой уровень отвечает за их адресацию и маршрутизацию.

В целом, для регулирования доставки данных внутри сети достаточно канального уровня и его протоколов (передавать данные можно по физическому (MAC) адресу), а вот доставкой данных между сетями занимается именно сетевой уровень, т.к. данный процесс требует определение оптимального маршрута передачи – при этом используется именно сетевой, а не физический, адрес, который состоит из *номера сети* и *номера компьютера* в этой сети. Именно номер сети используется для определения маршрута

передачи данных. Соответственно сетевой уровень должен уметь выполнять преобразования MAC-адресов в сетевые адреса и обратно.

На практике сети соединяются между собой специальными устройствами, называемыми маршрутизаторами. *Маршрутизатор* – это устройство, которое собирает информацию о топологии межсетевых соединений и на ее основании пересыпает пакеты сетевого уровня в сеть назначения. Для того чтобы передать сообщение от отправителя, находящегося в одной сети, получателю, находящемуся в другой сети, нужно совершить некоторое количество транзитных передач (hops) между сетями, каждый раз, выбирая подходящий маршрут. Таким образом, маршрут представляет собой последовательность маршрутизаторов, по которым проходит пакет.

Сетевой уровень также отвечает за деление пользователей на группы. Сетевой уровень обеспечивает также прозрачную передачу пакетов на транспортный уровень.

Сетевой уровень выполняет функции:

1. Создание сетевых соединений и идентификация их портов.
2. Обнаружение и исправление ошибок (связанных с адресацией и маршрутизацией), возникающих при передаче через коммуникационную сеть.
3. Управление потоками пакетов.
4. Организация (упорядочение) последовательностей пакетов.
5. Маршрутизация и коммутация.
6. Сегментирование и объединение пакетов.

На сетевом уровне определяются два вида протоколов. Первый вид относится к определению *правил передачи пакетов с данными конечных узлов от узла к маршрутизатору и между маршрутизаторами*. Именно эти протоколы обычно имеют в виду, когда говорят о протоколах сетевого уровня. Однако часто к сетевому уровню относят и другой вид протоколов, называемых *протоколами обмена маршрутной информацией*. С помощью этих протоколов маршрутизаторы собирают информацию о топологии межсетевых соединений.

Протоколы сетевого уровня реализуются программными модулями операционной системы, а также программными и аппаратными средствами маршрутизаторов.

Наиболее часто на сетевом уровне используются протоколы:

- IP (Internet Protocol, IPv4, IPv6) протокол Internet, сетевой протокол стека TCP/IP, который предоставляет адресную и маршрутную информацию;
- IPX (Internetwork Packet Exchange) протокол межсетевого обмена пакетами, предназначенный для адресации и маршрутизации пакетов в сетях Novell;
- X.25 международный стандарт для глобальных коммуникаций с коммутацией пакетов (частично этот протокол реализован на уровне 2);
- CLNP (Connection Less Network Protocol) сетевой протокол без организации соединений.

7. Канальный уровень (Data Link)

Задача канального уровня – брать пакеты, поступающие с сетевого уровня и готовить их к передаче, укладывая в кадр соответствующего размера, который далее передается физическому уровню. Этот уровень обязан определить, где начинается и где заканчивается блок, а также обнаруживать ошибки передачи.

Поэтому, единицей информации канального уровня являются *кадры* (*frame*). Фактически, кадры – это логически организованная структура, в которую можно помещать данные.

На физическом уровне просто пересылаются биты в виде физических сигналов. При этом не учитывается, что в некоторых сетях, в которых линии связи используются попарно несколькими парами взаимодействующих компьютеров, физическая среда передачи может быть занята. Поэтому одной из задач канального уровня является определение доступа к среде и управление передачей посредством процедуры передачи данных по каналу. При больших размерах передаваемых блоков данных канальный уровень делит их на кадры и передает кадры в виде последовательностей. При получении кадров уровень формирует из них переданные блоки данных. Размер блока данных зависит от способа передачи, качества канала, по которому он передается.

Другой задачей канального уровня является реализация механизмов обнаружения и коррекции ошибок. Канальный уровень обеспечивает корректность передачи каждого кадра, помещая специальную последовательность бит, в начало и конец каждого кадра, чтобы отметить его, а также вычисляет контрольную сумму, суммируя все байты кадра определенным способом и добавляя контрольную сумму к кадру. Когда кадр приходит, получатель снова вычисляет контрольную сумму полученных данных и сравнивает результат с контрольной суммой из кадра. Если они совпадают, кадр считается правильным и принимается. Если же контрольные суммы не совпадают, то фиксируется ошибка. Могут применяться вместо простой контрольной суммы корректирующие коды, которые не только обнаруживают факт наличия ошибки, но и могут их исправить.

На этом же уровне определяются правила использования физического уровня узлами сети. Физическое (электрическое) представление данных в сетях (биты данных, методы кодирования данных и маркеры) распознаются на этом и только на этом уровне.

Итак, канальный уровень обеспечивает создание, передачу и прием кадров данных. Этот уровень обслуживает запросы сетевого уровня и использует сервис физического уровня для приема и передачи пакетов. Спецификации IEEE 802.X делят канальный уровень на два подуровня:

- *LLC (Logical Link Control)* управление логическим каналом осуществляет логический контроль связи. Подуровень LLC обеспечивает обслуживание сетевого уровня и связан с передачей и приемом пользовательских сообщений.

- *MAC (Media Assess Control)* контроль доступа к среде. Подуровень МАС регулирует доступ к разделяемой физической среде (передача маркера, обнаружение коллизий или столкновений) и управляет доступом к каналу связи. Подуровень *LLC* находится выше подуровня *MAC*.

Канальный уровень может выполнять следующие виды функций:

1. Организация (установление, управление, расторжение) канальных соединений и идентификация их портов.
2. Формирование и передача кадров.
3. Обнаружение и исправление ошибок.
4. Управление потоками данных.
5. Обеспечение прозрачности логических каналов (передачи по ним данных, закодированных любым способом).

Наиболее часто используемые протоколы (или реализуемые технологии) на канальном уровне включают:

- HDLC (High Level Data Link Control) протокол управления каналом передачи данных высокого уровня, для последовательных соединений;
- PPP (Point-To-Point Protocol, протокол прямого соединения между двумя узлами);
- SLIP (Serial Line Internet Protocol, по сути, предшественник PPP, который по-прежнему используется в микроконтроллерах);
- Ethernet сетевая технология по стандарту IEEE 802.3 для сетей, использующая шинную топологию и коллективный доступ с прослушиванием несущей и обнаружением конфликтов;
- Token ring сетевая технология по стандарту IEEE 802.5, использующая кольцевую топологию и метод доступа к кольцу с передачей маркера;
- FDDI (Fiber Distributed Date Interface Station) сетевая технология по стандарту IEEE 802.6, использующая оптоволоконный носитель;
- X.25 международный стандарт для глобальных коммуникаций с коммутацией пакетов.

В локальных сетях протоколы канального уровня используются компьютерами, мостами, коммутаторами и маршрутизаторами. В компьютерах функции канального уровня реализуются совместными усилиями сетевых адаптеров и их драйверов.

8. Физический уровень (Physical Layer)

Физический уровень предназначен для сопряжения с *физическими средствами соединения*. *Физические средства соединения* – это совокупность *физической среды*, аппаратных и программных средств, обеспечивающая передачу сигналов между системами. *Физическая среда* – это материальная субстанция, через которую осуществляется передача сигналов. Физическая среда является основой, на которой строятся физические средства соединения.

В качестве физической среды широко используются эфир, металлы, оптическое стекло и кварц.

Физический уровень состоит из Подуровнястыковки со средой и Подуровня преобразования передачи. Первый из них обеспечивает сопряжение потока данных с используемым физическим каналом связи. Второй осуществляет преобразования, связанные с применяемыми протоколами.

Физический уровень обеспечивает физический интерфейс с каналом передачи данных, а также описывает процедуры передачи сигналов в канал и получения их из канала. На этом уровне определяются электрические, механические, функциональные и процедурные параметры для физической связи в системах. Физический уровень получает пакеты данных от вышележащего канального уровня и преобразует их в оптические или электрические сигналы, соответствующие 0 и 1 бинарного потока. Эти сигналы посылаются через среду передачи на приемный узел. Механические и электрические / оптические свойства среды передачи определяются на физическом уровне и включают:

- тип кабелей и разъемов;
- разводку контактов в разъемах;
- схему кодирования сигналов для значений 0 и 1.

Физический уровень выполняет следующие функции:

- Установление и разъединение физических соединений.
- Передача сигналов в последовательном коде и прием.
- Прослушивание, в нужных случаях, каналов.
- Идентификация каналов.
- Оповещение о появлении неисправностей и отказов.

Оповещение о появлении неисправностей и отказов связано с тем, что на физическом уровне происходит обнаружение определенного класса событий, мешающих нормальному работе сети (столкновение кадров, посланных сразу несколькими системами, обрыв канала, отключение питания, потеря механического контакта и т. д.). Виды сервиса, предоставляемого канальному уровню, определяются протоколами физического уровня. Прослушивание канала необходимо в тех случаях, когда к одному каналу подключается группа систем, но одновременно передавать сигналы разрешается только одной из них. Поэтому прослушивание канала позволяет определить, свободен ли он для передачи. В ряде случаев для более четкого определения структуры физический уровень разбивается на несколько подуровней. Например, физический уровень беспроводной сети делится на три подуровня.

1с	Подуровень, не зависимый от физических средств соединения
1б	Переходный подуровень,
1а	Подуровень, зависящий от физических средств соединения

Функции физического уровня реализуются во всех устройствах, подключенных к сети. Со стороны компьютера функции физического уровня выполняются сетевым адаптером. Повторители и концентраторы являются единственным типом коммутационного оборудования, которое работает только на физическом уровне.

На физическом уровне должна быть определена схема кодирования для представления двоичных значений с целью их передачи по каналу связи. Во многих локальных сетях используется манчестерское кодирование.

Преобразование данных в сигналы, передающие по кабелю в глобальных сетях выполняют модемы. В локальных сетях для преобразования данных применяют сетевые адAPTERы, обеспечивающие скоростную передачу данных в цифровой форме.

Можно считать этот уровень, отвечающим за аппаратное обеспечение.

Физический уровень может обеспечивать как асинхронную (последовательную), так и синхронную (параллельную) передачу. К числу наиболее распространенных спецификаций физического уровня и технологий относятся:

- EIA-RS-232-C, CCITT V.24/V.28 - механические/электрические характеристики несбалансированного последовательного интерфейса;
- EIA-RS-422/449, CCITT V.10 - механические, электрические и оптические характеристики сбалансированного последовательного интерфейса;
- Ethernet – сетевая технология по стандарту IEEE 802.3 для сетей, использующая шинную топологию и коллективный доступ с прослушиванием несущей и обнаружением конфликтов;
- Token ring – сетевая технология по стандарту IEEE 802.5, использующая кольцевую топологию и метод доступа к кольцу с передачей маркера;
- FDDI (Fiber Distributed Date Interface Station) сетевая технология по стандарту IEEE 802.6, использующая оптоволоконный носитель.

9. Заключение

Подводя своего рода итог, можно отметить следующее краткое описание функций всех уровней (представлено в таблице).

Наименование уровня	Функция	Тип данных (PDU, protocol data units)
Прикладной	Представляет набор интерфейсов, позволяющий получить доступ к сетевым службам. Согласует требования к процессу передачи и т.д.	Сообщение (message)
Представления	Преобразует данные, например, в общий формат, засекречивает и т.д.	Сообщение (message)
Сеансовый	Поддержка взаимодействия (сеанса) между процессами	Сообщение (message)
Транспортный	Управляет передачей данных по сети, обеспечивает требуемый уровень надежности (исправление ошибок, подтверждение передачи и т.д.)	Блоки / Дейтаграммы Разбиение сообщения на блоки фактически является началом процесса формирования пакета
Сетевой	Маршрутизация, управление потоками данных, адресации сообщений для доставки, преобразование логических сетевых адресов и имен в соответствующие им физические	Пакет (packet)
Канальный	Управляет формирование кадров (LLC) и доступом к среде (MAC)	Кадр (frame)
Физический	Битовые протоколы передачи данных. Передача и приём потока байтов через физическое устройство. Контроль (физический, технический) за процессом передачи	На «входе» кадр в виде набора бит данных, на «выходе» – физический сигнал

10. Сетезависимые протоколы

Функции всех уровней модели OSI могут быть отнесены к одной из двух групп: либо к функциям, зависящим от конкретной технической реализации сети, либо к функциям, ориентированным на работу с приложениями.

Три нижних уровня физический, канальный и сетевой являются сетезависимыми, протоколы этих уровней тесно связаны с технической реализацией сети, с используемым коммуникационным оборудованием. Например, переход на оборудование FDDI означает смену протоколов физического и канального уровня во всех узлах сети.

Три верхних уровня сеансовый, уровень представления и прикладной ориентированы на приложения и мало зависят от технических особенностей построения сети. На протоколы этих уровней не влияют никакие изменения в топологии сети, замена оборудования или переход на другую сетевую технологию. Так, переход от Ethernet на высокоскоростную технологию 100VG-AnyLAN не потребует никаких изменений в программных средствах, реализующих функции прикладного, представительного и сеансового уровней.

Транспортный уровень является промежуточным, он скрывает все детали функционирования нижних уровней от верхних уровней. Это позволяет разрабатывать приложения, не зависящие от технических средств, непосредственно занимающихся транспортировкой сообщений.

Одна рабочая станция взаимодействует с другой рабочей станцией посредством протоколов всех семи уровней. Это взаимодействие станции осуществляют через различные коммуникационные устройства: концентраторы, модемы, мосты, коммутаторы, маршрутизаторы, мультиплексоры. В зависимости от типа коммуникационное устройство может работать:

- либо только на физическом уровне (повторитель);
- либо на физическом и канальном уровнях (мост);
- либо на физическом, канальном и сетевом уровнях (маршрутизатор).

Модель OSI представляет собой хотя и очень важную, но только одну из многих моделей коммуникаций. Эти модели и связанные с ними стеки протоколов могут отличаться количеством уровней, распределением функций между ними, форматами сообщений, сервисами, предоставляемыми на верхних уровнях, и прочими параметрами.