

Сетевая модель и стек протоколов

Курс читает Рогозин Николай Олегович, каф. ИУ-7

Модель OSI

- Эталонная модель OSI, иногда называемая стеком OSI представляет собой 7-уровневую сетевую иерархию разработанную Международной организацией по стандартам (International Standardization Organization - ISO).
- Содержит в себе по сути 2 различных модели:
 - **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

Модель OSI

- 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.
- 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).

Развитие TCP

- Появился впервые в 1973
- В 1978 разделился на TCP и IP
- В 1983 заменил NCP (Network Control Protocol) для ARPANET
- Основной вклад принадлежит университету Беркли

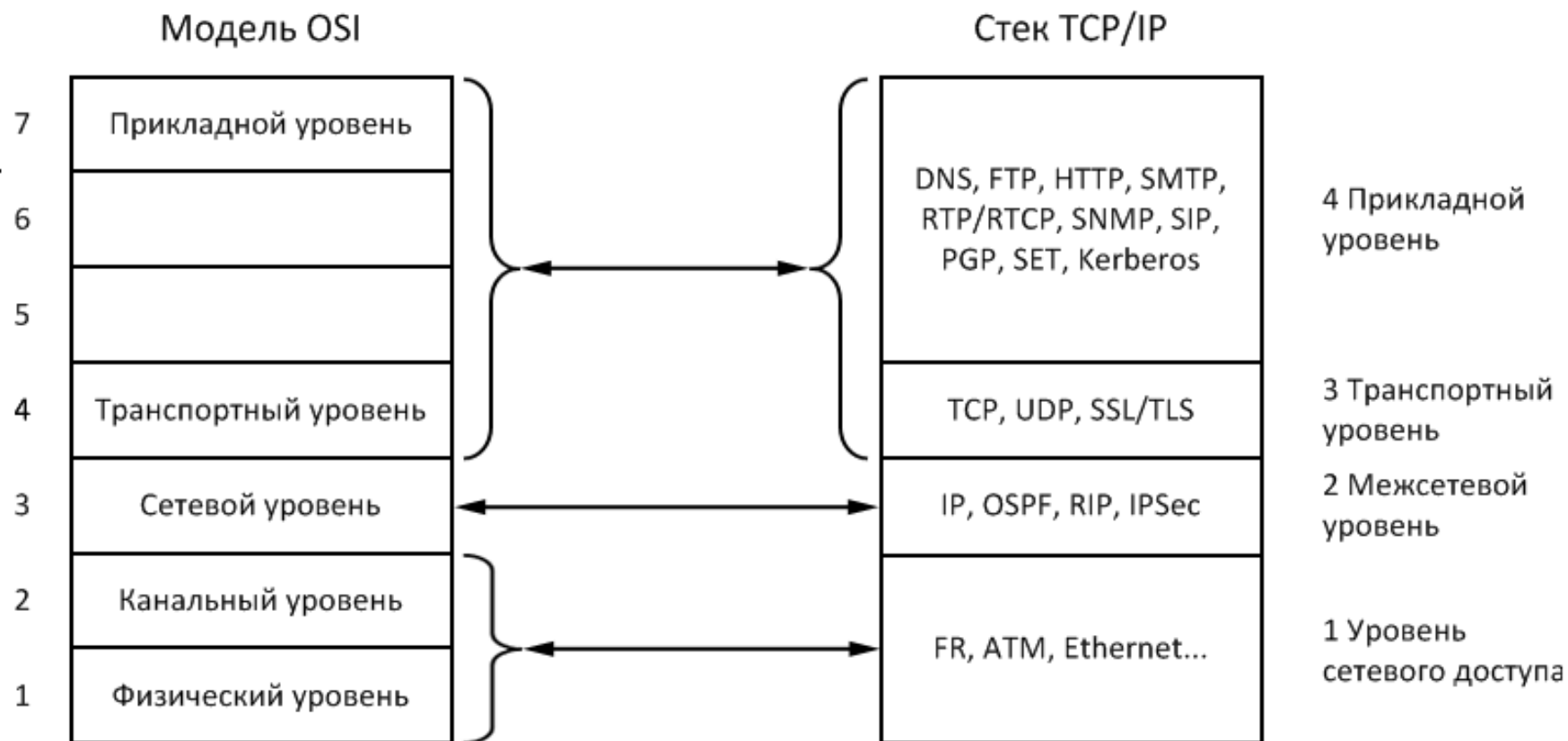
TCP/IP

- Наиболее завершённый стандартный и в то же время популярный стек сетевых протоколов, имеющий многолетнюю историю.
- Почти все большие сети передают основную часть своего трафика с помощью протокола TCP/IP.
- Это метод получения доступа к сети Internet.
- Стек служит основой для создания intranet- корпоративной сети, использующей транспортные услуги Internet и гипертекстовую технологию WWW, разработанную в Internet.
- Все современные операционные системы поддерживают стек TCP/IP.
- Это гибкая технология для соединения разнородных систем как на уровне транспортных подсистем, так и на уровне прикладных сервисов.
- Это устойчивая масштабируемая межплатформенная среда для приложений клиент-сервер.

Преимущества TCP/IP

- • **Независимость от сетевой технологии.** Стек протоколов TCP/IP не зависит от оборудования конечных пользователей, так как он только определяет элемент передачи - дейтаграмму - и описывает способ ее движения по сети.
- • **Всеобщая связанность.** Стек позволяет любой паре компьютеров, которые его поддерживают, взаимодействовать друг с другом. Каждому компьютеру назначается логический адрес, а каждая передаваемая дейтаграмма содержит логические адреса отправителя и получателя. Промежуточные маршрутизаторы используют адрес получателя для принятия решения о маршрутизации.
- • **Межконцевые подтверждения.** Протоколы стека TCP/IP обеспечивают подтверждение правильности прохождения информации при обмене между отправителем и получателем.
- • **Стандартные прикладные протоколы.** Протоколы TCP/IP включают в свой состав средства для поддержки наиболее часто встречающихся приложений, таких как электронная почта, передача файлов, удаленный доступ и т.д.

Стек TCP/IP



PDU

Уровень	Единица данных
Прикладной уровень (I)	Поток
Основной уровень (II)	Дейтаграмма(UDP)/ сегмент (TCP)
Межсетевой (III)	Пакет или IP-дейтаграмма (IP)
Сетевых интерфейсов (IV)	Кадр (фрейм)

Взаимодействие стеков протоколов

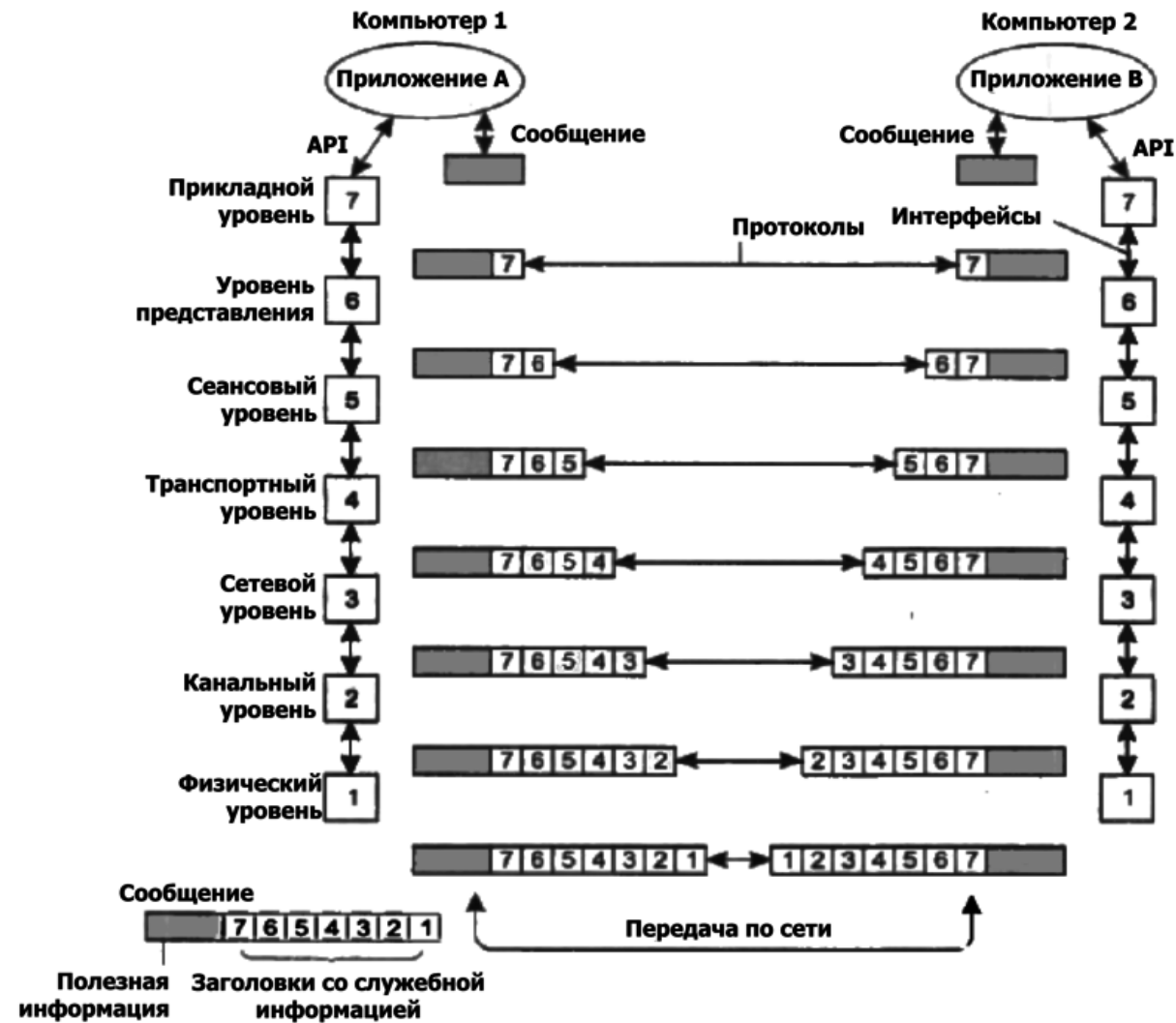


Рис. 4.6 Модель взаимодействия открытых систем ISO/OSI

Действия модели OSI

- взаимодействие прикладных процессов;
- формы представления данных;
- единообразное хранение данных;
- управление сетевыми ресурсами;
- безопасность данных и защите информации;
- диагностика программ и технических средств.

Прикладной уровень

- Обеспечивает прикладным процессам средства доступа к области взаимодействия
- 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.
- Одна из основных задач этого уровня – определить, как следует обрабатывать запрос прикладной программы, другими словами, какой вид должен принять данный запрос.

Функции прикладного уровня

- Передача файлов, управление заданиями, управление системой и т. д;
- Идентификация пользователей по их паролям, адресам, электронным подписям;
- Определение функционирующих абонентов и возможности доступа к новым прикладным процессам;
- Определение достаточности имеющихся ресурсов;
- Организация запросов на соединение с другими прикладными процессами;
- Передача заявок представительскому уровню на необходимые методы описания информации;

Функции прикладного уровня

- Выбор процедур планируемого диалога процессов;
- Управление данными, которыми обмениваются прикладные процессы и синхронизация взаимодействия прикладных процессов;
- Определение качества обслуживания (время доставки блоков данных, допустимой частоты ошибок);
- Соглашение об исправлении ошибок и определении достоверности данных;
- Согласование ограничений, накладываемых на синтаксис (наборы символов, структура данных).

Протоколы прикладного уровня

- FTP (File Transfer Protocol) протокол передачи файлов;
- 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;
- CMIP (Common Management Information Protocol) общий протокол управления информацией;
- SLIP (Serial Line IP) IP для последовательных линий. Протокол последовательной посимвольной передачи данных;
- SNMP (Simple Network Management Protocol) простой протокол сетевого управления;
- FTAM (File Transfer, Access, and Management) протокол передачи, доступа и управления файлами.

Уровень представления

- 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.

Уровень представления

- В основе система ASN.1, служащая для описания структуры файлов, а также позволяющая 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.

Функции уровня представления

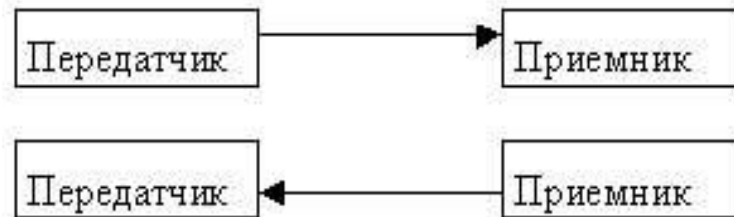
- Генерация запросов на установление сеансов взаимодействия прикладных процессов.
- Согласование представления данных между прикладными процессами.
- Реализация форм представления данных.
- Представление графического материала (чертежей, рисунков, схем).
- Засекречивание данных.
- Передача запросов на прекращение сеансов.

Сеансовый уровень

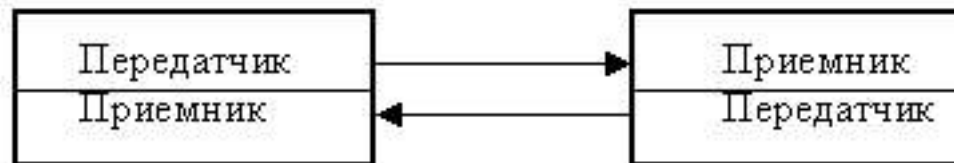
- Определяет процедуру проведения сеансов между пользователями или прикладными процессами.
- Обеспечивает управление диалогом для того, чтобы фиксировать, какая из сторон является активной в настоящий момент, а также предоставляет средства синхронизации.
- Последние позволяют вставлять контрольные точки в длинные передачи, чтобы в случае отказа можно было вернуться назад к последней контрольной точке, вместо того чтобы начинать все сначала.

Режимы сеансового уровня

- На сеансовом уровне определяется, какой будет передача между двумя прикладными процессами:
 - полудуплексной (процессы будут передавать и принимать данные по очереди);



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



Функции сеансового уровня

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

Транспортный уровень

- предназначен для передачи пакетов через коммуникационную сеть. На транспортном уровне пакеты разбиваются на блоки.
- Работа транспортного уровня заключается в том, чтобы обеспечить приложениям или верхним уровням модели (прикладному и сеансовому) передачу данных с той степенью надежности, которая им требуется, в связи с возможной потерей/искажением данных
- определяет адресацию физических устройств (систем, их частей) в сети. 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.

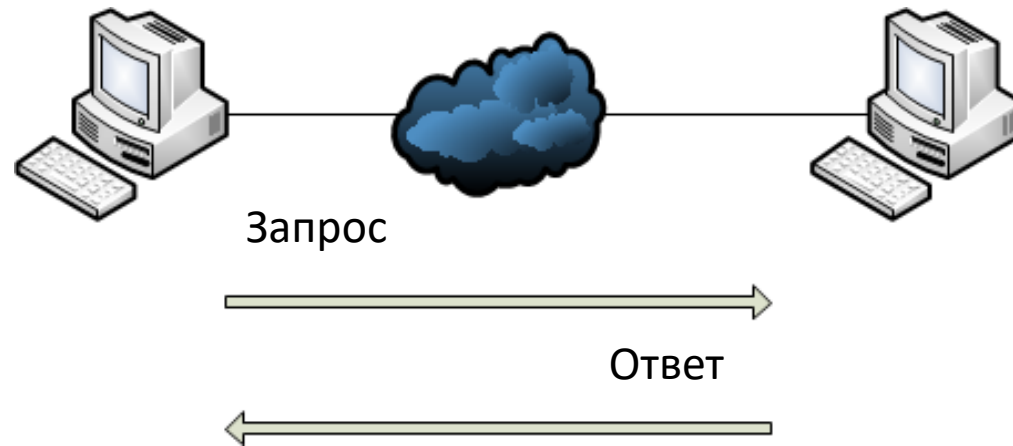
Основные протоколы транспортного уровня

- 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;
- TP4 (Transmission Protocol) – протокол передачи класса 4.

Протокол TCP (Установление соединения)



Протокол UDP (без установления соединения)



Функции транспортного уровня

- Управление передачей по сети и обеспечение целостности блоков данных.
- Обнаружение ошибок, частичная их ликвидация и сообщение о неисправленных ошибках.
- Восстановление передачи после отказов и неисправностей.
- Укрупнение или разделение блоков данных.
- Предоставление приоритетов при передаче блоков (нормальная или срочная).
- Подтверждение передачи.
- Ликвидация блоков при тупиковых ситуациях в сети.

Сетевой уровень

- Устанавливает связь в вычислительной сети между двумя системами и обеспечивает прокладку виртуальных каналов между ними
- Сообщает транспортному уровню о появляющихся ошибках.
- Отвечает за их адресацию и доставку сообщений – “пакетов”

Сетевой уровень

- Прокладка наилучшего пути для передачи данных называется маршрутизацией, и ее решение является главной задачей сетевого уровня.
- Проблема осложняется тем, что самый короткий путь не всегда самый лучший. Часто критерием при выборе маршрута является время передачи данных по этому маршруту; оно зависит от пропускной способности каналов связи и интенсивности трафика, которая может изменяться с течением времени.
- Внутри сети доставка данных регулируется канальным уровнем, связанным с жестким ограничением по использованию в определенной топологии, а вот доставкой данных между сетями занимается сетевой уровень.
- При организации доставки пакетов на сетевом уровне используется понятие номер сети. В этом случае адрес получателя состоит из номера сети и номера компьютера в этой сети.

Протоколы сетевого уровня

- IP (Internet Protocol) 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.

Функции сетевого уровня

- Создание сетевых соединений и идентификация их портов.
- Обнаружение и исправление ошибок, возникающих при передаче через коммуникационную сеть.
- Управление потоками пакетов.
- Организация (упорядочение) последовательностей пакетов.
- Маршрутизация и коммутация.
- Сегментирование и объединение пакетов.

Канальный уровень

- предназначен для обеспечения взаимодействия сетей на физическом уровне (в частности проверка доступности среды передачи) и реализация механизмов контроля за ошибками, которые могут возникнуть.
- Упаковывает данные в битах в кадры, проверяет их на целостность и, если нужно, исправляет ошибки (формирует повторный запрос поврежденного кадра) и отправляет на сетевой 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.

Протоколы канального уровня

- HDLC (High Level Data Link Control) протокол управления каналом передачи данных высокого уровня, для последовательных соединений;
- IEEE 802.2 LLC (тип I и тип II) обеспечивают MAC для сред 802.x;
- Ethernet сетевая технология по стандарту IEEE 802.3 для сетей, использующая шинную топологию и коллективный доступ с прослушиванием несущей частоты 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) сетевая технология по стандарту IEEE 802.6, использующая оптоволоконный носитель;
- X.25 международный стандарт для глобальных коммуникаций с коммутацией пакетов;
- Frame relay сеть, организованная из технологий X25 и ISDN.

Канальный уровень, cont.

- MAC уровень – подуровень канального (второго) уровня модели OSI, согласно стандартам IEEE 802.

Выступает в качестве интерфейса между подуровнем LLC и физическим (первым) уровнем.

- LLC уровень - подуровень управления логической связью — по стандарту IEEE 802 — верхний подуровень канального уровня модели OSI, осуществляет:
 - 1) управление передачей данных;
 - 2) обеспечивает проверку и правильность передачи информации по соединению.

Функции канального уровня

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

Физический уровень

- определяет метод передачи данных, представленных в двоичном виде, от одного устройства (компьютера) к другому.
- Задаёт то, как кабель присоединен к адаптеру, характеристики оборудования, топологию и дизайн сети.
- Передает данные в виде потока бит информации.

Свойства физ. уровня

- Тип кабелей и разъемов
- Разводку контактов в разъемах
- Схему кодирования сигналов для значений 0 и 1

Функции физ. уровня

- 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.

Спецификации физ. уровня

- 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.
- IEEE 802.3 -- Ethernet
- IEEE 802.5 -- Token ring

IEEE 802

- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) является профессиональной организацией (США), определяющей стандарты, связанные с сетями и другими аспектами электронных коммуникаций.
- Группа IEEE 802.X содержит описание сетевых спецификаций и содержит стандарты, рекомендации и информационные документы для сетей и телекоммуникаций.

Стандарты IEEE 802.X

- **802.1** - задает стандарты управления сетью на MAC-уровне, включая алгоритм Spanning Tree. Этот алгоритм используется для обеспечения единственности пути (отсутствия петель) в многосвязных сетях на основе мостов и коммутаторов с возможностью его замены альтернативным путем в случае выхода из строя. Документы также содержат спецификации сетевого управления и межсетевого взаимодействия.
- **802.2** - определяет функционирование подуровня LLC на канальном уровне модели OSI. LLC обеспечивает интерфейс между методами доступа к среде и сетевым уровнем. Прозрачные для вышележащих уровней функции LLC включают кадрирование, адресацию, контроль ошибок. Этот подуровень используется в спецификации 802.3 Ethernet, но не включен в спецификацию Ethernet II.

Стандарты IEEE 802.X

- **802.3** - описывает физический уровень и подуровень MAC для сетей с немодулированной передачей (baseband networks), использующих шинную топологию и метод доступа CSMA/CD. Этот стандарт был разработан совместно с компаниями Digital, Intel, Xerox и весьма близок к стандарту Ethernet. Однако стандарты Ethernet II и IEEE 802.3 не полностью идентичны и для обеспечения совместимости разнотипных узлов требуется применять специальные меры. 802.3 также включает технологии Fast Ethernet (100BaseTx, 100BaseFx, 100BaseFl).
- **802.5** - описывает физический уровень и подуровень MAC для сетей с кольцевой топологией и передачей маркеров. Этому стандарту соответствуют сети IBM Token Ring 4/16 Мбит/с.
- **802.8** - отчет TAG по оптическим сетям. Документ содержит обсуждение использования оптических кабелей в сетях 802.3 - 802.6, а также рекомендации по установке оптических кабельных систем.

Стандарты IEEE 802.X

- **802.9** - отчет рабочей группы по интеграции голоса и данных (IVD). Документ задает архитектуру и интерфейсы устройств для одновременной передачи данных и голоса по одной линии. Стандарт 802.9, принятый в 1993 году, совместим с ISDN и использует подуровень LLC, определенный в 802.2, а также поддерживает кабельные системы UTP (неэкранированные кабели из скрученных пар).
- **802.10** - в этом отчете рабочей группы по безопасности ЛВС рассмотрены вопросы обмена данными, шифрования, управления сетями и безопасности в сетевых архитектурах, совместимых с моделью OSI.
- **802.11** - имя рабочей группы, занимающейся спецификацией 100BaseVG Ethernet 100BaseVG. Комитет 802.3, в свою очередь, также предложил спецификации для Ethernet 100 Мбит/с

Стандарты IEEE 802.X

- Разные комитеты 802.X задают разный порядок битов при передаче.
- 802.3 (CSMA/CD) задает порядок LSB, при котором передается сначала наименее значимый бит (младший разряд)
- 802.5 (token ring) использует обратный порядок - MSB, как и ANSI X3T9.5 - комитет, отвечающий за архитектурные спецификации FDDI.
- Эти два варианта порядка передачи известны как "little-endian" (канонический) и "big-endian" (неканонический), соответственно. Эта разница в порядке передачи имеет существенное значение для мостов и маршрутизаторов, связывающих различные сети.