

Тема 5

Стандартизация и архитектура
построения сетей

Содержание темы

- Стандартизация сетевых технологий.
- Стандартизация Интернет.
- Понятие открытой системы.
- Модель OSI.
- Протокол.
- Интерфейс.
- Уровни модели OSI.
- Стандартные стеки коммуникационных протоколов.

Стандартизация сетевых технологий

Суть сети - это соединение **разного оборудования**, а значит, проблема совместимости является здесь одной из наиболее острых.

Без согласования всеми производителями общепринятых стандартов для оборудования и протоколов прогресс в деле «строительства» сетей был бы невозможен.

Любая новая технология только тогда приобретает «законный» статус, когда ее содержание **закрепляется** в соответствующем **стандарте**.

Стандартизация сетевых технологий

Стандарт в широком смысле слова – это образец, эталон, модель, принимаемые за исходные для сопоставления с ними других подобных объектов.

Стандартизация сетевых технологий

В зависимости от статуса организаций различают следующие виды стандартов:

- **стандарты отдельных фирм** (стек протоколов SNA компании IBM);
- **стандарты специальных комитетов и объединений** - создаются несколькими компаниями (стандарты технологии ATM, разрабатываемые ATM Forum);
- **национальные стандарты** (FDDI - стандарт института ANSI);
- **международные стандарты** (стандарты ISO, ITU).

Стандартизация сетевых технологий

Некоторые стандарты, непрерывно развиваясь, могут переходить из одной категории в другую, например, фирменные стандарты на продукцию, получившую широкое распространение, обычно становятся международными стандартами **де-факто**.

Ввиду широкого распространения некоторые фирменные стандарты становятся основой для национальных и международных стандартов **де-юре**. Например, стандарт Ethernet, первоначально разработанный компаниями Digital Equipment, Intel и Xerox, через некоторое время и в несколько измененном виде был принят как национальный стандарт IEEE 802.3, а затем организация ISO утвердила его в качестве международного стандарта ISO 8802.3.

ITU

В 1865 году представители многих европейских государств собрались, чтобы сформировать союз, который явился предшественником сегодняшнего **Международного союза телекоммуникаций (ITU, International Telecommunications Union)**. Задачей этого союза стала стандартизация международных средств связи.

В 1947 году международный союз телекоммуникаций вошел в состав учреждений Организации Объединенных Наций.

У ITU есть три основных сектора:

- **ITU-T - Телекоммуникационном секторе стандартизации** (ССИТ до 1993 года);
- **ITU-R - Сектор радиосвязи;**
- **ITU-D - Сектор развития.**

ISO

Международная организация по стандартизации (International Organization for Standardization, ISO) – это добровольная организация, созданная в 1946 году. В нее входят национальные организации по стандартизации из 89 стран.

ISO выпускает стандарты, касающиеся широкого спектра вопросов, начиная от болтов и гаек до покраски телефонных столбов.

По проблемам телекоммуникационных стандартов Международная организация по стандартизации ISO и ITU-T часто сотрудничают (ISO - член ITU-T).

ISO

В ISO входят более 200 **технических комитетов (Technical Committee)**, нумеруемых последовательно, по мере их создания, каждый из которых занимается своим отдельным вопросом.

Каждый технический комитет делится на **подкомитеты (Subcommittee)**, которые, в свою очередь, состоят из **рабочих групп (Working Group)**.

Основная работа проводится в рабочих группах, в которые входит более 100 000 добровольцев по всему миру.

IEEE

Институт инженеров по электротехнике и электронике (IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers) - крупнейшая профессиональная организация в мире. Помимо выпуска ряда журналов и организации разнообразных конференций, IEEE также разрабатывает стандарты в области электротехники и электроники.

Рабочие группы IEEE:

- 802.1 Общее представление и архитектура ЛВС;
- **802.2 Управление логическим каналом;**
- **802.3 Ethernet;**
- 802.4 Маркерная шина (одно время использовалась в промышленных сетях);

IEEE

- 802.5 Маркерное кольцо (вклад фирмы IBM в технологии ЛВС);
- 802.6 Двойная двунаправленная шина (ранние региональные сети);
- 802.7 Техническая консультативная группа по широкополосным технологиям;
- 802.8 Техническая консультативная группа по оптоволоконным технологиям;
- 802.9 Изохронные ЛВС (для приложений реального времени);
- 802.10 Виртуальные ЛВС и защита информации;
- **802.11 Беспроводные ЛВС (WLAN);**

IEEE

- 802.12 Приоритеты запросов (для AnyLAN фирмы Hewlett-Packard);
- 802.13 Счастливый номер. Почему-то его никто не выбрал;
- 802.14 Кабельные модемы (рабочая группа распалась: в области кабельных модемов ее опередил промышленный консорциум);
- **802.15 Персональные сети (Bluetooth);**
- **802.16 Широкополосные беспроводные ЛВС;**
- 802.17 Гибкая технология пакетного кольца;
- 802.18 Радиорегулирование;
- 802.19 Сосуществование сетей;

IEEE

- 802.20 Мобильный широкополосный беспроводной доступ (аналог 802.16e);
- 802.21 Переключение, не зависящее от среды передачи данных (для переключения между технологиями);
- 802.22 Местные беспроводные сети;
- 802.23 Рабочая группа чрезвычайных сервисов;
- 802.24 Умные сети электроснабжения;
- 802.25 Сеть радиомаяков (не ратифицирована).

Стандартизация Интернет

В разработке стандартов Интернет принимали участие тысячи специалистов-пользователей этой сети из различных университетов, научных организаций и фирм-производителей вычислительной аппаратуры и программного обеспечения, работающих в разных странах.

Стандарты, определяющие работу Интернет, называются **Темы для обсуждения (Request For Comments, RFC)** – это показывает их гласный и открытый характер.

Например, RFC 760 – первый вариант IP-адреса.
Список RFC можно найти на сайте www.rfc-editor.org.

Стандартизация Интернет

Ввиду постоянной растущей популярности Интернета документы RFC становятся международными стандартами **де-факто**, многие из которых затем приобретают статус официальных международных стандартов в результате их утверждения какой-либо организацией по стандартизации, как правило, **ISO** и **ITU-T**.

Стандартизация Интернет

Существует несколько организационных подразделений, отвечающих за развитие и за стандартизацию архитектуры и протоколов Интернета.

Основным из них является научно-административное **сообщество Интернета (Internet Society, ISOC)**, объединяющее около 100 000 человек, которое занимается социальными, политическими и техническими проблемами эволюции Интернета.

Стандартизация Интернет

Под управлением ISOC работает **совет по архитектуре Интернета (Internet Architecture Board, IAB)**.

В IAB входят две основные группы:

- **Internet Research Task Force (IRTF)** - координирует долгосрочные исследовательские проекты по протоколам TCP/IP;
- **Internet Engineering Task Force (IETF)** - инженерная группа, которая занимается решением текущих технических проблем Интернета.

Именно **IETF** определяет спецификации, которые затем становятся стандартами Интернета.

Открытая система

Открытой может быть названа любая система (компьютер, вычислительная сеть, ОС, программный пакет, другие аппаратные и программные продукты), которая построена в соответствии с открытыми спецификациями.

Спецификация (в вычислительной технике) – это формализованное описание аппаратных или программных компонентов, способов их функционирования, взаимодействия с другими компонентами, условий эксплуатации, особых характеристик.

Под **открытыми спецификациями** понимаются опубликованные, общедоступные спецификации, соответствующие стандартам.

Открытая система

Если две сети построены с соблюдением принципов открытости, это дает следующие преимущества:

- возможность построения сети из аппаратных и программных средств различных производителей, придерживающихся одного и того же стандарта;
- безболезненная замена отдельных компонентов сети другими, более совершенными, что позволяет сети развиваться с минимальными затратами;
- легкость сопряжения одной сети с другой.

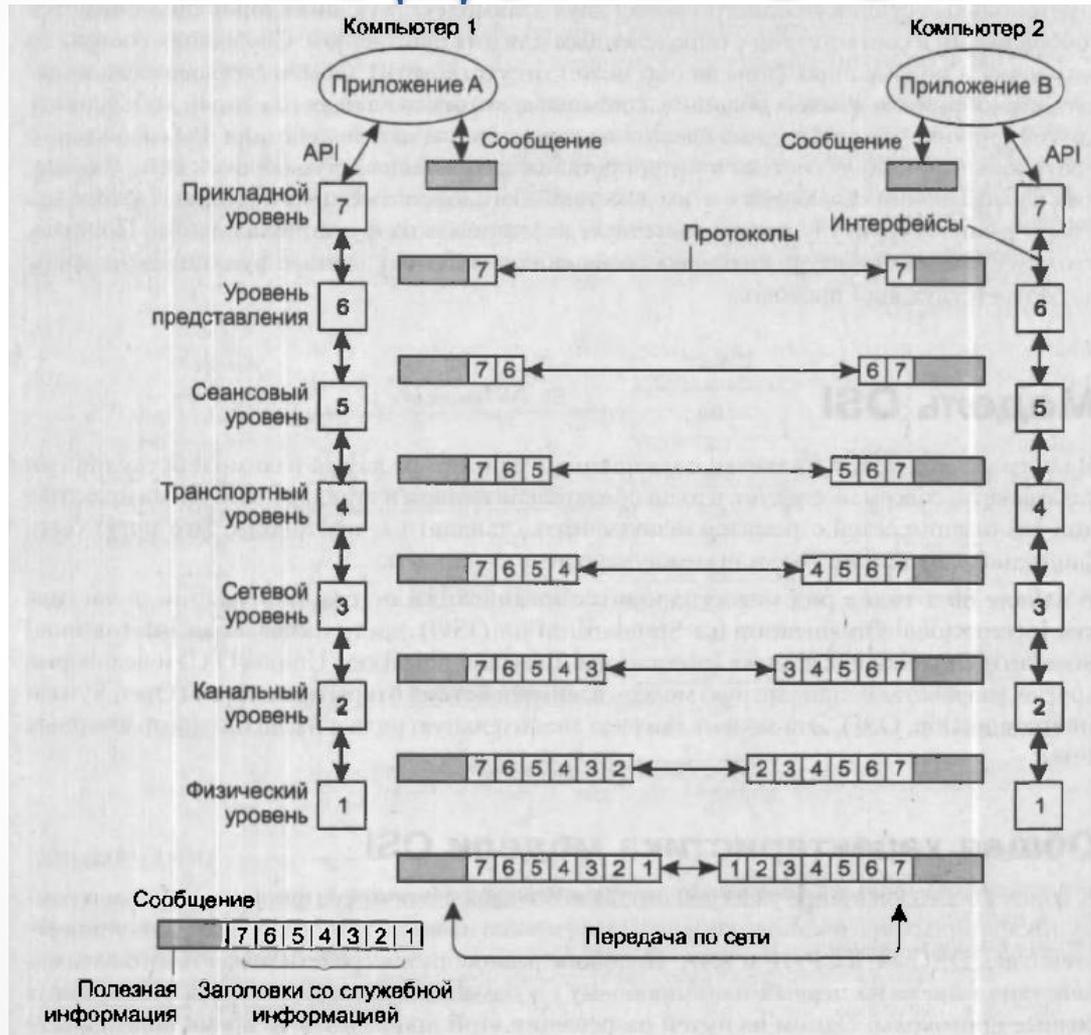
Модель OSI

В начале 80-х годов ряд международных организаций по стандартизации (ISO, ITU и некоторые другие) разработали **стандартную модель взаимодействия открытых систем (Open System Interconnection, OSI)**.

Назначение модели OSI состоит в обобщенном представлении средств сетевого взаимодействия. Она определяет:

- уровни взаимодействия систем в сетях с коммутацией пакетов;
- стандартные названия уровней;
- функции, которые должен выполнять каждый уровень.

Модель OSI



Интерфейс

Межуровневый интерфейс, называемый также **интерфейсом услуг**, определяет набор функций, которые нижележащий уровень предоставляет вышележащему.

Такой подход дает возможность проводить разработку, тестирование и модификацию отдельного уровня модели независимо от других уровней.

Иерархическая декомпозиция позволяет, двигаясь от более низкого уровня к более высокому, переходить ко все более и более абстрактному, а значит, более простому представлению процесса передачи данных по сети.

Протокол

В сущности, термины **протокол** и **интерфейс** выражают одно и то же понятие – формализованное описание процедуры взаимодействия двух объектов, но традиционно в сетях за ними закрепили разные области действия:

- **протоколы** определяют правила взаимодействия модулей одного уровня в разных узлах;
- **интерфейсы** - правила взаимодействия модулей соседних уровней в одном узле.

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

Протокол

Программный модуль, реализующий некоторый протокол, называют **протокольной сущностью**, или, для краткости, тоже протоколом.

Протокольные сущности одного уровня двух взаимодействующих сторон обмениваются сообщениями в соответствии с определенным для них протоколом.

Сообщения состоят из заголовка и поля данных (иногда оно может отсутствовать). Обмен сообщениями является своеобразным языком общения, с помощью которого каждая из сторон «объясняет» другой стороне, что необходимо сделать на каждом этапе взаимодействия.

Уровни модели OSI (физический уровень)

Физический уровень (Physical layer) имеет, дело с передачей потока битов по физическим каналам связи, например, таким как коаксиальный кабель, витая пара или волоконно-оптический кабель.

Функции физического уровня реализуются на всех устройствах, подключенных к сети. Со стороны компьютера функции физического уровня выполняются сетевым адаптером или последовательным портом.

Уровни модели OSI (физический уровень)

Примером протокола физического уровня может служить спецификация 10Base-T технологии Ethernet, которая определяет:

- в качестве используемого кабеля неэкранированную витую пару категории 3 с волновым сопротивлением 100 Ом;
- разъем RJ-45;
- максимальную длину физического сегмента 100 метров;
- манчестерский код для представления данных в кабеле;
- а также некоторые другие характеристики среды и электрических сигналов.

Физический уровень не вникает в смысл информации, которую он передает. Для него эта информация представляет собой однородный поток битов, которые нужно доставить без искажений и в соответствии с заданной тактовой частотой.

Уровни модели OSI (канальный уровень)

Канальный уровень (Data link layer) обеспечивает прозрачность соединения для сетевого уровня.

Для этого он предлагает ему следующие услуги:

- установление логического соединения между взаимодействующими узлами;
- согласование в рамках соединения скоростей передатчика и приемника информации;
- обеспечение надежной передачи, обнаружение и коррекция ошибок.

Уровни модели OSI (канальный уровень)

Канальный уровень формирует из пакетов собственные протокольные единицы данных - **кадры**, состоящие из поля данных и заголовка.

Канальный уровень помещает пакет в поле данных одного или нескольких кадров и заполняет собственной служебной информацией заголовков кадра.

В сетях, построенных на основе разделяемой среды, физический уровень выполняет еще одну функцию - проверяет доступность разделяемой среды. Эту функцию иногда выделяют в отдельный подуровень **управления доступом к среде (Medium Access Control, MAC)**.

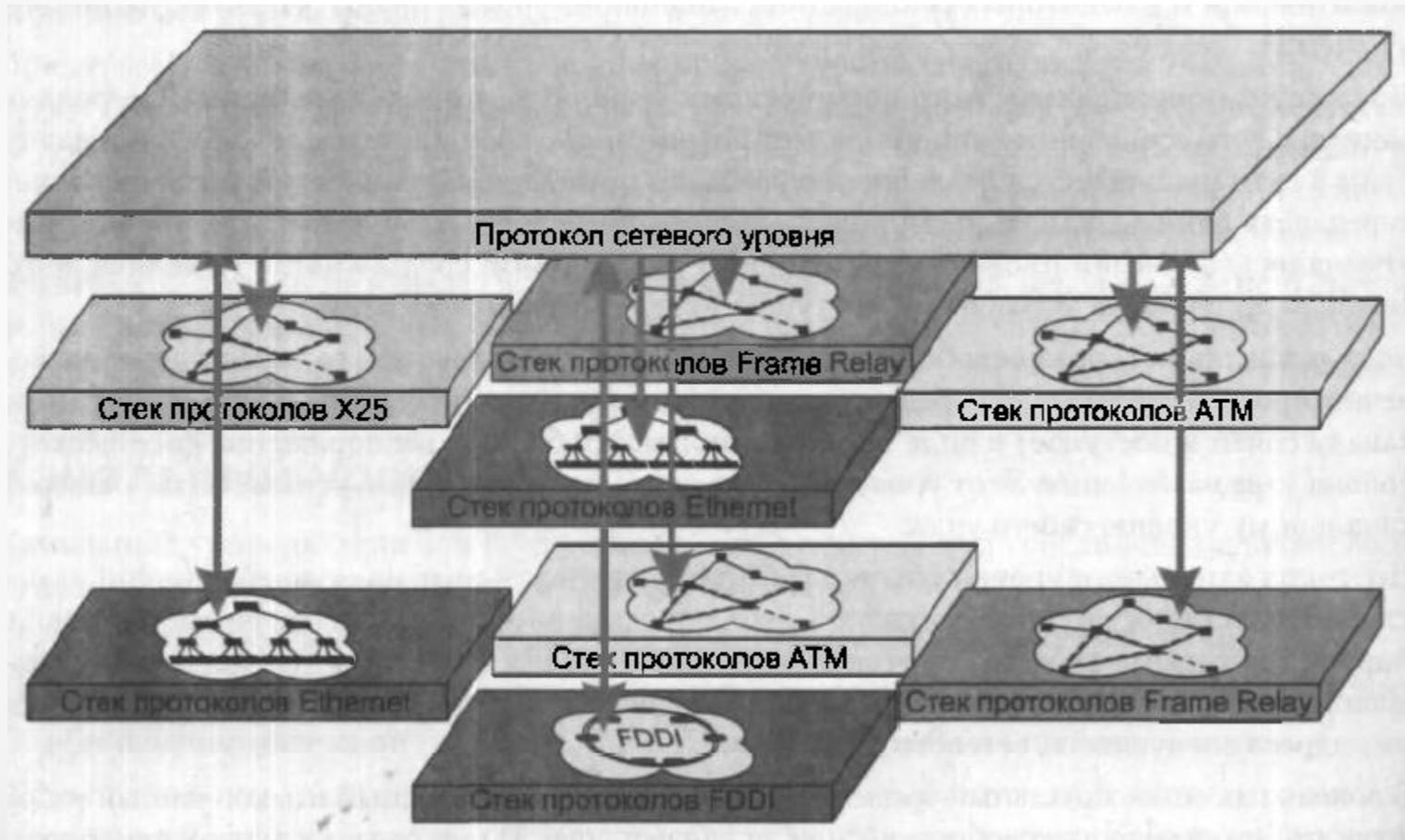
Уровни модели OSI (сетевой уровень)

Сетевой уровень (Network layer) служит для образования единой транспортной системы, объединяющей несколько сетей, называемой **составной сетью** или **интернетом**.

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

Интернет (с заглавной буквы) - это самая известная и охватывающая весь мир реализация составной сети, построенная на основе технологии TCP/IP.

Уровни модели OSI (сетевой уровень)



Уровни модели OSI (сетевой уровень)

Функции сетевого уровня реализуются:

- группой протоколов;
- специальными устройствами - **маршрутизаторами**.

Одной из функций маршрутизатора является **физическое соединение сетей**.

Маршрутизатор имеет несколько сетевых интерфейсов, подобных интерфейсам компьютера, к каждому из которых может быть подключена одна сеть.

Таким образом, все интерфейсы маршрутизатора считаются узлами разных сетей.

Уровни модели OSI (сетевой уровень)

Данные, которые необходимо передать через составную сеть, поступают на сетевой уровень от вышележащего транспортного уровня и снабжаются заголовком сетевого уровня. Данные вместе с заголовком образуют **пакет**.

Для того чтобы протоколы сетевого уровня могли доставлять пакеты любому узлу составной сети, эти узлы должны иметь адреса, уникальные в пределах данной составной сети.

Такие адреса называются **сетевыми**, или **глобальными**.

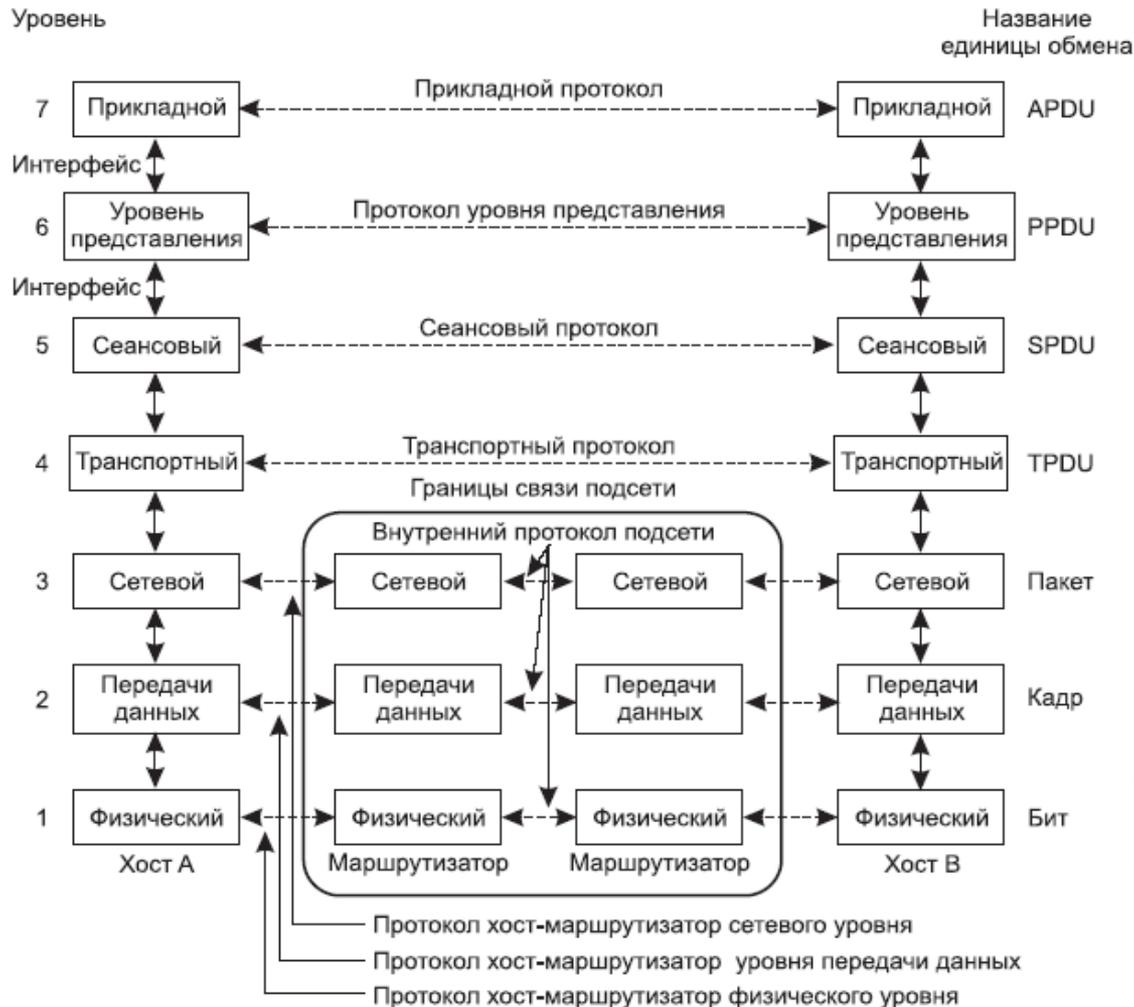
Определение маршрута является важной задачей сетевого уровня. **Маршрут** описывается последовательностью сетей (или маршрутизаторов), через которые должен пройти пакет, чтобы попасть к адресату.

Уровни модели OSI (сетевой уровень)

На сетевом уровне определяются два вида протоколов:

- **маршрутизируемые протоколы** - реализуют продвижение пакетов через сеть;
- **маршрутизирующие протоколы** или **протоколы маршрутизации** - с их помощью маршрутизаторы собирают информацию о топологии межсетевых соединений, на основании которой осуществляется выбор маршрута продвижения пакетов.

Уровни модели OSI (сетевой уровень)



Уровни модели OSI (транспортный уровень)

Транспортный уровень (Transport layer) обеспечивает приложениям или 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 мультиплексирования нескольких соединений между различными прикладными протоколами через общий транспортный протокол, способностью к обнаружению и исправлению ошибок передачи.

Уровни модели OSI (транспортный уровень)

Протоколы нижних четырех уровней обобщенно называют **сетевым транспортом**, или **транспортной подсистемой**, так как они полностью решают задачу транспортировки сообщений с заданным уровнем качества в составных сетях с произвольной топологией и различными технологиями.

Оставшиеся три верхних уровня решают задачи предоставления прикладных сервисов, используя нижележащую транспортную подсистему.

Уровни модели OSI (сеансовый уровень)

Сеансовый уровень (Session layer) управляет взаимодействием сторон: фиксирует, какая из сторон является активной в настоящий момент, и предоставляет средства синхронизации сеанса.

На практике немногие приложения используют сеансовый уровень, и он редко реализуется в виде отдельных протоколов. Функции этого уровня часто объединяют с функциями прикладного уровня и реализуют в одном протоколе.

Уровни модели OSI (уровень представления)

Уровень представления (Presentation layer) обеспечивает представление передаваемой по сети информации, не меняя при этом ее содержания.

За счет уровня представления информация, передаваемая прикладным уровнем одной системы, всегда понятна прикладному уровню другой системы.

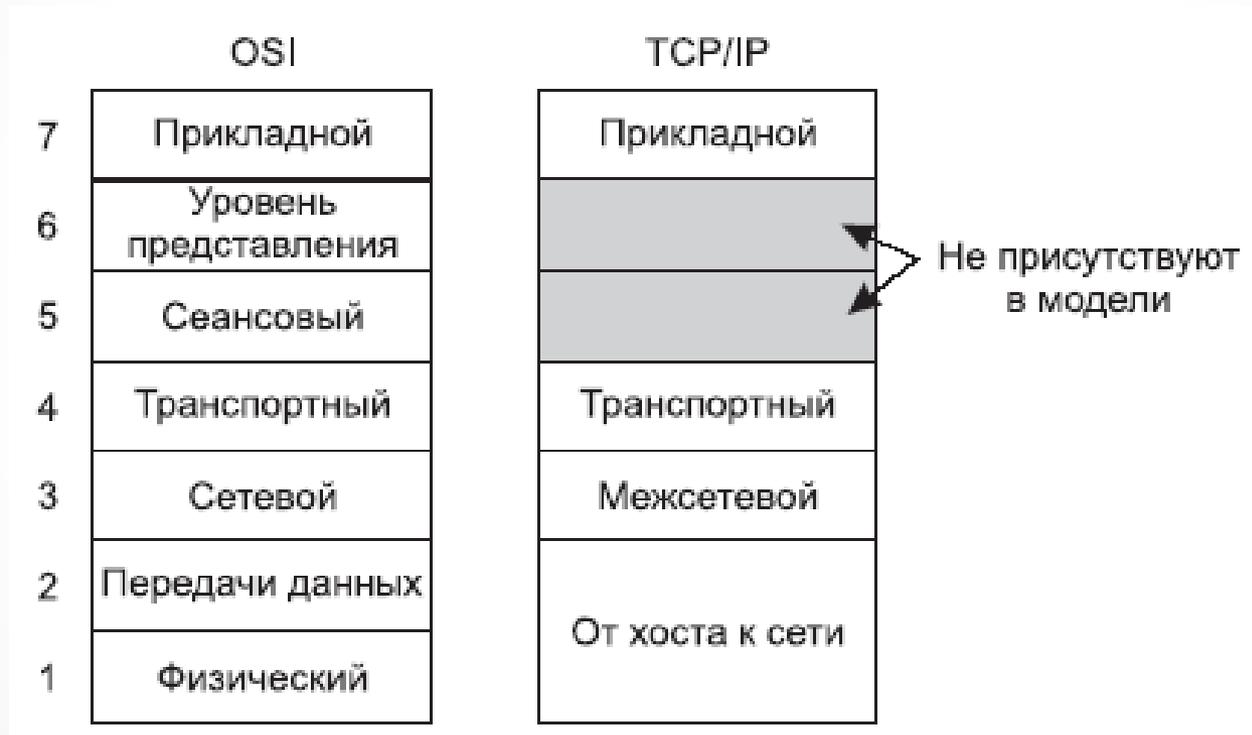
На этом уровне могут выполняться шифрование и дешифрирование данных. Например, протокол **SSL (Secure Socket Layer)** - слой защищенных сокетов), который обеспечивает секретный обмен сообщениями для протоколов прикладного уровня стека TCP/IP.

Уровни модели OSI (прикладной уровень)

Прикладной уровень (Application layer) - это набор разнообразных протоколов, с помощью которых пользователи сети получают доступ к разделяемым ресурсам (файлы, принтеры или гипертекстовые веб-страницы, а также организуют свою совместную работу, например, по протоколу электронной почты.

Единица данных, которой оперирует прикладной уровень, обычно называется **сообщением**.

Уровни модели TCP/IP



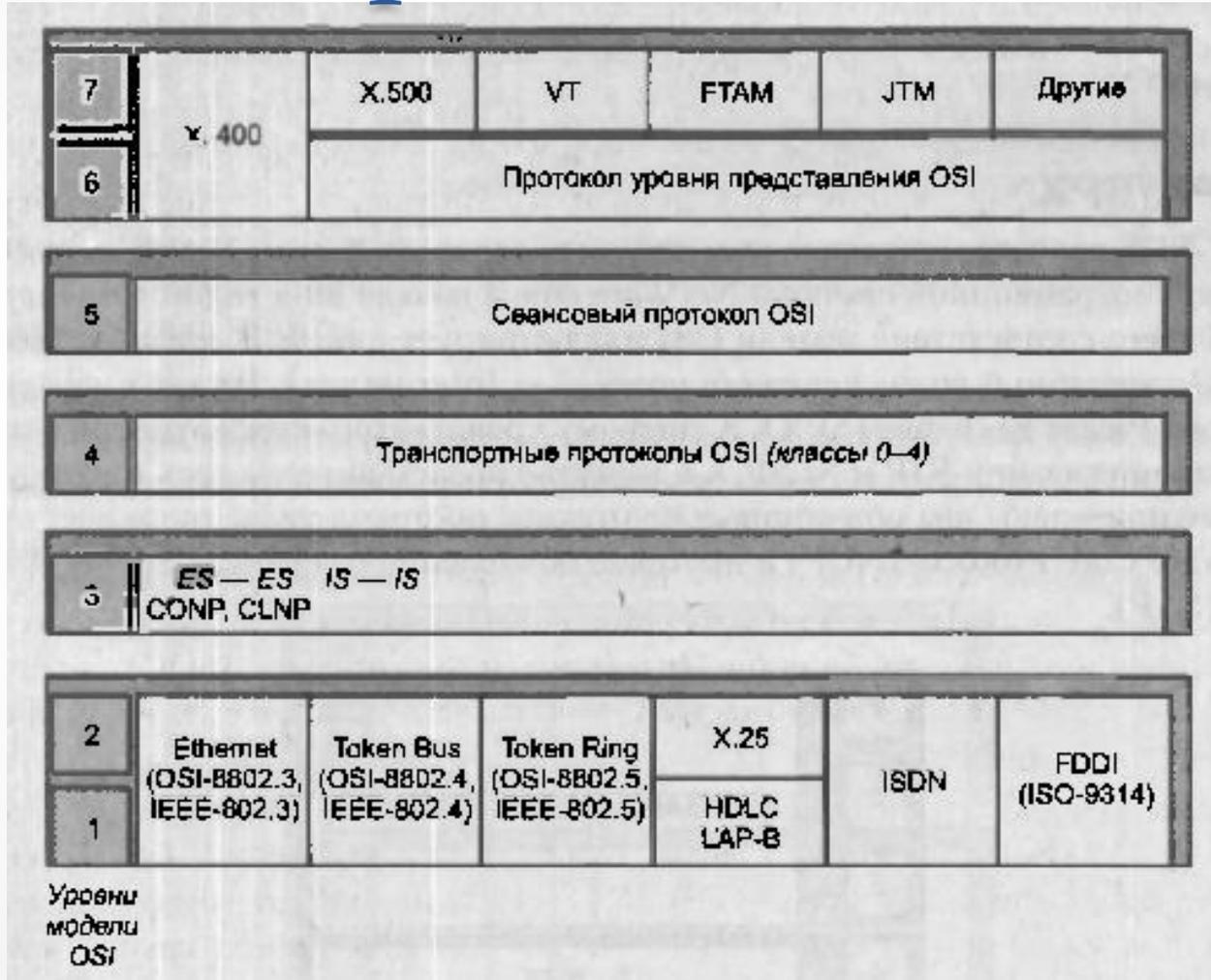
Стандартные стеки протоколов

Наиболее известными стеками протоколов являются:

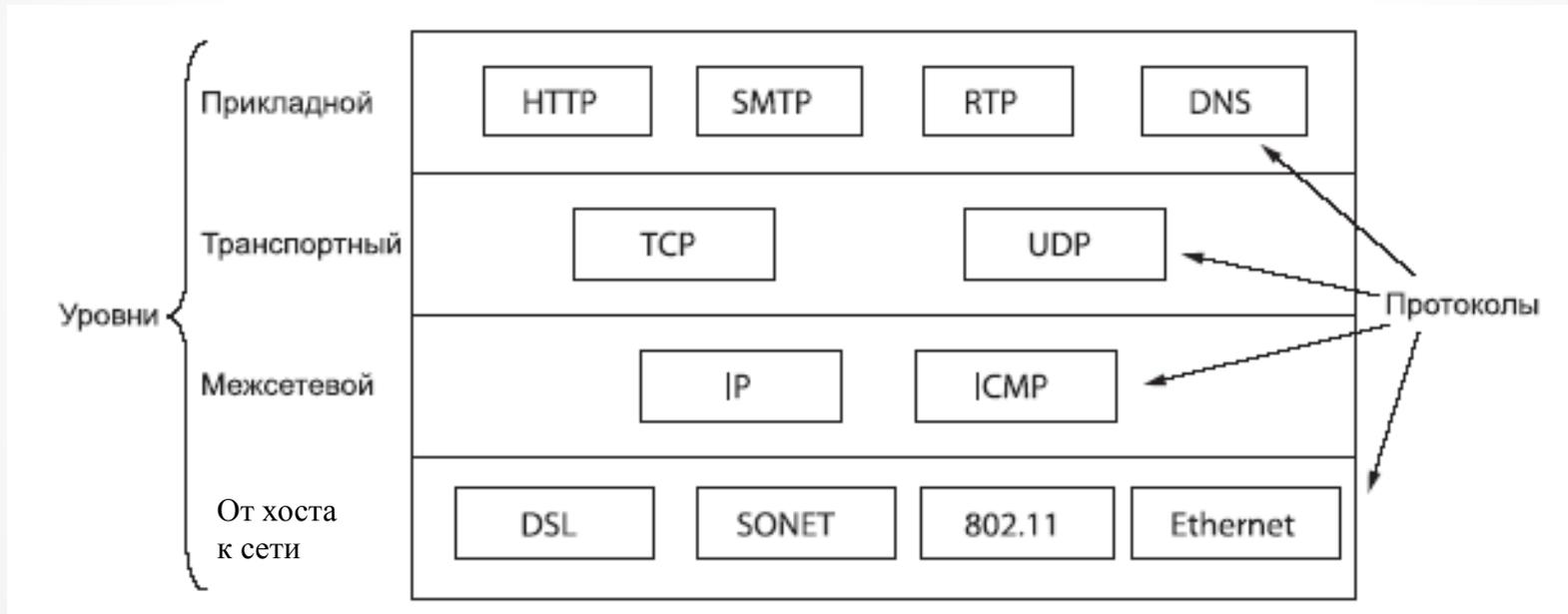
- OSI;
- TCP/IP;
- IPX/SPX;
- NetBIOS/SMB;
- DECnet;
- SNA.

Не все из них применяются сегодня на практике.

Стек протоколов OSI



Стек протоколов TCP/IP



Стандартные стеки протоколов

| Модель OSI | IBM/Microsoft | TCP/IP | Novell | Стек OSI |
|---------------|---|--|----------------------|-----------------------------------|
| Прикладной | SMB | Telnet, FTP, SNMP, SMTP, WWW | NCP, SAP | X.400, X.500, FTAM |
| Представления | | | | Протокол уровня представления OSI |
| Сеансовый | NetBIOS | TCP | SPX | Сеансовый протокол OSI |
| Транспортный | | | | Транспортный протокол OSI |
| Сетевой | | IP, RIP, OSPF | IPX, RIP, NLSP | ES-ES, IS-IS |
| Канальный | 802.3 (Ethernet), 802.5 (Token Ring), FDDI, ATM, PPP | | | |
| Физический | Коаксиал, экранированная и неэкранированная витая пара, оптоволокно, радиоволны | | | |

Протоколы и Элементы сети

