

Понятие сетевой модели.

Сетевая модель OSI.

- **Сетевая модель** —
теоретическое описание
принципов работы набора
сетевых протоколов,
взаимодействующих друг с
другом.

Сетевой интерфейс

- В компьютерных сетях **сетевым интерфейсом** называют:
- Точку соединения между компьютером пользователя и частной или общественной сетью;
- Сетевую карту компьютера;
- Точку соединения коммутируемой телефонной сети общественного пользования и телефона;
- Точку соединения двух сетей между собой.
- Некоторые возможные параметры сетевых интерфейсов: сетевой адрес, аппаратный адрес, маска подсети, широковещательный адрес, метрика, MTU.

- Кроме этого сетевые интерфейсы могут характеризоваться:
- Флагами, которые определяют состояния устройства, например такие как: включен ли интерфейс (Up/Down), находится ли он в неразборчивом режиме (promiscuous/nonpromiscuous)
 - Аппаратными характеристиками, такими как адрес памяти, номер IRQ, DMA, порт ввода-вывода;
 - Статистической информацией, характеризующей различные аспекты работы интерфейса. Например, количество переданных/полученных байтов/пакетов, число переполнений, коллизий и др. с момента создания интерфейсов
 - Туннели — для инкапсуляции протокола того же или более низкого уровня в другой протокол;
 - Интерфейсы виртуальных сетей (VLAN).

- **Сетевой протокол** - это набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включёнными в сеть компьютерами. Фактически разные протоколы зачастую описывают лишь разные стороны одного типа связи; взятые вместе, они образуют так называемый стек протоколов. Названия "протокол" и "стек протоколов" также указывают и на программное обеспечение, которым реализуется протокол.

- Сетевая Модель обычно делится на уровни, так, чтобы протоколы вышестоящего уровня использовали бы протоколы нижестоящего уровня (точнее, данные протокола вышестоящего уровня передавались бы с помощью нижележащих протоколов — этот процесс называют инкапсуляцией, процесс извлечения данных вышестоящего уровня из данных нижестоящего — декапсуляцией).

- Модели бывают как практические (использующиеся в сетях, иногда запутанные и/или не полные, но решающие поставленные задачи), так и теоретические (показывающие принципы реализации сетевых моделей, приносящие в жертву наглядности производительность/возможности).

Наиболее известные сетевые модели:

- [Модель OSI](#), она же *Модель ВРС, Взаимосвязь открытых систем. Эталонная модель.* — теоретическая модель, описанная в международных стандартах и ГОСТах.
- [Модель DOD \(Модель TCP/IP\)](#) — практически используемая модель, принятая для работы в [Интернете](#).
- [Модель SPX/IPX](#) — модель [стека SPX/IPX](#) (семейство протоколов для [ЛВС](#)).
- [Модель AppleTalk](#) — модель для сетей [AppleTalk](#) (протоколы для работы сетей с оборудованием [Apple](#)).
- [Модель Fibre Channel](#) — модель для высокоскоростных сетей [Fibre Channel](#).

Сетевая модель

OSI

Сетевая модель OSI

Сетевая модель OSI (англ. *open systems interconnection basic reference model*) — **Базовая Эталонная Модель Взаимодействия Открытых Систем (ЭМВОС)**) — сетевая модель стека (магазина) сетевых протоколов OSI/ISO (ГОСТ Р ИСО/МЭК 7498-1-99).
Посредством данной модели различные сетевые устройства могут взаимодействовать друг с другом. Модель определяет различные уровни взаимодействия систем. Каждый уровень выполняет определённые функции при таком взаимодействии.

Понятие «открытая система»

Модель OSI, как это следует из ее названия (Open System Interconnection), описывает взаимосвязи открытых систем.

Что же такое открытая система?

В широком смысле *открытой системой* 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) понимают формализованное описание аппаратных или программных компонентов, способов их функционирования, взаимодействия с другими компонентами, условий эксплуатации, ограничений и особых характеристик.

- Использование при разработке систем открытых спецификаций позволяет третьим сторонам разрабатывать для этих систем различные аппаратные или программные средства расширения и модификации, а также создавать программно аппаратные комплексы из продуктов разных производителей.

- Модель OSI касается только одного аспекта открытости, а именно открытости средств взаимодействия устройств, связанных в вычислительную сеть. Здесь под открытой системой понимается сетевое устройство, готовое взаимодействовать с другими сетевыми устройствами с использованием стандартных правил, определяющих формат, содержание и значение принимаемых и отправляемых сообщений.

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

- возможность построения сети из аппаратных и программных средств различных производителей, придерживающихся одного и того же стандарта;
- возможность безболезненной замены отдельных компонентов сети другими, более совершенными, что позволяет сети развиваться с минимальными затратами;
- возможность легкого сопряжения одной сети с другой;
- простота освоения и обслуживания сети.

- Ярким примером открытой системы является международная сеть Internet. Эта сеть развивалась в полном соответствии с требованиями, предъявляемыми к открытым системам. В разработке ее стандартов принимали участие тысячи специалистов-пользователей этой сети из различных университетов, научных организаций и фирм-производителей вычислительной аппаратуры и программного обеспечения, работающих в разных странах.

- Само название стандартов, определяющих работу сети Internet—Request For Comments (RFC), что можно перевести как «запрос на комментарии», — показывает гласный и открытый характер принимаемых стандартов. В результате сеть Internet сумела объединить в себе самое разнообразное оборудование и программное обеспечение огромного числа сетей, разбросанных по всему миру.

Уровни модели OSI

	Единица данных	Уровень	Функция	Примеры протоколов
ОС	Поток	Прикладной	Прикладная задача	HTTP, SMTP, DNS, etc.
		Представления	Представление данных, шифрование, etc.	MIME, SSL
		Сеансовый	Взаимодействие хостов (на уровне ОС)	NetBIOS, именов. пайпы
	Сегмент	Транспортный	Соединение конец-в-конец, контроль передачи данных	TCP, UDP
Сеть	Пакет	Сетевой	Логическая адресация и маршрутизация пакетов	IP, ICMP
	Фрейм	Канальный	Физическая адресация	IEEE 802.3, ARP, DHCP
	Бит	Физический	Кодирование и передача данных по физическому каналу	IEEE 802.3

Модель OSI

Уровень (layer)		Тип данных (PDU)	Функции	Примеры
Host layers	7. Прикладной (application)	Данные	Доступ к сетевым службам	HTTP, FTP, POP3, WebSocket
	6. Представления (presentation)		Представление и шифрование данных	ASCII, EBCDIC
	5. Сеансовый (session)		Управление сеансом связи	RPC, PAP
	4. Транспортный (transport)	Сегменты (segment) /Дейтаграммы(datagram)	Прямая связь между конечными пунктами и надёжность	TCP, UDP, SCTP, PORTS
Media layers	3. Сетевой (network)	Пакеты(packet)	Определение маршрута и логическая адресация	IPv4, IPv6, IPsec, AppleTalk
	2. Канальный (data link)	Биты (bit)/ Кадры (frame)	Физическая адресация	PPP, IEEE 802.22, Ethernet, DSL, ARP, L2TP, сетевая карта.
	1. Физический (physical)	Биты (bit)	Работа со средой передачи, сигналами и двоичными данными	USB, кабель ("витая пара", коаксиальный, оптоволоконный), радиоканал

В литературе наиболее часто принято начинать описание уровней модели OSI с 7-го уровня,

называемого прикладным, на котором

пользовательские приложения обращаются к сети. Модель OSI заканчивается 1-м уровнем —

физическим, на котором определены

стандарты, предъявляемые независимыми производителями к средам передачи данных:

- тип передающей среды (медный кабель, оптоволокно, радиоэфир и др.),
- тип модуляции сигнала,
- сигнальные уровни логических дискретных состояний (нули и единицы).

Любой протокол модели OSI должен взаимодействовать либо с протоколами своего уровня, либо с протоколами на единицу выше и/или ниже своего уровня. Взаимодействия с протоколами своего уровня называются горизонтальными, а с уровнями на единицу выше или ниже — вертикальными. Любой протокол модели OSI может выполнять только функции своего уровня и не может выполнять функций другого уровня, что не выполняется в протоколах альтернативных моделей.

Каждому уровню с некоторой долей условности соответствует свой операнд — логически неделимый элемент данных, которым на **отдельном уровне можно оперировать в рамках** модели и используемых протоколов: на физическом уровне мельчайшая единица — бит, на канальном уровне информация объединена в кадры, на сетевом — в пакеты (датаграммы), на транспортном — в сегменты. Любой фрагмент данных, логически объединённых для передачи — кадр, пакет, датаграмма — считается сообщением. Именно сообщения в общем виде являются операндами сеансового, представительского и прикладного уровней.

К базовым сетевым технологиям относятся физический и канальный уровни.

Прикладной уровень

Прикладной уровень (уровень приложений; англ. *application layer*) — верхний уровень модели, обеспечивающий взаимодействие пользовательских приложений с сетью:

- позволяет приложениям использовать сетевые службы:
 - удалённый доступ к файлам и базам данных,
 - пересылка электронной почты;
- отвечает за передачу служебной информации;
- предоставляет приложениям информацию об ошибках;
- формирует запросы к уровню представления.
- Протоколы прикладного уровня: RDP, HTTP, SMTP, SNMP, POP3, FTP, XMPP, OSCAR, Modbus, SIP, TELNET и другие.

Уровень представления

Зачастую ошибочно называемый представителем уровнем, этот уровень (англ. *presentation layer*) обеспечивает преобразование протоколов и кодирование/декодирование данных. Запросы приложений, полученные с прикладного уровня, на уровне представления преобразуются в формат для передачи по сети, а полученные из сети данные преобразуются в формат приложений. На этом уровне может осуществляться сжатие/распаковка или шифрование/дешифрование, а также перенаправление запросов другому сетевому ресурсу, если они не могут быть обработаны локально.

Уровень представления

Уровень представлений обычно представляет собой промежуточный протокол для преобразования информации из соседних уровней. Это позволяет осуществлять обмен между приложениями на разнородных компьютерных системах прозрачным для приложений образом. Уровень представлений обеспечивает форматирование и преобразование кода. Форматирование кода используется для того, чтобы гарантировать приложению поступление информации для обработки, которая имела бы для него смысл. При необходимости этот уровень может выполнять перевод из одного формата данных в другой.

Уровень представления

Уровень представлений имеет дело не только с форматами и представлением данных, он также занимается структурами данных, которые используются программами. Таким образом, уровень 6 обеспечивает организацию данных при их пересылке.

Чтобы понять, как это работает, представим, что имеются две системы. Одна использует для представления данных расширенный двоичный код обмена информацией EBCDIC, например, это может быть мейнфрейм компании IBM, а другая — американский стандартный код обмена информацией ASCII (его использует большинство других производителей компьютеров). Если этим двум системам необходимо обмениваться информацией, то нужен уровень представлений, который выполнит преобразование и осуществит перевод между двумя различными форматами.

Уровень представления

Другой функцией, выполняемой на уровне представлений, является шифрование данных, которое применяется в тех случаях, когда необходимо защитить передаваемую информацию от доступа несанкционированными получателями. Чтобы решить эту задачу, процессы и коды, находящиеся на уровне представлений, должны выполнить преобразование данных. На этом уровне существуют и другие подпрограммы, которые сжимают тексты и преобразовывают графические изображения в битовые потоки, так, что они могут передаваться по сети.

Уровень представления

Стандарты уровня представлений также определяют способы представления графических изображений. Для этих целей может использоваться формат PICT — формат изображений, применяемый для передачи графики QuickDraw между программами.

Другим форматом представлений является тэгированный формат файлов изображений TIFF, который обычно используется для растровых изображений с высоким разрешением. Следующим стандартом уровня представлений, который может использоваться для графических изображений, является стандарт, разработанный Объединённой экспертной группой по фотографии (Joint Photographic Expert Group); в повседневном пользовании этот стандарт называют просто JPEG.

Уровень представления

Существует другая группа стандартов уровня представлений, которая определяет представление звука и кинофрагментов. Сюда входят интерфейс электронных музыкальных инструментов (англ. *Musical Instrument Digital Interface*, MIDI) для цифрового представления музыки, разработанный Экспертной группой по кинематографии стандарт MPEG, используемый для сжатия и кодирования видеороликов на компакт-дисках, хранения в оцифрованном виде и передачи со скоростями до 1,5 Мбит/с, и QuickTime — стандарт, описывающий звуковые и видео элементы для программ, выполняемых на компьютерах Macintosh и PowerPC.

Протоколы уровня представления

AFP — Apple Filing Protocol,

ICA — Independent Computing Architecture,

LPP — Lightweight Presentation Protocol,

NCP — NetWare Core Protocol,

NDR — Network Data Representation,

XDR — eXternal Data Representation,

X.25 PAD — Packet Assembler/Disassembler Protocol.

Сеансовый уровень

Сеансовый уровень (англ. *session layer*) модели обеспечивает поддержание сеанса связи, позволяя приложениям взаимодействовать между собой длительное время. Уровень управляет созданием/завершением сеанса, обменом информацией, синхронизацией задач, определением права на передачу данных и поддержанием сеанса в периоды неактивности приложений.

Протоколы сеансового уровня

ADSP (AppleTalk Data Stream Protocol)

ASP (AppleTalk Session Protocol)

H.245 (Call Control Protocol for Multimedia Communication)

ISO-SP (OSI Session Layer Protocol (X.225, ISO 8327))

iSNS (Internet Storage Name Service)

L2F (Layer 2 Forwarding Protocol)

L2TP (Layer 2 Tunneling Protocol)

NetBIOS (Network Basic Input Output System)

PAP (Password Authentication Protocol)

PPTP (Point-to-Point Tunneling Protocol)

RPC (Remote Procedure Call Protocol)

RTCP (Real-time Transport Control Protocol)

SMPP (Short Message Peer-to-Peer)

SCP (Session Control Protocol)

ZIP (Zone Information Protocol)

SDP (Sockets Direct Protocol)...

Транспортный уровень

Транспортный уровень (англ. *transport layer*) модели предназначен для обеспечения надёжной передачи данных от отправителя к получателю. При этом уровень надёжности может варьироваться в широких пределах. Существует множество классов протоколов транспортного уровня, начиная от протоколов, предоставляющих только основные транспортные функции (например, функции передачи данных без подтверждения приёма), и заканчивая протоколами, которые гарантируют доставку в пункт назначения нескольких пакетов данных в надлежащей последовательности, мультиплексируют несколько потоков данных, обеспечивают механизм управления потоками данных и гарантируют достоверность принятых данных.

Транспортный уровень

Например, UDP ограничивается контролем целостности данных в рамках одной датаграммы и не исключает возможности потери пакета целиком или дублирования пакетов, нарушение порядка получения пакетов данных; TCP обеспечивает надёжную непрерывную передачу данных, исключаящую потерю данных или нарушение порядка их поступления или дублирования, может перераспределять данные, разбивая большие порции данных на фрагменты и наоборот, склеивая фрагменты в один пакет.

Протоколы транспортного уровня

ATP (AppleTalk Transaction Protocol)

CUDP (Cyclic UDP)

DCCP (Datagram Congestion Control Protocol)

FCP (Fibre Channel Protocol)

IL (IL Protocol)

NBF (NetBIOS Frames protocol)

NCP (NetWare Core Protocol)

SCTP (Stream Control Transmission Protocol)

SPX (Sequenced Packet Exchange)

SST (Structured Stream Transport)

TCP (Transmission Control Protocol)

UDP (User Datagram Protocol)

Сетевой уровень

Сетевой уровень (англ. *network layer*) модели предназначен для определения пути передачи данных. Отвечает за трансляцию логических адресов и имён в физические, определение кратчайших маршрутов, коммутацию и маршрутизацию, отслеживание неполадок и «заторов» в сети.

Протоколы сетевого уровня маршрутизируют данные от источника к получателю. Работающие на этом уровне устройства (маршрутизаторы) условно называют устройствами третьего уровня (по номеру уровня в модели OSI).

Протоколы сетевого уровня

IP/IPv4/IPv6 (Internet Protocol)

IPX (Internetwork Packet Exchange, протокол межсетевого обмена)

X.25 (частично этот протокол реализован на уровне 2)

CLNP (сетевой протокол без организации соединений)

IPsec (Internet Protocol Security)

Протоколы маршрутизации — RIP ([Routing Information Protocol](#)), OSPF ([Open Shortest Path First](#)).

Канальный уровень

Канальный уровень (англ. *data link layer*) предназначен для обеспечения взаимодействия сетей на физическом уровне и контроля ошибок, которые могут возникнуть. Полученные с физического уровня данные, представленные в битах, он упаковывает в кадры, проверяет их на целостность и, если нужно, исправляет ошибки (формирует повторный запрос повреждённого кадра) и отправляет на сетевой уровень. Канальный уровень может взаимодействовать с одним или несколькими физическими уровнями, контролируя и управляя этим взаимодействием.

Канальный уровень

Спецификация IEEE 802 разделяет этот уровень на два подуровня: MAC (англ. *media access control*) регулирует доступ к разделяемой физической среде, LLC (англ. *logical link control*) обеспечивает обслуживание сетевого уровня. На этом уровне работают коммутаторы, мосты и другие устройства. Эти устройства используют адресацию второго уровня (по номеру уровня в модели OSI).

Протоколы канального уровня

- ARCnet, ATM, Controller Area Network (CAN), Eiconet, IEEE 802.3 (Ethernet), Ethernet Automatic Protection Switching(EAPS), Fiber Distributed Data Interface (FDDI), Frame Relay, High-Level Data Link Control (HDLC), IEEE 802.2 (предоставляет функции LLC для подуровня IEEE 802 MAC), Link Access Procedures, D channel (LAPD), IEEE 802.11 wireless LAN, LocalTalk, Multiprotocol Label Switching (MPLS), Point-to-Point Protocol (PPP), Point-to-Point Protocol over Ethernet (PPPoE), Serial Line Internet Protocol (SLIP, устарел), StarLan, Token ring, Unidirectional Link Detection(UDLD), x.25, ARP.

Канальный уровень

При разработке стеков протоколов на этом уровне решаются задачи помехоустойчивого кодирования. К таким способам кодирования относится код Хемминга, блочное кодирование, код Рида-Соломона. В программировании этот уровень представляет драйвер сетевой платы, в операционных системах имеется программный интерфейс взаимодействия канального и сетевого уровней между собой. Это не новый уровень, а просто реализация модели для конкретной ОС. Примеры таких интерфейсов: ODI, NDIS, UDI.

Физический уровень

Физический уровень (англ. *physical layer*) — нижний уровень модели, который определяет метод передачи данных, представленных в двоичном виде, от одного устройства (компьютера) к другому. Осуществляет передачу электрических или оптических сигналов в кабель или в радиоэфир и, соответственно, их приём и преобразование в биты данных в соответствии с методами кодирования цифровых сигналов. На этом уровне также работают концентраторы, повторители сигнала и медиаконвертеры.

Физический уровень

Функции физического уровня реализуются на всех устройствах, подключенных к сети. Со стороны компьютера функции физического уровня выполняются сетевым адаптером или последовательным портом. К физическому уровню относятся физические, электрические и механические интерфейсы между двумя системами. Физический уровень определяет такие виды сред передачи данных как оптоволокно, витая пара, коаксиальный кабель, спутниковый канал передач данных и т.п. Стандартными типами сетевых интерфейсов, относящимися к физическому уровню, являются: V.35, RS-232, RS-485, RJ-11, RJ-45, разъёмы AUI и BNC.

Физический уровень

При разработке стеков протоколов на этом уровне решаются задачи синхронизации и линейного кодирования. К таким способам кодирования относятся код NRZ, код RZ, MLT-3, PAM5, Манчестер II.

Протоколы физического уровня: IEEE 802.15 (Bluetooth), IRDA, EIA RS-232, EIA-422, EIA-423, RS-449, RS-485, DSL, ISDN, SONET/SDH, 802.11 Wi-Fi, Etherloop, GSM Um radio interface, ITU и ITU-T, TransferJet, ARINC 818, G.hn/G.9960.

Модель DOD

Модель DOD (DOD — англ. *department of defense* — Министерство обороны США) — модель сетевого взаимодействия, разработанная Министерством обороны США.

Модель DOD (в отличие от семиуровневой модели OSI) состоит из следующих четырёх уровней (сверху вниз):

- уровень приложений или прикладной уровень (англ. *process/application*; соответствует трём верхним уровням модели OSI (прикладному уровню, уровню представления и сеансовому уровню));
 - транспортный уровень (англ. *transport*; соответствует транспортному уровню модели OSI);
 - межсетевой уровень (англ. *internet*; соответствует сетевому уровню модели OSI);
 - уровень сетевого доступа (англ. *network access*; соответствует двум нижним уровням модели OSI (канальному уровню и физическому уровню)).
- Каждый из четырёх уровней модели DOD выполняет функции соответствующих ему уровней модели OSI.

Модель IPX/SPX

Стек протоколов

IPX/SPX (от англ. *internetwork packet exchange/sequenced packet exchange* — межсетевой обмен пакетами/последовательный обмен пакетами) — стек протоколов, используемый в сетях Novell NetWare. Протокол IPX работает на сетевом уровне модели OSI, обеспечивает доставку пакетов (аналог IP из стека TCP/IP). Протокол SPX работает на транспортном и сеансовом уровнях, обеспечивает поддержание сеанса связи и гарантированную доставку данных (аналог TCP).

Стек протоколов IPX/SPX реализован сетевой операционной системы NetWare, поставляемой компанией «Novell» с 1983 года, и считается развитием стека протоколов Xerox Network Systems компании «Xerox». IPX/SPX считался оптимальным для применения в локальных вычислительных сетях, в то время как TCP/IP предполагался более эффективным для глобальных сетей.

- К концу 1990-х TCP/IP, являвшийся общепринятым стеком интернета, фактически вытеснил IPX/SPX и из локальных вычислительных сред. Стек IPX/SPX никогда не имел применения в глобальных сетях.

Модель AppleTalk

AppleTalk — стек протоколов, разработанных Apple Computer для компьютерной сети. Он был изначально включён в Macintosh (1984), но потом компания отказалась от него в пользу TCP/IP. Соответствующая сеансовому уровню модели OSI версия AppleTalk состоит из пяти протоколов, поддерживающих полностью дуплексную передачу данных, преобразование логических названий в адреса, доступ к принтеру, переупорядочение пакетов и т. д.

Модель Fibre Channel

Fibre Channel (FC) (англ. *fibre channel* — волоконный канал) — семейство протоколов для высокоскоростной передачи данных. Стандартизацией протоколов занимается Технический комитет T11, входящий в состав Международного комитета по стандартам в сфере ИТ (INCITS), аккредитованного Американским национальным институтом стандартов (ANSI). Изначальное применение FC в области суперкомпьютеров впоследствии практически полностью перешло в сферу сетей хранения данных, где FC используется как стандартный способ подключения к системам хранения данных уровня предприятия.

Спасибо за внимание!