

# Сетевая модель OSI

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

**Сетевая модель OSI** (**The Open Systems Interconnection model**) — сетевая модель стека (магазина) сетевых протоколов OSI/ISO. 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.

Модель OSI была разработана в конце 1970-х годов для поддержания разнообразных методов компьютерных сетей, которые в это время конкурировали за применение в крупных национальных сетевых взаимодействиях во Франции, Великобритании и США. В 1980-х годах она стала рабочим продуктом группы взаимодействия открытых систем Международной организации по стандартизации (ISO). Модель не смогла дать полное описание сети и не получила поддержку архитекторов на заре Интернета, который впоследствии нашёл отражение в менее предписывающем TCP/IP, в основном под руководством Инженерного совета Интернета (IETF).

<b>Содержание</b>
<b>История</b>
<b>Определения</b>
Стандартные модели
<b>Уровни модели OSI</b>
Прикладной уровень
Уровень представления
Сеансовый уровень
Транспортный уровень
Сетевой уровень
Канальный уровень
Физический уровень
<b>Соответствие модели OSI и других моделей сетевого взаимодействия</b>
Семейство TCP/IP
Семейство IPX/SPX
<b>Критика</b>
<b>См. также</b>
<b>Примечания</b>
<b>Литература</b>

## История

В начале и середине 1970-х годов сеть в основном либо спонсировалась государством (NPL network в Великобритании, ARPANET в США, CYCLADES во Франции), либо разрабатывалась вендорами с использованием собственных стандартов, таких как IBM Systems Network Architecture и Digital Equipment Corporation DECnet. Общественные сети передачи данных только начинали появляться, и они использовали стандарт X.25 в конце 1970-х годов.

Экспериментальная система коммутации пакетов в Великобритании примерно в 1973—1975 годах выявила необходимость определения протоколов более высокого уровня.<sup>[1]</sup> Публикация британского Национального вычислительного центра «Почему распределенные вычисления», появившаяся в результате больших исследований будущих конфигураций компьютерных систем,<sup>[2]</sup> привела к тому, что Великобритания представила аргументы в пользу создания Международной комиссии по стандартам для охвата этой области на совещании ИСО в Сиднее в марте 1977 года.<sup>[3]</sup>

Начиная с 1977 года Международная организация по стандартизации (ИСО) проводила программу по разработке общих стандартов и методов сетевого взаимодействия. Аналогичный процесс развивался в Международном консультационном комитете по телеграфии и телефонии (СЦИТТ). Оба органа разработали документы, определяющие схожие сетевые модели. Модель OSI была впервые определена в начальном виде в Вашингтоне, округ Колумбия, в феврале 1978 года Хьюбертом Циммерманом из Франции, а проект стандарта был опубликован ИСО в 1980 году.<sup>[3]</sup>

Разработчикам модели пришлось столкнуться с конкурирующими приоритетами и интересами. Темпы технологических изменений обусловили необходимость определения стандартов, к которым новые системы могли бы сходить, а не стандартизировать процедуры постфактум; это обратная сторона традиционного подхода к разработке стандартов<sup>[4]</sup>. Хотя это и не был сам стандарт, он представлял собой основу, в которой можно было бы определить будущие стандарты.<sup>[5]</sup>

В 1983 году документы СЦИТТ и ISO были объединены, чтобы сформировать базовую эталонную модель для соединения открытых систем, обычно называемой эталонной моделью OSI или просто моделью OSI. Он был опубликован в 1984 году как ISO, как стандарт ISO 7498, так и переименованный СЦИТТ (сейчас называемый сектором стандартизации электросвязи Международного союза электросвязи или МСЭ-Т) как стандарт X.200.<sup>[6]</sup>

OSI состояла из двух основных компонентов: абстрактной модели сети, называемой базовой эталонной моделью или семислойной моделью, и набора сетевых протоколов. OSI является крупным достижением в обучении сетевым концепциям. Она продвигает идею последовательной модели уровней протоколов, определяющей взаимодействие между сетевыми устройствами и программным обеспечением.

Концепция семислойной модели была разработана Чарльзом Бахманом в компании Honeywell Information Systems.<sup>[7]</sup> Различные аспекты проектирования OSI эволюционировали из опыта работы с сетью NPL, ARPANET, CYCLADES, EIN и международной сетевой рабочей группой (IFIP WG6.1). В этой модели сетевая система была разделена на слои. Внутри каждого слоя один или несколько объектов реализуют его функциональные возможности. Каждая сущность взаимодействовала только со слоем, находящимся непосредственно под ней, и предоставляла средства для использования слоем, находящимся над ней.

Документы по стандартам OSI доступны в МСЭ-Т в виде рекомендаций серии X.200.<sup>[8]</sup> Некоторые спецификации протокола также были доступны в рамках серии ITU-T X. Эквивалентные стандарты ИСО и ИСО/МЭК для модели OSI были доступны в ИСО. Не все из них бесплатны.<sup>[9]</sup>

OSI была отраслевой инициативой, направленной на то, чтобы заставить участников отрасли согласовать общие сетевые стандарты для обеспечения совместимости с несколькими поставщиками.<sup>[10]</sup> Для больших сетей было обычным делом поддерживать несколько наборов сетевых протоколов, причем многие устройства не могли взаимодействовать с другими устройствами из-за отсутствия общих протоколов. В конце 1980-х и начале 1990-х годов инженеры, организации и страны разделились во мнении о том, какой стандарт, модель OSI или набор интернет-протоколов, приведет к созданию наилучших и наиболее надежных компьютерных сетей. Однако, в то время как OSI разрабатывала свои сетевые стандарты в конце 1980-х годов, TCP/IP стал широко использоваться в сетях с несколькими поставщиками для работы в интернете.

Модель OSI до сих пор используется в качестве эталона для обучения и документации<sup>[11]</sup>; однако протоколы OSI, изначально задуманные для этой модели, не получили популярности. Некоторые инженеры утверждают, что эталонная модель OSI все еще актуальна для облачных вычислений. Другие считают, что оригинальная модель OSI не соответствует современным сетевым протоколам, и вместо этого предлагают упрощенный подход.<sup>[12]</sup>

## Определения

---

Протоколы связи позволяют структуре на одном хосте взаимодействовать с соответствующей структурой того же уровня на другом хосте.

На каждом уровне N два объекта обмениваются блоками данных (PDU) с помощью протокола данного уровня на соответствующих устройствах. Каждый PDU содержит блок служебных данных (SDU), связанный с верхним или нижним протоколом.

Обработка данных двумя взаимодействующими OSI-совместимыми устройствами происходит следующим образом:

1. Передаваемые данные составляются на самом верхнем уровне передающего устройства (уровень N) в протокольный блок данных (PDU).
2. PDU передается на уровень N-1, где он становится сервисным блоком данных (SDU).
3. На уровне N-1 SDU объединяется с верхним, нижним или обоими уровнями, создавая слой N-1 PDU. Затем он передается в слой N-2.
4. Процесс продолжается до достижения самого нижнего уровня, с которого данные передаются на принимающее устройство.
5. На приемном устройстве данные передаются от самого низкого уровня к самому высокому в виде серии SDU, последовательно удаляясь из верхнего или нижнего колонтитула каждого слоя до достижения самого верхнего уровня, где принимаются последние данные.

## Стандартные модели

Модель OSI, которая была определена в стандарте ISO/IEC 7498, состоит из следующих частей:

- ISO/IEC 7498-1 — базовая модель;
- ISO/IEC 7498-2 — архитектура безопасности;
- ISO/IEC 7498-3 — наименования и адресация;
- ISO/IEC 7498-4 — система менеджмента.

ISO/IEC 7498-1 также опубликован в качестве рекомендации МСЭ-Т X.200.

## Уровни модели OSI

---

Модель					
Уровень (layer)		Тип данных (PDU <sup>[13]</sup> )	Функции	Примеры	Оборудование
Host layers	7. Прикладной (application)	Данные	Доступ к сетевым службам	HTTP, FTP, POP3, WebSocket	Хосты (клиенты сети)
	6. Представления (presentation)		Представление и шифрование данных	ASCII, EBCDIC	
	5. Сеансовый (session)		Управление сеансом связи	RPC, PAP, L2TP	
	4. Транспортный (transport)	Сегменты (segment) / Датаграммы (datagram)	Прямая связь между конечными пунктами и надёжность	TCP, UDP, SCTP, PORTS	
Media <sup>[14]</sup> layers	3. Сетевой (network)	Пакеты (packet)	Определение маршрута и логическая адресация	IPv4, IPv6, IPsec, AppleTalk, ICMP	Маршрутизатор
	2. Канальный (data link)	Биты (bit)/ Кадры (frame)	Физическая адресация	PPP, IEEE 802.22, Ethernet, DSL, ARP, сетевая карта.	Коммутатор, точка доступа
	1. Физический (physical)	Биты (bit)	Работа со средой передачи, сигналами и двоичными данными	USB, кабель («витая пара», коаксиальный, оптоволоконный), радиоканал	Концентратор, Повторитель (сетевое оборудование)

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, радиозфир 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, представления 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.

Определения протокола прикладного уровня и уровня представления очень размыты, и принадлежность протокола к тому или иному уровню, например протокола HTTPS зависит от конечного сервиса который предоставляет приложение.

В том случае если протокол, например HTTPS, используется для просмотра некоей простой интернет страницы через браузер - его можно рассматривать как протокол прикладного уровня. В том же случае если протокол HTTPS используется как низкоуровневый протокол для передачи финансовой информации например по протоколу ISO 8583, то протокол HTTPS будет являться протоколом уровня представления, а протокол ISO 8583 - будет протоколом уровня приложения. То же касается иных протоколов прикладного уровня указанных в данной статье.

## Уровень представления

Уровень представления (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 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 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.

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.

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.

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. 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 (либо 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.

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), Econet, 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.

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. Составлением таких методов занимаются разные организации, в том числе: Институт инженеров по электротехнике и

электронике, Альянс электронной промышленности, Европейский институт телекоммуникационных стандартов и другие. Осуществляют 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.

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, разъемы AUI и BNC.

При разработке стеков протоколов на этом уровне решаются задачи синхронизации и линейного кодирования. К таким способам кодирования относится 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.

## **Соответствие модели OSI и других моделей сетевого взаимодействия**

---

Поскольку наиболее востребованными и практически используемыми стали протоколы (например TCP/IP), разработанные с использованием других моделей сетевого взаимодействия, далее необходимо описать возможное включение отдельных протоколов других моделей в различные уровни модели OSI.

### **Семейство TCP/IP**

Семейство TCP/IP имеет три транспортных протокола: TCP, полностью соответствующий OSI, обеспечивающий проверку получения данных; UDP, отвечающий транспортному уровню только наличием порта, обеспечивающий обмен датаграммами между приложениями, не гарантирующий получения данных; и SCTP, разработанный для устранения некоторых недостатков TCP, в который добавлены некоторые новшества. В семействе TCP/IP есть ещё около двухсот протоколов, самым известным из которых является служебный протокол ICMP, используемый для внутренних нужд обеспечения работы; остальные также не являются транспортными протоколами.

### **Семейство IPX/SPX**

В семействе IPX/SPX порты появляются в протоколе сетевого уровня IPX, обеспечивая обмен датаграммами между приложениями (операционная система резервирует часть сокетов для себя). Протокол SPX, в свою очередь, дополняет IPX всеми остальными возможностями транспортного уровня в полном соответствии с OSI.

В качестве адреса хоста ICX использует идентификатор, образованный из четырёхбайтного номера сети (назначаемого маршрутизаторами) и MAC-адреса сетевого адаптера.

## **Критика**

---

В конце 1990-х годов семиуровневая модель OSI критиковалась отдельными авторами. В частности, в книге «UNIX. Руководство системного администратора» Эви Немет (англ. Evi Nemeth) писала:

|



Пока комитеты ISO спорили о своих стандартах, за их спиной менялась вся концепция организации сетей и по всему миру внедрялся протокол ТСР/IP.

<...>

И вот, когда протоколы ISO были наконец реализованы, выявился целый ряд проблем:

- эти протоколы основывались на концепциях, не имеющих в современных сетях никакого смысла;
- их спецификации были в некоторых случаях неполными;
- по своим функциональным возможностям они уступали другим протоколам;
- наличие многочисленных уровней сделало эти протоколы медлительными и трудными для реализации.

<...>

Сейчас даже самые ярые сторонники этих протоколов признают, что OSI постепенно движется к тому, чтобы стать маленькой сноской на страницах истории компьютеров.

— Эви Нэмет<sup>[15]</sup>

## См. также

- Модель DOD
- IEEE 802
- NBAR

## Примечания

1. *Howard Davies, Beatrice Bressan. A History of International Research Networking: The People who Made it Happen* ([https://books.google.ru/books?id=DN-t8MpZ0-wC&pg=PA3&redir\\_esc=y](https://books.google.ru/books?id=DN-t8MpZ0-wC&pg=PA3&redir_esc=y)). — John Wiley & Sons, 2010-04-26. — 347 с. — ISBN 978-3-527-32710-2.
2. *Peter John Down, Frank Edward Taylor. Why Distributed Computing?: An NCC Review of Potential and Experience in the UK* ([https://books.google.ru/books?id=fbm7AAAAIAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.ru/books?id=fbm7AAAAIAAJ&redir_esc=y)). — NCC Publications, 1976. — 188 с.
3. Full Page Reload (<https://spectrum.ieee.org/tech-history/cyberspace/osi-the-internet-that-wasnt>) (англ.). *IEEE Spectrum: Technology, Engineering, and Science News*. Дата обращения: 21 ноября 2020.
4. *Carl A. Sunshine. Computer Network Architectures and Protocols* ([https://books.google.de/books?id=Hzj2BwAAQBAJ&pg=PA35&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.de/books?id=Hzj2BwAAQBAJ&pg=PA35&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)). — Springer Science & Business Media, 2013-06-29. — 542 с. — ISBN 978-1-4613-0809-6.
5. *A. Hasman. Education and Training in Health Informatics in Europe: State of the Art, Guidelines, Applications* ([https://books.google.de/books?id=u2KyQjiwwTUC&pg=PA251&redir\\_esc=y](https://books.google.de/books?id=u2KyQjiwwTUC&pg=PA251&redir_esc=y)). — IOS Press, 1995. — 288 с. — ISBN 978-90-5199-234-2.
6. *Olga Wais. 11 Best FTP Clients for Mac in 2021. Only One Winner!* (<https://mac.eltima.com/best-ftp-mac.html>) (англ.). *Eltima Software*. Дата обращения: 18 апреля 2021.
7. Computer Pioneers - Bachman, Charles (<https://history.computer.org/pioneers/bachman.html>). *history.computer.org*. Дата обращения: 22 ноября 2020.
8. Data networks, open system communications and security (<https://www.itu.int/rec/T-REC-X/en>). *www.itu.int*. Дата обращения: 22 ноября 2020.
9. Publicly Available Standards (<https://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/index.html>). *standards.iso.org*. Дата обращения: 22 ноября 2020.
10. *Andrew L. Russell. Open Standards and the Digital Age: History, Ideology, and Networks* (<https://books.google.com/books?id=OVpzAwAAQBAJ&q=Open+Standards+and+the+Digital+Age:+History,+Ideology,+and+Networks>). — Cambridge University Press, 2014-04-28. — 325 с. — ISBN 978-1-139-91661-5.

11. *Keith Shaw*. The OSI model explained and how to easily remember its 7 layers (<https://www.networkworld.com/article/3239677/the-osi-model-explained-and-how-to-easily-remember-its-7-layers.html>) (англ.). *Network World* (14 October 2020). Дата обращения: 22 ноября 2020.
12. *Steve Taylor and Jim Metzler*. Why it's time to let the OSI model die (<https://www.networkworld.com/article/2276158/why-it-s-time-to-let-the-osi-model-die.html>) (англ.). *Network World* (23 September 2008). Дата обращения: 22 ноября 2020.
13. PDU — сокращение от англ. *protocol data units*, единица измерения информации (данных), которой оперирует протокол.
14. Словом «media» в англоязычной литературе обозначают среду передачи данных.
15. *Эви Нэмет*. UNIX. Руководство системного администратора. — 1998.

## Литература

---

- *А. Филимонов*. Построение мультисервисных сетей Ethernet. — М.: BHV, 2007. — ISBN 978-5-9775-0007-4.
- Руководство по технологиям объединённых сетей. 4-е изд. — М.: Вильямс, 2005. — ISBN 5-8459-0787-X.
- Протоколы и ресурсы Интернет. — М.: Радио и связь, 1996.
- Сети Интернет. Архитектура и протоколы. — М.: Сиринъ, 1998.
- Протоколы Интернет. Энциклопедия. — М.: «Горячая линия — Телеком», 2001. — 1100 с.
- Протоколы Internet для электронной торговли. — М.: «Горячая линия — Телеком», 2003. — 730 с.
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 7498-1-99. ВОС. Базовая эталонная модель. Часть 1. Базовая модель.
- ГОСТ Р ИСО 7498-2-99. ВОС. Базовая эталонная модель. Часть 2. Архитектура защиты информации.
- ГОСТ Р ИСО 7498-3-97. ВОС. Базовая эталонная модель. Часть 3. Присвоение имён и адресация.
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 7498-4-99. ВОС. Базовая эталонная модель. Часть 4. Основы административного управления.

---

Источник — [https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Сетевая\\_модель\\_OSI&oldid=113676704](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Сетевая_модель_OSI&oldid=113676704)

---

Эта страница в последний раз была отредактирована 18 апреля 2021 в 08:31.

Текст доступен по лицензии Creative Commons Attribution-ShareAlike; в отдельных случаях могут действовать дополнительные условия.

Wikipedia® — зарегистрированный товарный знак некоммерческой организации Wikimedia Foundation, Inc.