

## Глава 2

# ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

---

В результате освоения главы 2 студент должен:

**знать**

- эталонную модель взаимодействия открытых систем;
- модели TCP/IP, IEEE802;
- перечень основных протоколов различных стеков сетей и систем передачи информации;

**уметь**

- определять стеков место в модели взаимодействия открытых систем, на основе знания их основных функций протоколов;
- моделировать взаимодействия систем на основе знаний иерархии протоколов в стеках;

**владеть**

- методами проверки основных характеристик уровней модели взаимодействия открытых систем;
  - навыками оценки характеристик протоколов различных стеков.
- 

В данной главе раскрывается понятие эталонной модели открытых систем (OSI), дается подробная характеристика каждого ее уровня, рассматриваются иерархия протоколов в различных стеках (OSI, TCP/IP, IEEE802, IPX/SPX, NetBIOS/SMB, H.323, SS7) и их соотношение с уровнями модели OSI, дается краткое описание некоторых протоколов рассматриваемых стеков. В основу главы положены материалы из источников [1–12].

### 2.1. Обзор эталонной модели OSI

Сложность сетевых структур и разнообразие телекоммуникационных устройств, выпускаемых различными фирмами, привели к необходимости стандартизации как устройств, так и процедур обмена данными между пользователями. В начале 1980-х гг. при содействии ряда международных организаций, в частности Международной организации по стандартизации, была создана базовая эталонная модель взаимодействия открытых систем (Open System Interconnection reference model, OSI), которая определила концепцию и методологию создания сетей передачи данных.

Модель описывает стандартные правила функционирования и взаимодействия устройств и программных средств при обмене данными



между узлами в открытой системе. Открытая система состоит из программно-аппаратных средств, способных взаимодействовать между собой при использовании стандартных правил и интерфейсов.

Модель OSI имеет иерархическую структуру и четко определяет семь уровней взаимодействия систем, стандартизует имена уровней и указывает услуги и функции каждого уровня (рис. 2.1).

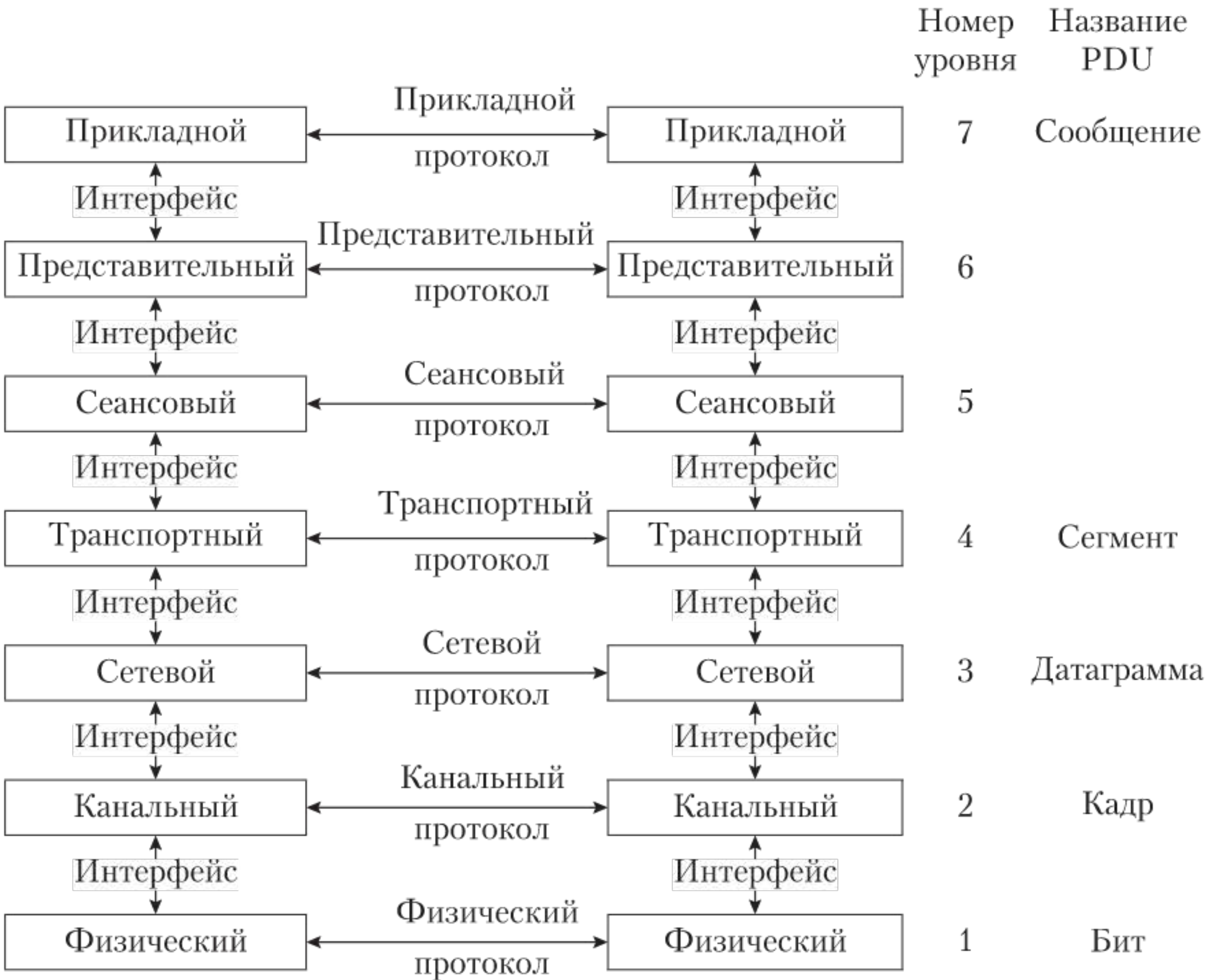


Рис. 2.1. Эталонная модель OSI [1; 2]

Как было сказано в параграфе 1.2, нижележащий уровень посредством *интерфейса* предоставляет некоторый набор услуг (сервисов) для вышележащего.

Одноранговые сущности модели обмениваются определенными фрагментами данных (PDU):

- на физическом уровне — последовательность битов;
- на канальном уровне — кадры (Frame);
- на сетевом уровне — пакеты (Packet);
- на транспортном уровне — сегменты (Segment);
- на трех верхних уровнях — сообщения (Data).

При взаимодействии двух узлов сети данные последовательно проходят на первом узле от уровня приложений до физического уровня, затем передаются по физической среде на физический уровень второго узла и постепенно доходят до его уровня приложений. При этом в процессе про-



хождения уровней на узле происходит инкапсуляция (деинкапсуляция) передаваемых PDU (рис. 2.2).

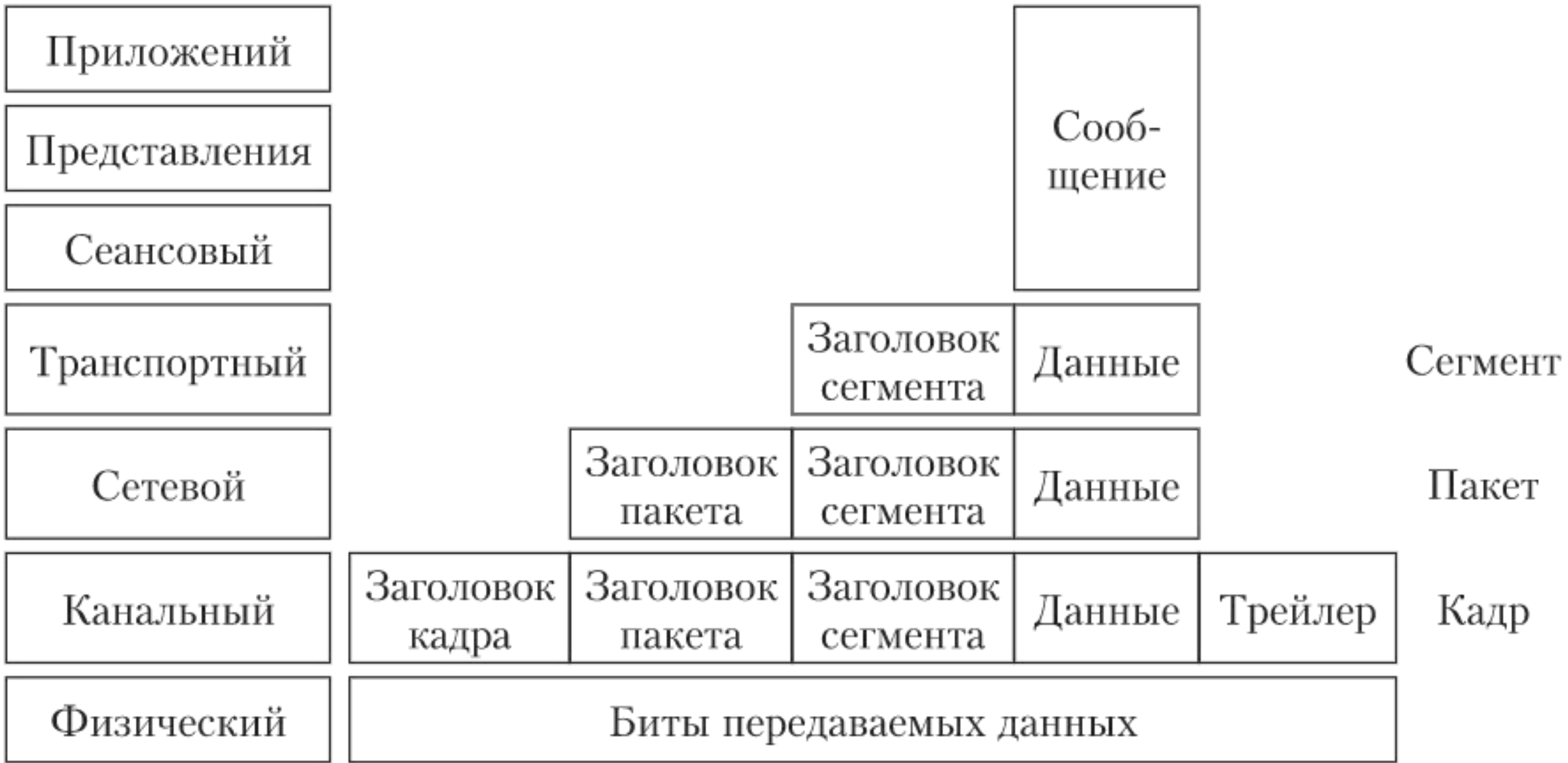


Рис. 2.2. Инкапсуляция данных [3]

Передаваемое сообщение, сформированное приложением, проходит три верхних сетенезависимых уровня и поступает на транспортный уровень, где делится на части и каждая часть инкапсулируется (помещается) в сегмент данных (см. рис. 2.2). В заголовке сегмента содержится идентификатор протокола верхнего уровня, с помощью которого подготовлено сообщение, и идентификатор протокола, который будет обрабатывать данный сегмент.

На сетевом уровне сегмент инкапсулируется в пакет данных, в заголовке (header) которого содержатся в том числе и сетевые адреса отправителя (*Source Address, SA*) и получателя (*Destination Address, DA*).

На канальном уровне пакет инкапсулируется в кадр, в заголовке которого, в частности, содержатся физические адреса узла передатчика и приемника. Кроме того, на этом уровне добавляется *трейлер* (концевик) кадра, содержащий информацию, необходимую для проверки правильности принятой информации. Таким образом, происходит обрамление данных заголовками со служебной информацией, т.е. инкапсуляция данных.

2.1.1. Принципы построения модели OSI

Эталонная модель OSI базируется на следующих принципах:

- 1) уровень должен создаваться по мере необходимости выделения отдельного уровня абстракции;
- 2) каждый уровень должен выполнять строго определенную функцию;
- 3) функции для каждого уровня должны выбираться с учетом создания стандартизованных международных протоколов;
- 4) границы между уровнями должны выбираться так, чтобы поток данных между интерфейсами был минимальным;
- 5) количество уровней должно быть достаточно большим, чтобы различные функции не объединялись в одном уровне без необходимости, но не слишком высоким, чтобы архитектура не становилась громоздкой.



### 2.1.2. Уровни в модели OSI

Одним из важнейших принципов OSI является то, что сетевые системы взаимодействуют друг с другом на одинаковых уровнях модели. Дадим краткое описание уровней модели OSI (см. рис. 2.1).

**Уровень 1. Физический уровень (*Physical Layer*)** обеспечивает передачу битовых потоков без каких-либо изменений между логическими объектами уровня звена данных по физическим соединениям.

На данном уровне определяются базовые механизмы кодирования и декодирования двоичных данных в физическом носителе, а также специфицируются соединители, но не сама среда. Среда, согласно эталонной модели, рассматривается как нечто, лежащее ниже физического уровня. Битовый поток в носителе должен быть независим от типа среды.

Физический уровень предоставляет канальному уровню следующие услуги и элементы услуг:

- физические соединения;
- физические сервисные блоки данных;
- физические оконечные пункты соединения;
- осуществляет идентификацию канала данных;
- осуществляет упорядочение;
- осуществляет оповещение об ошибках;
- определяет параметры качества услуги.

На физическом уровне выполняются следующие функции:

- активизация и деактивизация физического соединения;
- передача физических сервисных блоков данных;
- административное управление физическим уровнем.

**Уровень 2. Канальный уровень (*Data Link Layer*)** также носит названия *уровень управления передачей данных (Data Link Control, DLC)* или *уровень звена данных*.

Канальный уровень обеспечивает функциональные и процедурные средства для установления, поддержания и разрыва соединений канального уровня между сетевыми логическими объектами и для передачи сервисных блоков данных этого уровня. Соединение канального уровня строится на основе одного или нескольких физических соединений.

Канальный уровень обнаруживает и по возможности исправляет ошибки, которые могут возникнуть на физическом уровне. Кроме того, канальный уровень обеспечивает для сетевого уровня возможность управлять подключением каналов данных на физическом уровне. Единицу информации на канальном уровне называют *кадром (Frame)*.

Канальный уровень предоставляет следующие услуги или элементы услуг сетевому уровню:

- соединение;
- сервисные блоки данных;
- идентификаторы оконечного пункта соединения;
- осуществляет упорядочение блоков данных;
- осуществляет оповещение об ошибках;
- управляет потоком данных;
- определяет параметры качества услуги.



На канальном уровне выполняются следующие функции:

- установление и разрыв соединения;
- отображение сервисных блоков данных;
- расщепление соединения;
- разграничение и синхронизация;
- упорядочение блоков данных;
- обнаружение ошибок;
- восстановление при ошибках;
- управление потоком данных;
- идентификация и обмен параметрами;
- управление переключением каналов данных;
- административное управление.

**Уровень 3. Сетевой уровень (*Network Layer*)** предоставляет средства установления, поддержания и разрыва сетевого соединения, а также функциональные и процедурные средства для обмена по сетевому соединению сетевыми сервисными блоками данных между транспортными логическими объектами.

Сетевой уровень обеспечивает транспортным логическим объектам независимость от функций маршрутизации и ретрансляции, связанных с процессами установления и функционирования данного сетевого соединения.

Все функции ретрансляции и расширенные протоколы последовательного переноса данных, которые предназначены для поддержания сетевых услуг между конечными открытыми системами, функционируют ниже транспортного уровня. Единицу информации на сетевом уровне называют *датаграммой* или *дейтаграммой* (*Datagram*).

Основной услугой сетевого уровня является обеспечение передачи данных без каких-либо изменений между транспортными логическими объектами, т.е. структура и содержание данных, предоставляемых для передачи, определяется уровнями, расположенными выше сетевого.

Услуги, предоставляемые на каждом из концов сетевого соединения, одинаковы и в том случае, когда сетевое соединение проходит через несколько подсетей, каждая из которых предоставляет различные услуги.

Сетевой уровень предоставляет следующие услуги:

- сетевые адреса;
- сетевые соединения;
- сетевые идентификаторы конечных пунктов соединения;
- осуществляет передачу сетевых сервисных блоков данных;
- определяет параметры качества услуги;
- оповещает об ошибках;
- упорядочивает блоки данных;
- управляет потоком данных;
- осуществляет передачу срочных сетевых сервисных блоков данных;
- осуществляет сброс;
- осуществляет разрыв сетевого соединения.

Некоторые из этих услуг являются необязательными:

- пользователь должен запросить услугу;
- поставщик сетевой услуги может удовлетворить запрос или сообщить, что запрошенная услуга недоступна.



Функции сетевого уровня обеспечивают использование различных конфигураций для поддержки сетевых соединений: от соединений, поддерживаемых двухпунктовыми сетевыми конфигурациями, до сетевых соединений, поддерживаемых сочетаниями подсетей с различными характеристиками.

Сетевой уровень выполняет следующие функции:

- маршрутизацию и ретрансляцию;
- организацию сетевых соединений;
- мультиплексирование сетевого соединения;
- сегментирование и объединение;
- обнаружение ошибок;
- восстановление при ошибках;
- упорядочение блоков данных;
- управление потоком данных;
- передачу срочных данных;
- сброс;
- выбор услуги;
- административное управление сетевым уровнем.

**Уровень 4. Транспортный уровень (*Transport Layer*)** обеспечивает передачу данных без каких-либо изменений между сеансовыми логическими объектами и освобождает их от выполнения операций, обеспечивающих надежную и экономически эффективную передачу данных.

Транспортный уровень оптимизирует использование доступных сетевых услуг, чтобы обеспечить пропускную способность, требуемую каждым сеансовым логическим объектом, при минимальных затратах. Эта оптимизация достигается путем внесения ограничений, обусловленных совместными требованиями со стороны всех одновременно работающих сеансовых логических объектов, а также общим качеством и объемом сетевых услуг, предоставляемых транспортному уровню.

Все протоколы, определенные на транспортном уровне, имеют межоконечный характер. Под окончаниями понимают связанные транспортные логические объекты. Поскольку сетевые услуги обеспечивают сетевые соединения между транспортными логическими объектами по принципу «каждый с каждым», включая использование последовательно соединенных подсетей, то транспортный уровень освобождается от функций маршрутизации и ретрансляции.

На транспортном уровне имеются функции, обеспечивающие требуемое качество услуг на основе услуг, предоставляемых сетевым уровнем. Качество сетевых услуг зависит от того, как они реализуются.

Транспортный уровень однозначно идентифицирует каждый сеансовый логический объект с помощью транспортного адреса. Транспортные услуги предоставляют средства для установления, поддержания и разрыва транспортного соединения. Транспортное соединение обеспечивает дуплексную передачу между двумя транспортными адресами.

Для одной пары транспортных адресов может быть установлено несколько транспортных соединений. Сеансовые логические объекты используют идентификаторы оконечных пунктов транспортных соедине-



ний, обеспечиваемые транспортным уровнем для распознавания этих пунктов.

Качество услуг при предоставлении транспортного соединения зависит от класса обслуживания, запрашиваемого сеансовым логическим объектом при установлении транспортного соединения. Выбранное качество обслуживания поддерживается в течение существования транспортного соединения.

Транспортным уровнем предоставляются следующие виды услуг:

- установление транспортного соединения;
- передача данных;
- разрыв транспортного соединения.

На транспортном уровне могут быть реализованы следующие функции:

- преобразование транспортного адреса в сетевой;
- межоконечное мультиплексирование транспортных соединений в сетевые;
- установление и разрыв транспортных соединений;
- межоконечное упорядочение блоков данных по отдельным соединениям;
- межоконечное обнаружение ошибок и необходимый контроль за качеством услуг;
- межоконечное восстановление после ошибок;
- межоконечное сегментирование, объединение и сцепление;
- межоконечное управление потоком данных по отдельным соединениям;
- супервизорные функции;
- передача срочных транспортных сервисных блоков данных.

**Уровень 5. Сеансовый уровень (*Session Layer*)** реализует службу имен (отображение логических имен в сетевые адреса), устанавливает сеансы между службами и создает точки для контрольной синхронизации в случае потери связи.

Сеансовый уровень выполняет пять функций:

- отображение сеансового соединения на транспортное соединение;
- управление потоком данных в сеансовом соединении;
- передачу срочных данных;
- восстановление сеансового соединения;
- административное управление сеансовым уровнем.

**Уровень 6. Уровень представления (*Presentation Layer*)** устанавливает способы представления информации, которой обмениваются прикладные логические объекты или на которую они ссылаются в процессе этого обмена.

Уровень представления охватывает два взаимодополняющих аспекта способов представления информации:

- представление данных, подлежащих передаче между прикладными логическими объектами;
- представление структуры данных, которую прикладные логические объекты намереваются использовать в своем диалоге, наряду с представлениями совокупности действий, которые могут быть выполнены над этой структурой данных.



На этом уровне определяется общий синтаксис (способы представления данных), но не семантика, которая известна только прикладным логическим объектам.

Уровень представления обеспечивает способы представления информации, которые являются общими для взаимодействующих прикладных логических объектов. Таким образом, прикладные логические объекты освобождаются от функции представления информации, поскольку используется общий способ представления и для них обеспечивается синтаксическая независимость. Такая независимость может быть реализована двумя путями:

- на уровне представления обеспечиваются элементы поддержки синтаксиса, являющиеся общими для использующих их прикладных логических объектов;

- прикладные логические объекты могут использовать произвольный синтаксис, а уровень представления обеспечивает преобразование этих синтаксисов. Для обмена между прикладными логическими объектами применяется общий синтаксис. Такое преобразование выполняется внутри открытой системы. На другие открытые системы это не влияет и, следовательно, не оказывает влияние на стандартизацию протоколов уровня представления.

Уровень представления обеспечивает сеансовые услуги и добавляет к ним следующие возможности:

- преобразование синтаксиса;
- выбор синтаксиса.

Преобразование синтаксиса связано с преобразованием кодовых и символьных наборов, с модификацией расположения данных и с адаптацией действий над структурами данных. Выбор синтаксиса предоставляет средства первоначального выбора синтаксиса и последующего изменения сделанного выбора.

Прикладным логическим объектам предоставляются услуги сеансового уровня в виде услуг представления. На уровне представления выполняются следующие функции, с помощью которых реализуются услуги представления:

- запрос на установление сеанса;
- передача данных;
- соглашение по выбору и повторному выбору синтаксиса;
- преобразование синтаксиса, включая преобразование данных, форматирование и специальные функции преобразования;
- запрос на завершение сеанса.

**Уровень 7. Прикладной уровень (*Application Layer*)** является наивысшим уровнем в эталонной модели OSI и поэтому не имеет интерфейса с более высоким уровнем. Он является единственным средством доступа прикладных процессов к функциональной среде OSI.

Прикладной уровень поддерживает локальные операционные системы, предоставляя им набор разнообразных протоколов, с помощью которых производится доступ к сетевым ресурсам. Единицу информации на прикладном уровне называют *сообщением* (*Message*).



Прикладные процессы обмениваются информацией с помощью прикладных логических объектов, прикладных протоколов и услуг уровня представления.

Прикладные услуги отличаются от услуг, предоставляемых другими уровнями, тем, что они не предоставляются какому-либо верхнему уровню и не связаны ни с каким пунктом доступа к услугам. Кроме передачи информации может предоставляться следующий набор услуг:

- идентификация партнеров, собирающихся инициировать связь;
- установление уровня авторизации для взаимодействия;
- авторизация партнеров, собирающихся инициировать взаимосвязь;
- определение параметров качества услуг, считающихся приемлемыми;
- идентификация ограничений на синтаксис данных;
- и другие.

На прикладном уровне выполняются все функции связи между открытыми системами, которые не выполняются нижележащими уровнями. В их число включаются функции, выполняемые программными средствами, и функции, выполняемые людьми. По сути, прикладной уровень модели OSI обеспечивает сопряжение человека с сетевыми технологиями, что позволяет пользователям общаться между собой через сеть, т.е. создает интерфейс между приложениями конечных устройств при передаче сообщений по сети.

2.2. Иерархия протоколов в различных стеках

2.2.1. Стек ISO/OSI

В данном случае эталонная модель первична, а стек протоколов вторичен. Это привело к некоторой тяжеловесности протоколов данного стека (рис. 2.3). Интересно, что большое количество протоколов стека разработано под влиянием IBM.

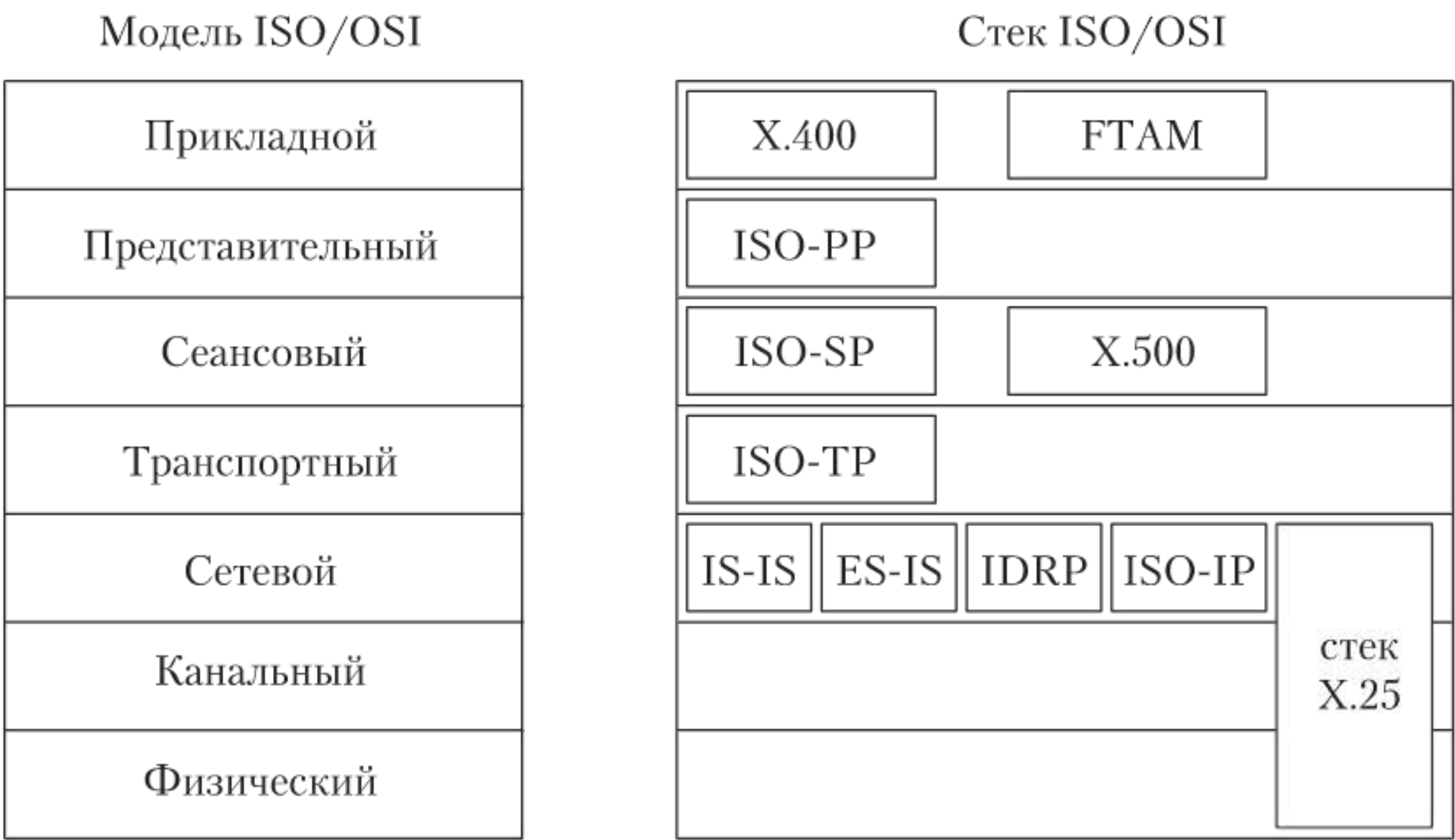


Рис. 2.3. Некоторые протоколы стека ISO/OSI



Из-за ограничений определения **физического уровня** в эталонной модели протоколы физического уровня в данном стеке практически отсутствуют (за исключением семейства протоколов X.25, которое, впрочем, по генезису выбивается из общего построения стека протоколов ISO/OSI).

К **канальному уровню** можно отнести протокол *Logical Link Control (LLC)*, который хотя и разработан в рамках IEEE 802.2, но служит для сопряжения стека протоколов ISO/OSI с канальным уровнем других стеков.

Основным протоколом **сетевого уровня** является *протокол межсетевого взаимодействия ISO (ISO Internetworking Protocol, ISO-IP)*, описанный в RFC 1575<sup>1</sup> и документах ISO S 8473, IS 8348. Другое его название — *услуга организации сетевого взаимодействия без установления соединения (Connectionless Network Service, CLNS)*.

Функцию маршрутизации обеспечивают протоколы IS-IS (Intermediate System to Intermediate System) (ISO 10589), ES-IS (End System to Intermediate System) (ISO 9542) и CLNS (ISO 8473), а также внутрисетевой протокол маршрутизации (Inter Domain Routing Protocol, IDRP) (ISO 7498).

На **транспортном уровне** располагается *транспортный протокол ISO (ISO Transport Protocol, ISO-TP)* (ISO 8073).

Основным протоколом **сеансового уровня** является протокол *ISO-SP (OSI Session Layer Protocol)* (соответствует спецификации ISO/IEC 8327-1 09-1996 ITU-T X.225). На этом же уровне находится *протокол доступа к каталогам X.500* — прародитель облегченного протокола доступа к каталогам (*Lightweight Directory Access Protocol, LDAP*) стека TCP/IP. Кроме того, следует отметить *протокол ISO NetBIOS* (соответствует протоколу NetBIOS одноименного стека протоколов).

На уровне представления находится *протокол представления (Presentation Protocol, PP)* (ISO IS 8823).

На **прикладном уровне** присутствует набор протоколов, достаточный для основных пользовательских приложений. Здесь же следует упомянуть почтовые протоколы X.400, базирующиеся на рекомендациях CCITT с X.400 по X.430. Стандарт X.400 описывает функционирование *агентов передачи почты (Message Transfer Agents, MTA)*.

Доступ к файлам описывается протоколом управления доступом и передачей файлов (File Transfer Access and Management, FTAM) (аналог протокола передачи файлов (File Transfer Protocol, FTP) в стеке TCP/IP). Кроме того, на этом уровне находится сетевой протокол разделения файлов (Server Message Block, SMB).

### 2.2.2. Стек TCP/IP

Эталонная модель TCP/IP документирует дизайн семейства протоколов TCP/IP и состоит из четырех уровней (рис. 2.4, 2.5).

---

<sup>1</sup> Hares S., Wittbrodt C. An Echo Function for CLNP (ISO 8473), RFC 1575. URL: <http://www.faqs.org/rfcs/rfc1575.html>.



Модель ISO/OSI		Модель TCP/IP
Прикладной		Прикладной
Представительный		
Сеансовый		
Транспортный		Транспортный
Сетевой		Межсетевой
Канальный		Интерфейсный
Физический		

Рис. 2.4. Соответствие моделей OSI и TCP/IP

Модель ISO/OSI		Стек TCP/IP									
Прикладной	Прикладной	SNMP	TLS SSL SSH	HTTP	Telnet	FTP	DHCP				
Представительный		DNS		socks							
Сеансовый		TCP		UDP	SCTP	Транспортный					
Транспортный	IP	ARP	NARP		RIP	OSPF	BGP	ICSM	Межсетевой		
Сетевой	Интерфейсный										
Канальный											
Физический											

Рис. 2.5. Некоторые протоколы стека TCP/IP

Основой модели служит *межсетевой уровень*. Его задачей является доставка пакетов в пункт назначения. Передача осуществляется без установления соединения. Здесь же осуществляется выбор маршрута пакета. Пакеты могут двигаться к пункту назначения разными маршрутами, поэтому и прибывать они могут не в том порядке, в котором были отправлены.

На межсетевом уровне определен протокол IP, задающий в том числе и схему адресации. Кроме того, здесь же определены протоколы маршрутизации RIP (Routing Information Protocol), OSPF (Open Shortest Path First), BGP (Border Gateway Protocol). Таким образом, этот уровень близок сетевому уровню эталонной модели OSI.

На **транспортном уровне** модели TCP/IP решается задача поддержания связи между отправителем и получателем. Этот уровень в основном соответствует транспортному уровню эталонной модели OSI. На нем



определены протоколы TCP (Transmission Control Protocol), UDP (User Datagram Protocol), DCCP (Datagram Congestion Control Protocol), SCTP (Stream Control Transmission Protocol).

**Прикладной уровень** объединяет все службы, представляемые системой пользовательским приложениям. В модели TCP/IP не выделяются отдельно **сеансовый** и **представительный** уровни. Отдельные их функции выполняются различными протоколами прикладного уровня. На этом уровне определены, например, почтовые протоколы SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), IMAP4 (Internet Message Access Protocol rev 4), POP3 (Post Office Protocol version 3), протокол передачи гипертекста HTTP (Hypertext Transfer Protocol), протокол передачи файлов FTP (File Transfer Protocol), протокол эмуляции терминала Telnet и др.

*Интерфейсный уровень* отвечает за взаимодействие между компьютером и физическим сетевым оборудованием. Он приблизительно соответствует **канальному** и **физическому** уровням модели OSI. Интерфейсный уровень по-настоящему не описан в документации по архитектуре TCP/IP, в которой сказано только, что он обеспечивает доступ к сетевой аппаратуре системно-зависимым способом.

2.2.3. Стек IEEE 802

Семейство протоколов IEEE 802 базируется на фирменных стандартах построения локальных сетей Arcnet, Ethernet, Token Ring.

Протоколы IEEE 802 охватывают только два нижних уровня семиуровневой эталонной модели OSI, а именно физический и канальный (рис. 2.6). Это связано с тем, что именно эти уровни в наибольшей степени отражают специфику локальных сетей.

Модель OSI		Модель IEEE 802
Канальный		LLC
		MAC
Физический		Физический

Рис. 2.6. Соответствие эталонных моделей OSI и IEEE 802

На **физическом уровне** модели IEEE 802 специфицируются также и различные типы носителей, т.е. среда передачи, что не входит в определение физического уровня эталонной модели OSI. Поэтому физический уровень модели IEEE 802 изображен охватывающим область, лежащую ниже физического уровня модели OSI.

В спецификации IEEE **канальный уровень** (DLC) разделяется на уровень *управления логическим каналом* (*Logical Link Control, LLC*) и уровень *управления доступом к носителю* (*Media Access Control, MAC*). По сути, уровень MAC эквивалентен всему уровню DLC в предыдущих спецификациях. Добавление уровня LLC является результатом давления IBM,



разрабатывавшей стандарт Token Ring одновременно со спецификацией IEEE 802.5. Поэтому уровень LLC — это отражение операций высокоуровневого протокола управления каналом передачи данных (High-Level Data Link Control, HDLC) в системной сетевой архитектуре (Systems Network Architecture, SNA).

2.2.4. Стек IPX/SPX

Стек протоколов IPX/SPX (или стек Novell NetWare) разработан в начале 1980-х гг. фирмой Novell для сетевой операционной системы NetWare.

Стек включает в себя следующие протоколы (рис. 2.7): протокол межсетевого обмена (Interwork Packet Exchange, IPX), протокол маршрутизации (Routing Information Protocol, RIPX)<sup>1</sup>, протокол упорядоченного обмена пакетами (Sequenced Packet Exchange, SPX), протокол анонсирования сервиса (Service Advertising Protocol, SAP), протокол ядра NetWare (Netware Core Protocol, NCP) и др.

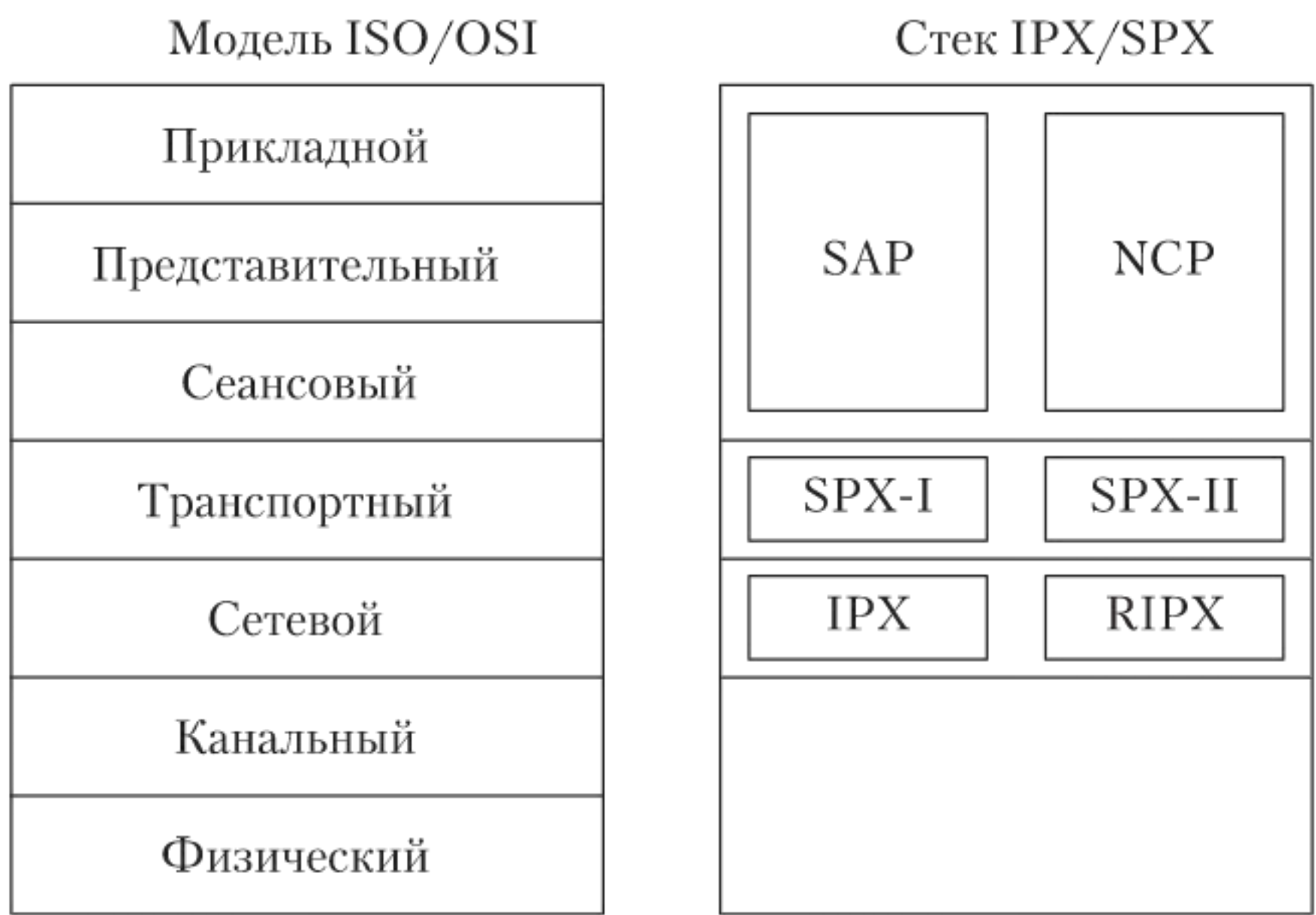


Рис. 2.7. Некоторые протоколы стека IPX/SPX

2.2.5. Стек NetBIOS/SMB

Стек NetBIOS/SMB разработан в 1984 г. совместно IBM и Microsoft для сетей IBM PC Network и IBM Token Ring.

Протокол *NetBIOS* (*Network Basic Input/Output System*) был разработан как аналог системы BIOS персонального компьютера. Он реализует большинство услуг и функций сетевого, транспортного и сеансового уровней модели ISO/OSI (так, протокол NetBIOS не поддерживает маршрутизацию пакетов, что является одной из основных функций сетевого уровня). Однако впоследствии за протоколом NetBIOS остался только сеансовый уровень, поскольку на более низких уровнях стали использовать стандартные протоколы (например, TCP/IP или IPX/SPX).

<sup>1</sup> Следует различать протокол RIP в стеке TCP/IP и протокол RIPX в стеке IPX/SPX.



Следует отметить, что существуют три реализации протокола NetBIOS:

- NetBEUI (NetBIOS Extended User Interface) — NetBIOS поверх LLC;
- NBT (NetBIOS over TCP/IP) — NetBIOS поверх IP;
- NetBIOS — NetBIOS поверх IPX.

Протокол *SMB (Server Message Block)* реализует услуги и функции прикладного уровня и уровня представления модели ISO/OSI. Протокол регламентирует взаимодействие рабочей станции с сервером. В его функции входит создание и разрыв логического соединения между рабочей станцией и сетевыми ресурсами файлового сервера, управление доступом к файлам на файловом сервере, управление очередью печати на сервере печати.

### 2.2.6. Стек H.323

Стандарт H.323 входит в серию рекомендаций H.32x ITU-T, разработанных для регламентации проведения аудио- и видеоконференций по телекоммуникационным сетям:

- H.320, регламентирует организацию мультимедийной связи по сетям ISDN;
- H.321, регламентирует организацию мультимедийной связи по сетям ATM;
- H.322, регламентирует организацию мультимедийной связи по сетям с коммутацией пакетов с гарантированной пропускной способностью;
- H.323, регламентирует организацию мультимедийной связи по сетям с коммутацией пакетов с негарантированной пропускной способностью;
- H.324, регламентирует организацию мультимедийной связи по телефонным сетям общего пользования;
- H.324/C, регламентирует организацию мультимедийной связи по сетям мобильной связи.

По существу, H.323 является набором управляющих протоколов (рис. 2.8), строго регламентирующих использование программ (кодеков) и протоколов других стеков для организации мультимедийной связи по сетям с коммутацией пакетов.

За управление соединением и сигнализацией отвечают следующие протоколы:

- H.225.0 — протокол сигнализации и пакетирования мультимедийного потока;
- H.225.0/RAS — протокол, определяющий процедуры регистрации, доступа и состояния;
- H.245 — протокол управления для мультимедиа.

За безопасность и шифрование отвечает протокол H.235. Протоколы H.450.x определяют различные дополнительные услуги:

- H.450.1 — определяет функции для управления дополнительными услугами;
- H.450.2 — осуществляет перевод соединения третьему абоненту;
- H.450.3 — производит переадресацию вызова;
- H.450.4 — организует удержание вызова;
- H.450.5 — выполняет прикрепление вызова (park) и ответ на вызов (pick up);



- Н.450.6 — осуществляет уведомление о вызове в режиме разговора;
- Н.450.7 — производит индексацию ожидающего сообщения;
- Н.450.8 — выполняет идентификацию имен;
- Н.450.9 — осуществляет завершение соединения.

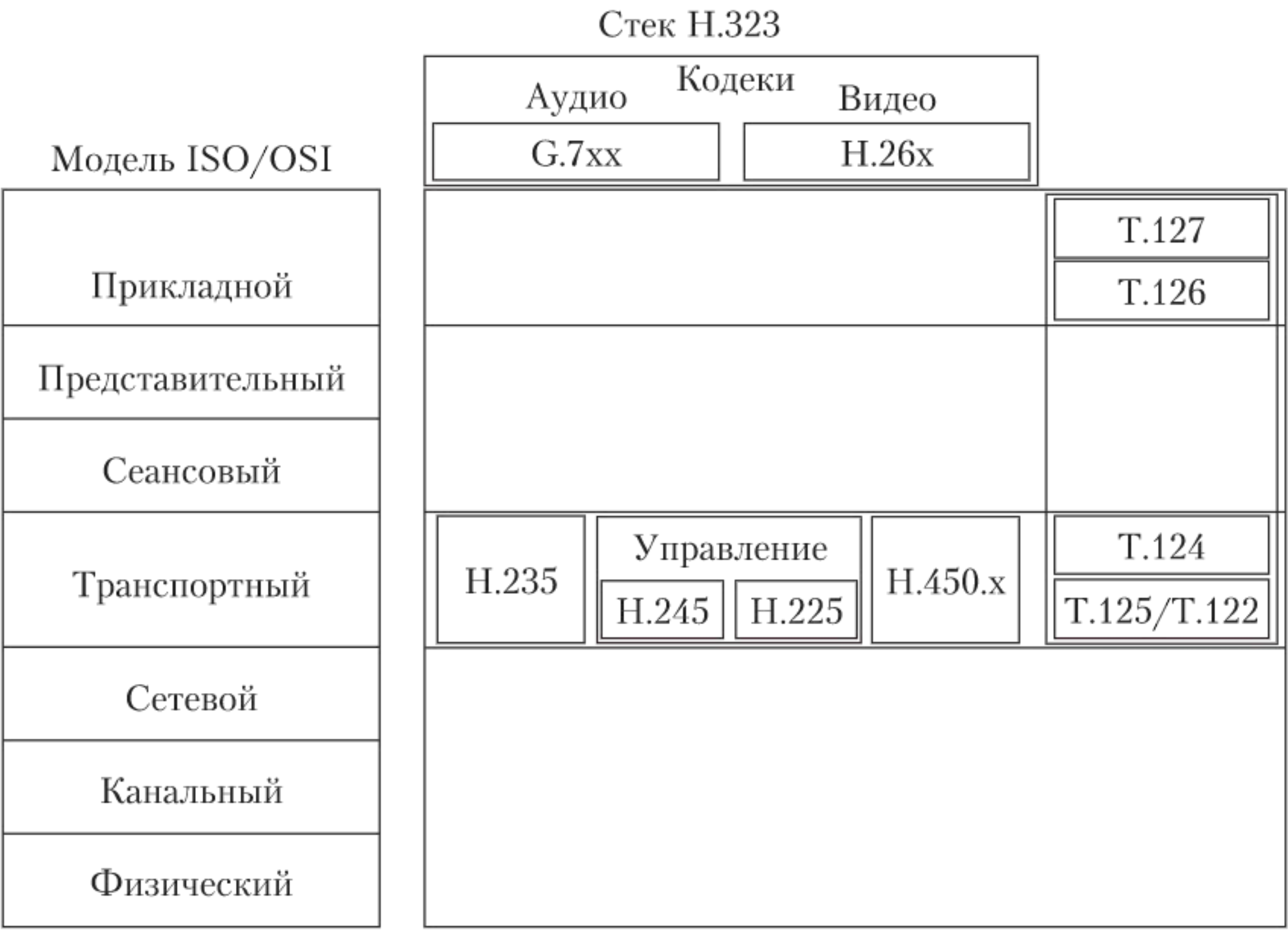


Рис. 2.8. Некоторые протоколы стека Н.323

За организацию конференц-связи для передачи данных отвечает стек Т.120, включающий в себя протоколы Т.123, Т.124, Т.125.

Для обработки аудиосигнала применяются кодеки серии G.7xx: G.711, G.722, G.723.1, G.728, G.729.

Для обработки видеосигнала используются кодеки H.261, H.263, H264.

2.2.7. Стек SS7

Система сигнализации № 7 (SS7 — Signaling System 7, или ОКС7 — система общеканальной сигнализации № 7) разработана и стандартизована ITU-T в 1981 г. и представляет собой набор протоколов сигнализации, предназначенных для обмена информацией управления вызовами между коммутационными станциями и специализированными узлами сетей связи для поддержки как голосовых, так и неголосовых служб [11; 12]. SS7 образует собственную сеть, работающую параллельно цифровой сети связи.

Стек SS7 имеет четыре уровня, соответствующие **физическому, канальному, сетевому и прикладному** уровням модели ISO/OSI (рис. 2.9).

Подсистема передачи сообщений (Message Transfer Part, MTP) состоит из трех уровней — MTP1, MTP2, MTP3, образующих общую транспортную подсистему, обеспечивающую корректную передачу информации между узлами сети сигнализации.



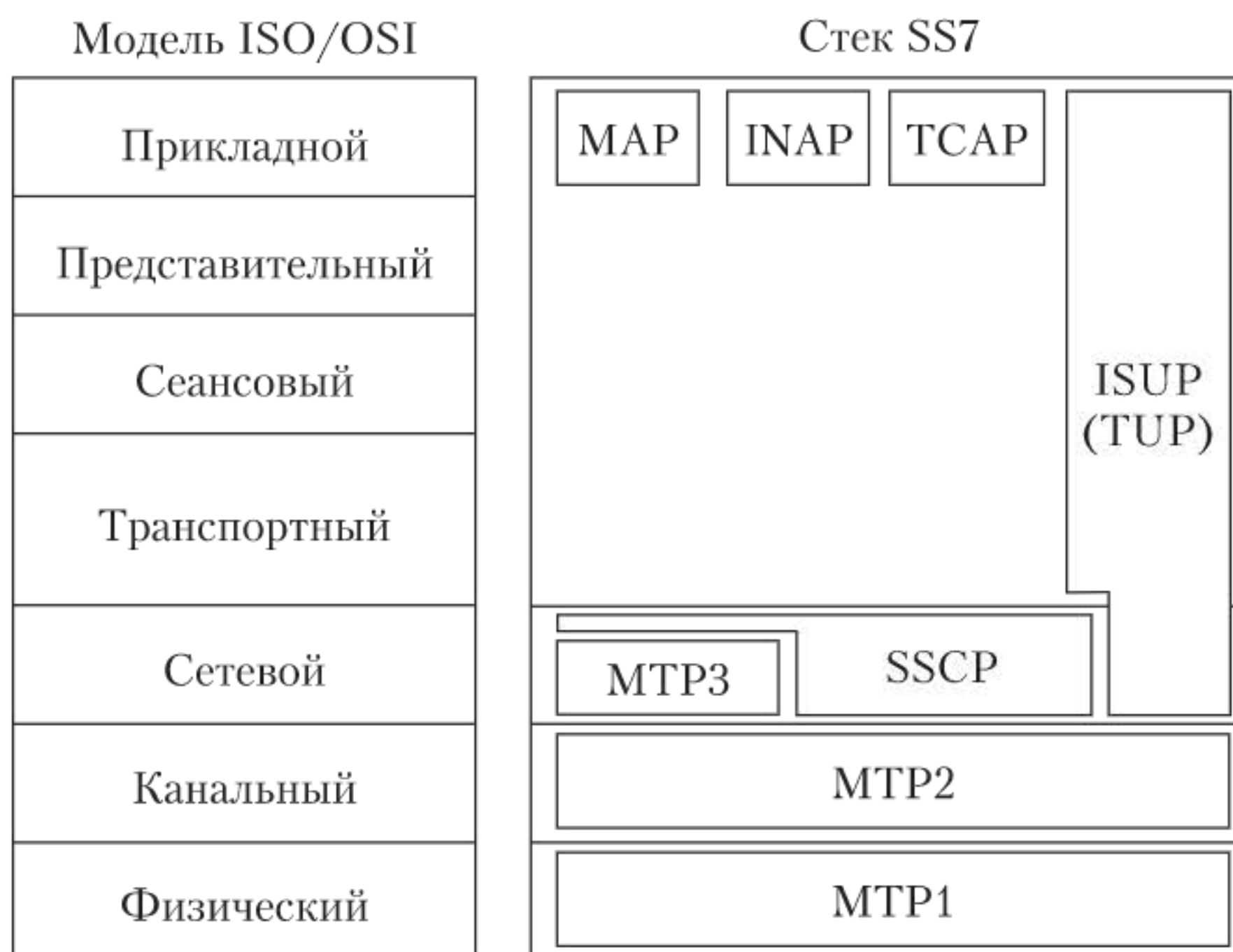


Рис. 2.9. Некоторые протоколы стека SS7

Уровень МТР1 соответствует физическому уровню модели ISO/OSI. На нем определены физические, электрические и функциональные характеристики звена данных сигнализации и средства доступа к нему.

Уровень МТР2 соответствует канальному уровню модели ISO/OSI. На нем определены функции и процедуры, относящиеся к передаче сигнальных сообщений по отдельному звену сигнализации.

На уровне МТР3 определены процедуры и функции сети сигнализации по маршрутизации сообщений, есть возможность восстановления способности передачи сигнальных сообщений после сбоев в сети, но лишь частично поддерживается адресация. Поэтому данный уровень лишь частично можно соотнести с сетевым уровнем модели ISO/OSI. Соответствие уровней становится полным, если рассматривать данный уровень совместно с *подсистемой управления соединениями сигнализации (Signaling Connection Control Part, SSCP)*.

Подсистемы МТР и SSCP в совокупности образуют *подсистему сетевых услуг (Network Service Part, NSP)*.

Протокол *ISUP (ISDN User Part)* определяет сигнальные функции для установления соединений с возможностью предоставления услуг *цифровой сети с интеграцией служб (Integrated Service Digital Network, ISDN)*. Ранее функции по управлению вызовами выполняла подсистема *TUP (Telephone User Part)*, впоследствии полностью вошедшая в ISUP. По отношению к модели ISO/OSI ISUP занимает *сетевой и прикладной* уровни.

На прикладном уровне модели ISO/OSI располагаются *прикладная подсистема обеспечения транзакций (Transaction Capabilities Applications Part, TCAP)*, *подсистема пользовательской мобильной связи (Mobile Application Part, MAP)* и *протокол интеллектуальной сети (Intelligent Network Application Protocol, INAP)*.



## **Резюме**

1. Эталонная модель взаимодействия открытых систем OSI определяет концепцию и методологию создания сетей передачи данных и включает семь уровней.
2. Виртуальный обмен между соответствующими уровнями конечных узлов происходит определенными единицами информации (PDU). На трех верхних уровнях модели OSI — это сообщения, на транспортном уровне — сегменты, на сетевом уровне — пакеты, на канальном уровне — кадры и на физическом — последовательность битов.
3. Обрамление единиц информации заголовками со служебной информацией называется инкапсуляцией.

## **Контрольные вопросы**

1. Каковы принципы построения эталонной модели OSI?
2. Каковы основные функции уровней модели OSI?
3. Какими уровнями представлена модель TCP/IP?
4. Какими уровнями представлена модель IEEE 802?
5. Что собой представляет инкапсуляция данных?
6. Опишите иерархию и назначение протоколов в различных стеках.

## **Задания для самостоятельной работы**

1. Предложите возможное расширение стека TCP/IP.
2. Предложите свой вариант стека протоколов (с разделением функций и услуг по уровням).