

ТЕМА 1

Открытые системы, модель взаимодействия открытых систем

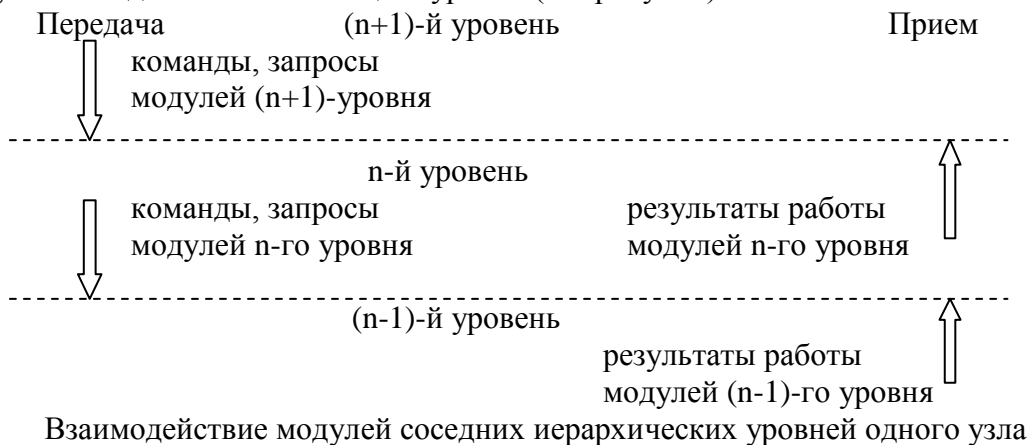
1.1 Многоуровневый подход

Рассмотренные виды коммуникационных устройств, используемых для структуризации компьютерных сетей, решают только часть задач по обеспечению **взаимодействия** между пользователями сети – доставку сообщения от передающего узла к приемному. Организация взаимодействия пользователей – это **сложная** задача, связанная с реализацией разнообразных операций: формирования сообщения, кодирования, адресации, обеспечения доступа к сети, передачи сигнала по физической среде, установления связи с адресатом, контроля качества передачи и др. Взаимодействие между пользователями постоянно усложняется с расширением функциональных возможностей персональных компьютеров.

При решении сложная задача обычно подразделяется на более простые **модули** с определенным набором функций для каждого модуля и установленным порядком взаимодействия таких модулей. Все множество аппаратных и программных модулей, решающих частные задачи, упорядочивают по **уровням**, образуя иерархию.

Система логически упрощается и появляется возможность замены или **модификации** отдельных модулей **без изменения** остальной части системы.

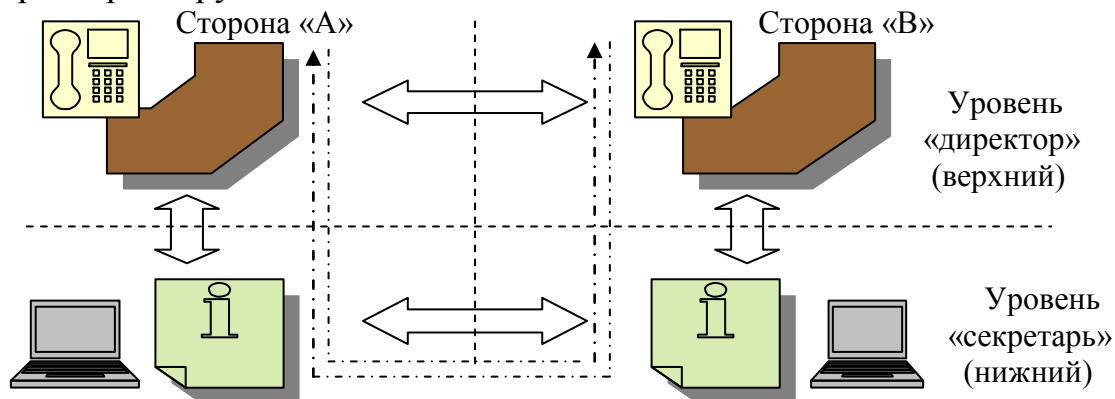
Модули одной группы для **выполнения** своих задач обращаются с запросами только к модулям соседнего нижележащего уровня. С другой стороны, **результаты** работы всех модулей, отнесенных к одному уровню, могут быть переданы только модулям соседнего вышележащего уровня (см. рисунок).



Очевидным примером взаимодействия с использованием двух уровней является система «директор – секретарь» (см. рисунок на след. стр.).

Уровень «директор» дает указания для исполнения и запросы на получение информации. Уровень «секретарь» оформляет и передает

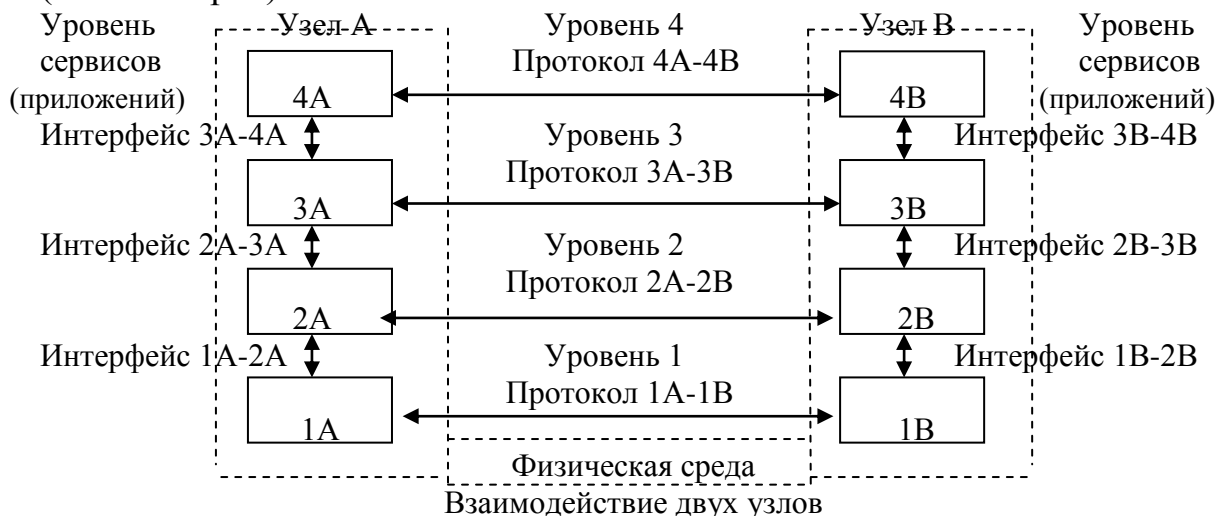
указания, получает и передает информацию директору, организует связь директора с другими сетевыми объектами.



Варианты взаимодействия при двухуровневой системе управления

При взаимодействии двух компьютеров, необходимо организовать согласованную работу уровней двух «иерархий», работающих на разных компьютерах. Соглашения о взаимодействии должны быть приняты для всех уровней, начиная от самого низкого – уровня передачи битов – до самого высокого, реализующего сервис для пользователей сети.

На рисунке показана модель взаимодействия двух узлов (компьютеров).



Формализованные правила, определяющие последовательность и формат сообщений, которыми обмениваются сетевые компоненты, лежащие *на одном уровне*, но в разных узлах, называются **протоколом**.

Модули, находящиеся в соседних уровнях *одного узла*, также взаимодействуют друг с другом в соответствии с четко определенными правилами и с помощью стандартизованных форматов сообщений. Эти правила принято называть **интерфейсами**.

Протокол и интерфейс, по существу, выражают одно и то же понятие, но традиционно за ними закреплены разные области действия: протоколы определяют правила взаимодействия модулей одного уровня в разных узлах, а интерфейсы – правила взаимодействия модулей соседних уровней в одном узле.

При взаимодействии двух компьютеров сообщение верхнего уровня «вкладывается» в сообщение более низкого уровня (см. рисунок), последовательно «обрастая» служебной информацией более низких уровней.



Вложенность сообщений различных уровней

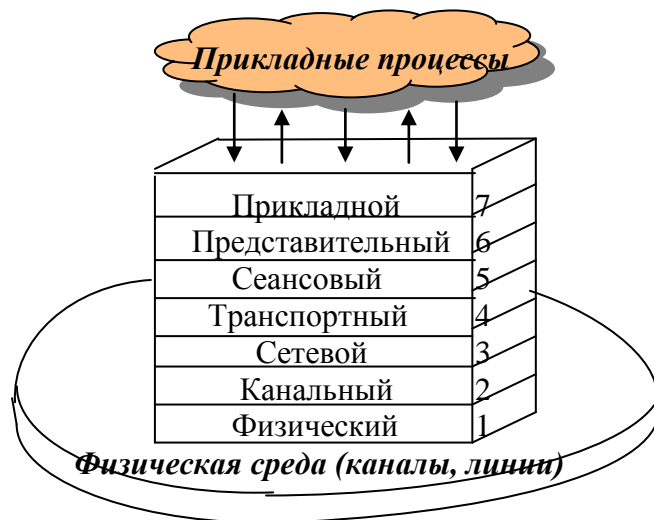
Иерархически организованный **набор** протоколов, достаточный для организации **взаимодействия** узлов в **сети**, называется **стеком коммуникационных протоколов**.

1.2 Модель взаимодействия открытых систем OSI

В начале 80-х годов ряд международных организаций – ISO (International Standards Organization), ITU-T и некоторые другие – разработали модель, которая сыграла значительную роль в развитии сетей. Эта модель называется **моделью взаимодействия открытых систем (Open System Interconnection)** или моделью OSI (см. рисунок).

Под открытой системой понимается сетевое устройство, готовое взаимодействовать с другими сетевыми устройствами на основе открытых **стандартных правил**, определяющих формат, содержание и значение принимаемых сообщений.

Модель OSI определяет различные уровни взаимодействия систем в сетях с коммутацией пакетов, дает им стандартные имена и указывает, какие функции должен выполнять каждый уровень.



Семиуровневая организация открытых систем

В модели OSI средства взаимодействия делятся на семь уровней: прикладной, сеансовый, транспортный, сетевой, канальный и физический. Каждый уровень имеет дело с одним определенным аспектом взаимодействия сетевых устройств.

Уровневая организация системы *не означает*, что функции, выполнявшиеся ранее системами передачи и коммутации в сети связи, аннулируются и заменяются другими. Уровневая организация означает лишь, что эти функции подвергаются упорядочению и стандартизации.

1.3 Основные функции уровней модели OSI

Физический уровень (Physical layer)

Физический уровень имеет дело с *передачей битов* по физическим линиям и каналам связи, таким, например, как коаксиальный кабель, витая пара, оптоволоконный кабель, аналоговый или цифровой канал территориальной сети. На этом уровне определяются характеристики физических сред, параметры электрических сигналов, тип кодирования, стандартизируются типы разъемов и назначение каждого контакта.

Основные функции физического уровня:

- преобразование сигналов ДИ и реализация интерфейса с физическим каналом (линией) связи (C1);
- передача цифрового сигнала по физическим линиям и каналам связи, т.е. *все системы передачи* реализуют только физический уровень;
- диагностика неисправностей на стыках (обрыв провода, пропадание питания и пр.)

Примером такого интерфейса является стык аппаратуры передачи данных с физической линией C1-ФЛ. Для компьютера, работающего в сети Ethernet, интерфейс физического уровня для спецификации 10Base-T, например, определяет в качестве используемого кабеля неэкранированную витую пару категории 3 с волновым сопротивлением 100 Ом, разъем RJ-45, максимальную длину физического сегмента 100м, манчестерский код для представления данных в кабеле.

Со стороны *компьютера* функции физического уровня выполняются *сетевым адаптером* или последовательным портом.

Канальный уровень (Data link layer)

На канальном уровне биты группируются в наборы, называемыми *кадрами (frame)*. Канальный уровень обеспечивает корректность передачи каждого кадра, помещая специальные последовательности в начало и конец кадра для его выделения, а также выделяет контрольную сумму, обрабатывая все байты кадра определенным образом и размещая контрольную сумму в кадре. Получатель вычисляет контрольную сумму полученных данных и сравнивает результат с контрольной суммой из кадра; если контрольные суммы не совпадают, то фиксируется ошибка.

Задачи канального уровня:

- проверка доступности среды передачи;
- реализация механизмов обнаружения и коррекции ошибок.

Канальный уровень может не только обнаруживать ошибки, но и исправлять их за счет повторной передачи поврежденных кадров.

Функция исправления ошибок не является обязательной для канального уровня; например, она отсутствует в Ethernet и frame relay.

В *локальных* сетях протоколы канального уровня обеспечивают доставку кадра между *любыми двумя узлами* сети с определенной топологией и используются компьютерами, мостами, коммутаторами и маршрутизаторами. В компьютерах функции канального уровня реализуются *сетевыми адаптерами и их драйверами*.

Канальный уровень обеспечивает *передачу* пакетов данных, поступающих от протоколов *верхних* уровней, узлу назначения, *адрес* которого также указывает протокол *верхнего* уровня. Протоколы канального уровня оформляют переданные им пакеты в *кадры* собственного формата, помещая указанный адрес назначения в одно из полей кадра, а также сопровождая кадр контрольной суммой и отправляя кадры для передачи на физический уровень.

Протокол канального уровня имеет *локальный смысл*, он предназначен для доставки кадров данных, как правило, в пределах сетей *с простой топологией связей и однотипной технологией*, когда адрес назначения имеет локальный смысл для данной сети и не изменяется при прохождении кадра от узла-источника к узлу назначения.

Для доставки сообщений между конечными узлами через глобальную, многоузловую *сеть* требуется обращение к средствам *сетевого и транспортного* уровней. Именно так организованы сети X.25, АТМ, Интернет.

В некоторых случаях протоколы канального уровня оказываются самодостаточными транспортными средствами и могут допускать работу поверх себя непосредственно протоколов прикладного уровня без привлечения средств сетевого и транспортного уровней. Например, существует реализация протокола управления сетью SNMP непосредственно через Ethernet, хотя стандартно этот протокол работает поверх сетевого протокола IP и транспортного протокола UDP. Естественно, что применение такой реализации будет ограниченным – она не подходит для составных сетей разных технологий, например, Ethernet и X.25.

Сетевой уровень (Network layer)

Сетевой уровень служит для образования *единой транспортной системы*, объединяющей несколько сетей, причем эти сети могут использовать *разные принципы передачи* сообщений между конечными узлами и обладать *произвольной структурой* связей.

Сети соединяются между собой специальными устройствами, называемыми *маршрутизаторами*. Маршрутизатор – это устройство, которое собирает информацию о топологии *межсетевых* соединений и

на ее основании *пересылает* пакеты сетевого уровня в *сеть назначения*. Проблема выбора наилучшего пути называется *маршрутизацией*, и ее решение является одной из *главных* задач сетевого уровня.

Сетевой уровень решает также задачи:

- согласования разных технологий,
- упрощения адресации в крупных сетях,
- создания барьеров для нежелательного трафика между сетями.

Сообщения сетевого уровня принято называть *пакетами*. При организации доставки пакетов на сетевом уровне используется понятие «номер сети». В этом случае адрес получателя состоит из старшей части – номера сети и младшей – номера узла в этой сети.

Протоколы сетевого уровня реализуются программными модулями операционной системы компьютеров конечных узлов, а также программными и аппаратными средствами маршрутизаторов.

Примером протокола сетевого уровня является протокол межсетевого взаимодействия IP стека протоколов TCP/IP.

Транспортный уровень (Transport layer)

Транспортный уровень обеспечивает приложениям или верхним уровням стека – прикладному или сеансовому – передачу данных с *требуемым уровнем надежности*.

Если качество каналов связи очень *высокое*, и вероятность возникновения ошибок, не обнаруженных протоколами более низких уровней, *невелика*, то разумно воспользоваться одним из *облегченных* сервисов транспортного уровня, не обремененных многочисленными проверками, квитированием и другими приемами повышения надежности. При *низкой* надежности транспортных средств нижних уровней целесообразно обратиться к наиболее развитому сервису транспортного уровня, который использует *максимум* средств обнаружения и исправления ошибок, включая

- предварительное установление логического соединения,
- контроль доставки *сообщений* по контрольным суммам,
- циклической нумерации пакетов;
- передачу запросов на повторение пакета.

Для специалистов в области систем передачи информации наиболее существенны уровни *сети связи* – четыре нижних уровня. Основные функции, реализуемые четырьмя нижними уровнями, и услуги этих уровней для смежных верхних уровней сведены в таблицу.

Порядковый номер уровня	Наименование уровня	Основные задачи уровня	Услуга смежному верхнему уровню
У1	Физический	Организация физического канала на	Наличие исправного канала на сети связи

		участке сети и контроль за целостностью канала	(для У2)
У2	Канальный (кадр)	Контроль за качеством передачи сигналов по участку сети (каналу) с однотипной технологией	Гарантия качества передачи сигналов (для У3)

У3	Сетевой (пакет)	Организация маршрутов в составной сети для передачи пакетов	Наличие маршрута в сети (для У4)
У4	Транспортный	Контроль за качеством передачи сообщений по маршруту	Гарантия качества обслуживания пользователей (для У5)

Все протоколы, начиная с транспортного протокола и выше, реализуются программными средствами **конечных узлов сети** – компонентами **операционных систем** рабочих станций и серверов.

Сеансовый уровень (Session layer)

Сеансовый уровень обеспечивает управление взаимодействием: фиксирует, какая из сторон является активной в настоящий момент, организует и синхронизирует диалог между станциями, предоставляет средства синхронизации. Последние позволяют вставлять контрольные точки в длинные передачи, чтобы в случае отказа можно было вернуться назад к последней контрольной точке, а не начать все с начала.

Функции этого уровня часто объединяют с функциями прикладного уровня и реализуют в одном протоколе.

Представительный уровень (Presentation layer)

Представительный уровень имеет дело с **формой** представления передаваемой по сети информации, не меняя при этом ее содержания. Информация, передаваемая прикладным уровнем одной системы, всегда должна быть понятна прикладному уровню другой системы. С помощью средств представительного уровня протоколы прикладных уровней могут преодолеть синтаксические различия в представлении данных или различия в кодах символов. На этом уровне может осуществляться шифрование и дешифрование данных.

Примером функций этого уровня является преобразование передаваемых данных из кода EBCDIC в ASCII и т.п.

EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code) – восьмибитовый код, популярный, благодаря использованию в IBM.

ASCII (American Standard Committee for Information Interchange) – семибитовый двоичный код.

При отсутствии необходимых кодов в памяти операционной системы компьютера при чтении текстовых файлов на экране монитора появится набор загадочных символов.

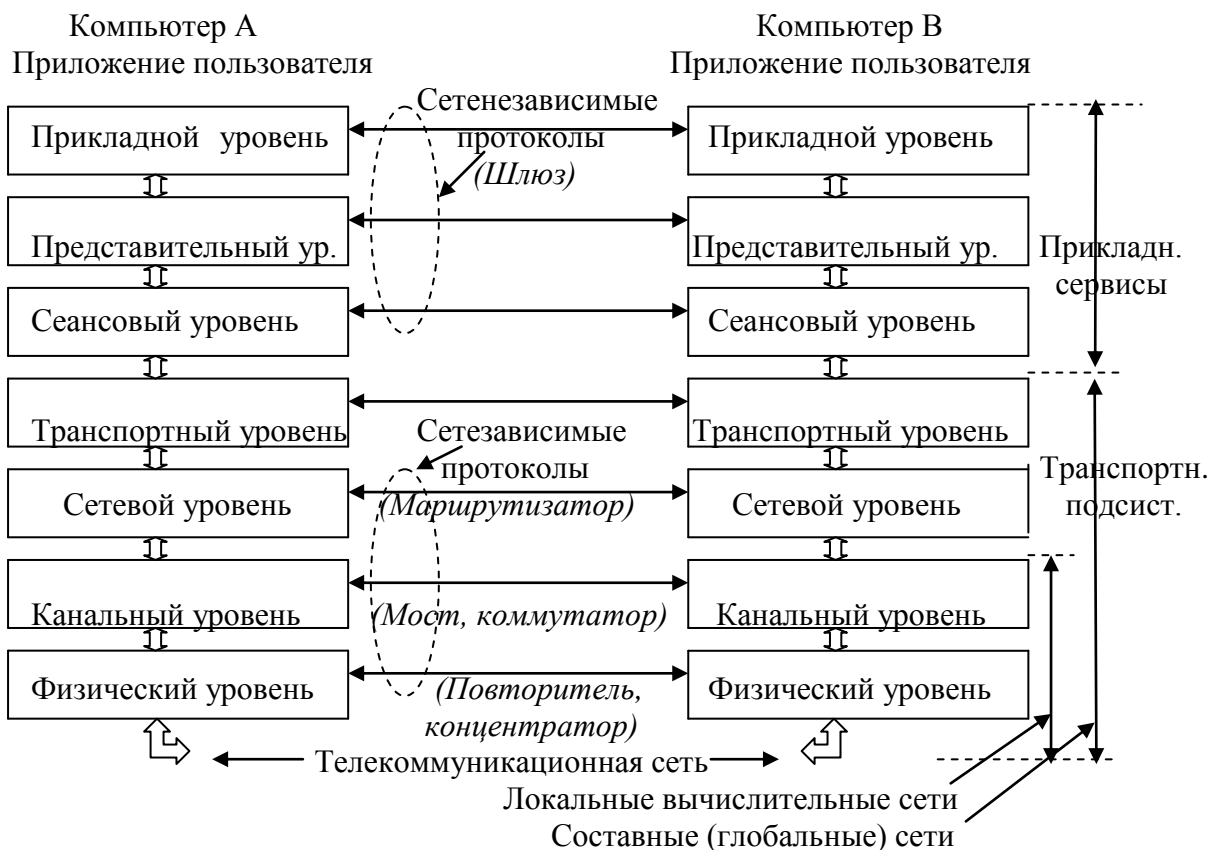
Прикладной уровень (Application Layer)

Прикладной уровень – это просто **набор протоколов**, с помощью которых пользователи сети получают **доступ к разделяемым ресурсам**, таким как файлы, принтеры или гипертекстовые web-страницы, а также организуют свою совместную работу, например, по протоколу электронной почты (E-mail), обеспечивают прием и хранение пакетов в «почтовых ящиках» (mail-box).

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

1.4 Уровни модели OSI в компьютерных сетях

Протоколы нижних четырех уровней обобщенно называют **транспортной подсистемой** (см. рисунок), 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 представления **прикладных сервисов** на основании имеющейся транспортной подсистемы.



Сетезависимые и сетезависимые уровни модели OSI,
коммуникационные устройства, используемые на различных уровнях

Три нижних уровня в этой модели – физический, канальный и сетевой – тесно связаны с технической реализацией сети и используемым коммуникационным оборудованием. Переход на другую сетевую технологию, например, от Ethernet к FDDI, означает полную смену протоколов физического и канального уровней во всех узлах сети.

Сети передачи дискретной информации включают в себя только **четыре нижних уровня** (см. рисунок), а локальные компьютерные сети ограничиваются использованием только двух уровней. В простых **локальных** вычислительных сетях задействованы только **физический** и **канальный** уровни и **отпадает** необходимость в средствах **сетевого и транспортного** уровней.

Следующий – транспортный уровень скрывает подробности функционирования нижних уровней от верхних.

Это позволяет разрабатывать приложения, не зависящие от технических средств непосредственной передачи сообщений. На протоколы **трех верхних** уровней – прикладного, представительного и сеансового – не влияют любые изменения в топологии сети, замена оборудования или переход на другую сетевую технологию. Верхние три уровня объединены в стандартном программном обеспечении персональных компьютеров, поэтому выделение этих уровней имеет чисто формальный, методический характер.