**Дата: 09.12.2020**

**Группа: 19ИСиП 2д**

**Наименование дисциплины: Компьютерные сети.**

**Тема: Сетевой уровень модели OSI. Коммутация каналов**

Модель *OSI*, как 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), построенная в соответствии с открытыми **спецификациями** .

Напомним, что под термином ***"спецификация"*** (в вычислительной технике) понимают формализованное описание аппаратных или *программных компонентов*, способов их функционирования, взаимодействия с другими компонентами, условий эксплуатации, ограничений и особых характеристик. Понятно, что не всякая *спецификация* является **стандартом**.

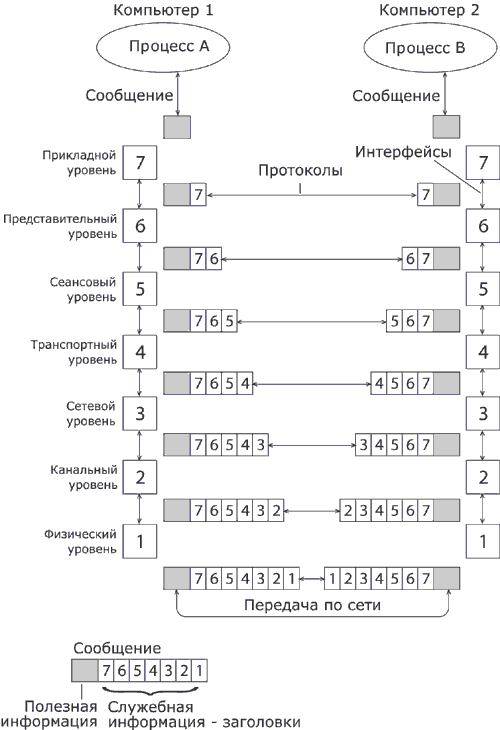
Под *открытыми спецификациями* понимаются опубликованные, общедоступные *спецификации*, соответствующие *стандартам* и принятые в результате достижения согласия после всестороннего обсуждения всеми заинтересованными сторонами.

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 взаимодействия открытых систем*** ( ***Open System Interconnection, OSI*** ) определяет различные уровни взаимодействия систем в *сетях с коммутацией пакетов*, дает им стандартные имена и указывает, какие функции должен выполнять каждый уровень.

*Модель OSI* была разработана на основании большого опыта, полученного при создании компьютерных сетей, в основном глобальных, в 70-е годы. Полное описание этой модели занимает более 1000 страниц текста.

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



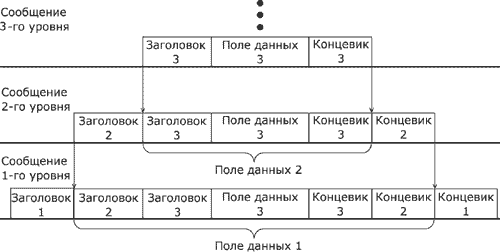
**Рис.**Модель взаимодействия открытых систем ISO/OSI.

*Модель OSI* описывает только системные средства взаимодействия, реализуемые операционной системой, *системными утилитами* и аппаратными средствами. Модель не включает средства взаимодействия приложений конечных пользователей. Собственные протоколы взаимодействия приложения реализуют, обращаясь к системным средствам. Поэтому необходимо различать уровень взаимодействия приложений и *прикладной уровень*.

Следует также иметь в виду, что приложение может взять на себя функции некоторых верхних уровней *модели OSI*. Например, некоторые СУБД имеют встроенные средства *удаленного доступа* к файлам. В этом случае приложение, выполняя доступ к удаленным ресурсам, не использует системную файловую службу; оно обходит верхние уровни *модели OSI* и обращается напрямую к системным средствам, ответственным за *транспортировку* сообщений по сети, которые располагаются на нижних уровнях *модели OSI*.

Итак, пусть приложение обращается с запросом к прикладному уровню, например к *файловой службе*. На основании этого запроса программное обеспечение прикладного уровня формирует *сообщение* стандартного формата. Обычное *сообщение* состоит из заголовка и поля данных. Заголовок содержит служебную информацию, которую необходимо передать через сеть прикладному уровню машины-адресата, чтобы сообщить ему, какую работу надо выполнить. В нашем случае заголовок, очевидно, должен содержать информацию о местонахождении файла и о типе операции, которую необходимо выполнить. Поле данных сообщения может быть пустым или содержать какие-либо данные, например те, которые необходимо записать в *удаленный файл*. Но для того чтобы доставить эту информацию по назначению, предстоит решить еще много задач, ответственность за которые несут нижележащие уровни.

После формирования сообщения *прикладной уровень* направляет его вниз по *стеку* *представительному уровню*. Протокол *представительного уровня* на основании информации, полученной из заголовка прикладного уровня, выполняет требуемые действия и добавляет к сообщению собственную служебную информацию — заголовок *представительного уровня*, в котором содержатся указания для протокола *представительного уровня* машины-адресата. Полученное в результате *сообщение* передается вниз *сеансовому уровню*, который в свою очередь добавляет свой заголовок, и т. д. (Некоторые протоколы помещают служебную информацию не только в начале сообщения в виде заголовка, но и в конце, в виде так называемого "концевика".) Наконец, *сообщение* достигает нижнего, *физического уровня*, который, собственно, и передает его по линиям связи машине-адресату. К этому моменту *сообщение* "обрастает" заголовками всех уровней ([рис. 11.7](https://intuit.ru/studies/courses/1/1/lecture/22?page=3#image.11.7)).



**Рис. 11.7.**Вложенность сообщений различных уровней.

Когда *сообщение* по сети поступает на машину-адресат, оно принимается ее *физическим уровнем* и последовательно перемещается вверх с уровня на уровень. Каждый уровень анализирует и обрабатывает заголовок своего уровня, выполняя соответствующие данному уровню функции, а затем удаляет этот заголовок и передает *сообщение* вышележащему уровню.

Наряду с термином *сообщение* ( *message* ) существуют и другие термины, применяемые сетевыми специалистами для обозначения единиц данных в процедурах обмена. В стандартах ISO для обозначения единиц данных, с которыми имеют дело протоколы разных уровней, используется общее название ***протокольный блок данных*** ( ***Protocol Data Unit, PDU*** >. Для обозначения блоков данных определенных уровней часто используются специальные названия: *кадр* ( *frame* ), *пакет* ( *packet* ), *дейтаграмма* ( *datagram* ), *сегмент* ( *segment* ).

***Коммутация каналов***подразумевает образование непрерывного составного физи­ческого канала из последовательно соединенных отдельных канальных участков для прямой передачи данных между узлами. Отдельные каналы соединяются меж­ду собой специальной аппаратурой - коммутаторами, которые могут устанавли­вать связи между любыми конечными узлами сети. В сети с коммутацией каналов перед передачей данных необходимо выполнить процедуру установления соединения, в процессе которой и создается составной канал.

**При коммутации каналов:**

- сначала создается сквозной канал связи;

- затем по этому каналу связи в реальном масштабе времени осуществляется обмен информацией;

- после завершения обмена канал связи разрушается.

При коммутации каналов системные ресурсы, в основном, используются на установление соединения. Лишь небольшая часть системных ресурсов используется на поддержание соединения. Обмен в реальном масштабе времени определяет основную область применения коммутации каналов – передача речевых сообщений. Недостаток коммутации каналов – низкая эффективность использования канала связи. Следствие: высокая стоимость эксплуатации канала связи.

Коммутаторы, а также соединяющие их каналы должны обеспечивать одновре­менную передачу данных нескольких абонентских каналов. Для этого они должны быть высокоскоростными и поддерживать какую-либо технику мультиплексиро­вания абонентских каналов.

В настоящее время для мультиплексирования абонентских каналов используются две техники:

техника частотного мультиплексирования (FDM);

техника мультиплексирования с разделением времени (TDM).

Рассмотрим коммутацию каналов на основе частотного и временного разделения времени.

**Коммутация каналов на основе частотного мультиплексирования.**Техника частотного мультиплексирования каналов была разработана для телефонных сетей, но применяется она и для других видов сетей, например сетей кабельного телевидения. Рассмотрим особенности этого вида мультиплексирования на примере телефон­ной сети.

Речевые сигналы имеют спектр шириной примерно в 10 000 Гц, однако основ­ные гармоники укладываются в диапазон от 300 до 3400 Гц. Поэтому для каче­ственной передачи речи достаточно образовать между двумя собеседниками канал с полосой пропускания в 3100 Гц, который и используется в телефонных сетях для соединения двух абонентов. В то же время полоса пропускания кабельных систем с промежуточными усилителями, соединяющих телефонные коммутаторы между собой, обычно составляет сотни килогерц, а иногда и сотни мегагерц. Однако не­посредственно передавать сигналы нескольких абонентских каналов по широкопо­лосному каналу невозможно, так как все они работают в одном и том же диапазоне частот и сигналы разных абонентов смешаются между собой так, что разделить их будет невозможно.

Если сигналы каждого абонентского канала перенести в свой собственный диапазон частот, то в одном широкополосном канале можно одновременно передавать сигналы нескольких абонентских каналов.

На входы FDМ-коммутатора поступают исходные сигналы от абонентов телефонной сети. Коммутатор выполняет перенос частоты каждого канала в свой диапазон частот. Обычно высокочастотный диапазон делится на полосы, которые отводятся для передачи данных абонентских каналов (рис. 3.2). Чтобы низкочастотные составляющие сигналов разных каналов не смешивались между собой, полосы делают шириной в 4 кГц, а не в 3,1 кГц, оставляя между ними страховой промежуток в 900 Гц. В канале между двумя FDМ-коммутаторами одновременно передаются сигналы всех абонентских каналов, но каждый из них занимает свою полосу частот. Такой канал называют *уплотненным.*

Выходной FDМ-коммутатор выделяет модулированные сигналы каждой несущей частоты и передает их на соответствующий выходной канал, к которому непосредственно подключен абонентский телефон.

В сетях на основе FDМ-коммутации принято несколько уровней иерархии уплотненных каналов. Первый уровень уплотнения образует 12 абонентских каналов, которые составляют *базовую группу*каналов, занимающую полосу частот шириной 48 кГц с границами от 60 до 108 кГц. Второй уровень уплотнения образуют 5 базовых групп, которые составляют *супергруппу, с*полосой частот шириной в 240 кГц и границами от 312 до 552 кГц. Супергруппа передает данные 60 абонентских ка­налов тональной частоты. Десять супергрупп образуют *главную группу,*которая используется для связи между коммутаторами на больших расстояниях. Главная группа передает данные 600 абонентов одновременно и требует от канала связи полосу пропускания шириной не менее 2520 кГц с границами от 564 до 3084 кГц. Коммутаторы FDМ могут выполнять как динамическую, так и постоянную коммутацию. При динамической коммутации один абонент инициирует соединение с другим абонентом, посылая в сеть номер вызываемого абонента. Коммутатор динамически выделяет данному абоненту одну из свободных полос своего уплотненногоканала. При постоянной коммутации за абонентом полоса в 4 кГц закрепляется на длительный срок путем настройки коммутатора по отдельному входу, недоступномупользователям.

Принцип коммутации на основе разделения частот остается неизменным и в сетях другого вида, меняются только границы полос, выделяемых отдельному або­нентскому каналу, а также количество низкоскоростных каналов в уплотненном высокоскоростном канале.

*Многоканальная аппаратура*. В многоканальной аппаратуре одна (или несколько) линия связи разделяется между сообщениями по частоте или времени. В широкополосных аналоговых каналах используется частотное разделение. Каналы группируются в первичные (полоса 60...108 кГц), вторичные (312...552 кГц), третичные (812...2044 кГц) и т.д. В группе первичных каналов помещаются 12 каналов тональной частоты, в группе вторичных каналов - пять первичных групп и т.д.

В современных телекоммуникационных технологиях большее распространение получили цифровые каналы передачи данных.

**Коммутация каналов на основе разделения времени.**Коммутация на основе техники разделения частот разрабатывалась в расчете на передачу непрерывных сигналов, представляющих голос. При переходе к цифро­вой форме представления голоса была разработана новая техника мультиплекси­рования, ориентирующаяся на дискретный характер передаваемых данных.

Эта техника носит название *мультиплексирования с разделением времени (ТDМ).*Реже используется и другое ее название - техника *синхронного режима передачи (SТМ).*Рисунок 3.3 пояс­няет принцип коммутации каналов на основе техники ТDМ.

Аппаратура ТDМ-сетей - мультиплексоры, коммутаторы, демультиплексоры - работает в режиме разделения времени, поочередно обслуживая в течение цикла своей работы все абонентские каналы. Цикл работы оборудования ТDМ равен 125 мкс, что соответствует периоду следования замеров голоса в цифровом абонент­ском канале. Это значит, что мультиплексор или коммутатор успевает вовремя обслужить любой абонентский канал и передать его очередной замер далее по сети. Каждому соединению выделяется один квант времени цикла работы аппаратуры, называемый также тайм-слотом. Длительность тайм-слота зависит от числа або­нентских каналов, обслуживаемых мультиплексором ТDМ или коммутатором.

Мультиплексор принимает информацию по N входным каналам от конечных абонентов, каждый из которых передает данные по абонентскому каналу со скоростью 64 Кбит/с – 1 байт каждые 125 мкс. В каждом цикле мультиплексор выполняет следующие действия:

прием от каждого канала очередного байта данных;

составление из принятых байтов уплотненного кадра, называемого также обоймой;

передача уплотненного кадра на выходной канал с битовой скоростью, равной 64 Кбит/с.

Порядок байт в обойме соответствует номеру входного канала, от которого этот байт получен. Количество обслуживаемых мультиплексором абонентских каналов зависит от его быстродействия. Например, мультиплексор Т1, представляющий собой первый промышленный мультиплексор, работавший по технологии ТDМ, поддер­живает 24 входных абонентских канала, создавая на выходе обоймы стандарта Т1, передаваемые с битовой скоростью 1,544 Мбит/с.

Демультиплексор выполняет обратную задачу — он разбирает байты уплотнен­ного кадра и распределяет их по своим нескольким выходным каналам, при этом он считает, что порядковый номер байта в обойме соответствует номеру выходного канала.

Коммутатор принимает уплотненный кадр по скоростному каналу от мульти­плексора и записывает каждый байт из него в отдельную ячейку своей буферной памяти, причем в том порядке, в котором эти байты были упакованы в уплотнен­ный кадр. Для выполнения операции коммутации байты извлекаются из буферной памяти не в порядке поступления, а в таком порядке, который соответствует под­держиваемым в сети соединениям абонентов. Перемешивая нужным образом байты в обойме, коммута­тор обеспечивает соединение конечных абонентов в сети.

Работа оборудования ТDМ напоминает работу сетей с коммутацией пакетов, так как каждый байт данных можно считать некоторым элементарным пакетом. Однако, в отличие от пакета компьютерной сети, «пакет» сети ТDМ не имеет ин­дивидуального адреса. Его адресом является порядковый номер в обойме или номер выделенного тайм-слота в мультиплексоре или коммутаторе. Сети, использующие технику ТDМ, требуют синхронной работы всего оборудования, что и определило второе название этой техники - синхронный режим передач (SТМ). Нарушение синхронности разрушает требуемую коммутацию абонентов, так как при этом те­ряется адресная информация. Поэтому перераспределение тайм-слотов между раз­личными каналами в оборудовании ТDМ невозможно, даже если в каком-то цикле работы мультиплексора тайм-слот одного из каналов оказывается избыточным, так как на входе этого канала в этот момент нет данных для передачи (например, або­нент телефонной сети молчит).

Существует модификация техники ТDМ, называемая *статистическим разде­лением канала во времени.*Эта техника разработана специ­ально для того, чтобы с помощью временно свободных тайм-слотов одного канала можно было увеличить пропускную способность остальных. Для решения этой задачи каждый байт данных дополняется полем адреса небольшой длины, напри­мер в 4 или 5 бит, что позволяет мультиплексировать 16 или 32 канала. Однако техника SТDМ не нашла широкого применения и используется в основном в нестандартном оборудовании подключения терминалов и мэйнфреймов. Развитием идей статистического мультиплексирования стала технология асинхронного режима передачи – АТМ, которая вобрала в себя лучшие черты техники коммутации каналов и пакетов.

**Контрольные вопросы:**

1. Что подразумевается под открытой системой
2. На сколько уровней делятся средства в модели OSI
3. Расскажите, как происходит процесс обмена информации
4. Что подразумевается под коммутацией каналов
5. Как происходит коммутация каналов на основе реального времени

Преподаватель\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.К.Хунарикова