

5.4. Характеристика уровней модели взаимодействия открытых систем

Эталонная модель взаимодействия открытых систем состоит из семи уровней,

Функции всех уровней модели взаимодействия открытых систем могут быть отнесены к одной из двух групп:

Функции, зависящие от конкретной технической реализации сети	Функции, ориентированные на работу с приложениями
--	---

Три нижних уровня - физический, канальный и иногда сетевой - являются **сетезависимыми**, т. е. протоколы этих уровней тесно связаны с технической реализацией сети, с используемым коммуникационным оборудованием, т. е. переход на другое оборудование сети означает полную смену протоколов физического и канального уровня во всех узлах сети.

Три верхних уровня - сеансовый, уровень представления и прикладной - ориентированы на приложения и мало зависят от технических особенностей построения сети и являются **сетезависимыми**. На протоколы этих уровней не влияют никакие изменения в топологии сети, замена оборудования или переход на другую сетевую технологию.

Транспортный и сетевой уровни являются промежуточными, они скрывают все детали функционирования нижних уровней от верхних уровней. Это позволяет разрабатывать приложения, не зависящие от технических средств, непосредственно занимающихся транспортировкой сообщений.

Назначение и основные функции уровней модели взаимодействия открытых систем приведены в [табл. 5.2](#).

Уровень модели	Назначение уровня	Основные функции уровня
Физический	Установление, поддержка и разъединение физического канала	<ul style="list-style-type: none">• Определение характеристик физической среды передачи данных• Определение характеристик электрических сигналов• Передача последовательностей битов
Канальный	Управление доступом к передающей среде и управление передачей данных	<ul style="list-style-type: none">• Прием пакетов, поступающих с сетевого уровня• Подготовка пакетов к передаче• Организация начала передачи информации• Передача информации по каналу• Проверка получаемой информации и исправление

Сетевой	Прокладка оптимальных маршрутов для передачи пакетов данных через топологию подсетей связи	<ul style="list-style-type: none"> ошибок • Перевод канала в пассивное состояние • Обеспечение независимости передачи данных от используемых средств передачи • Управление скоростью передачи блоков данных • Выбор маршрута передачи и коммутация (ретрансляция) данных • Обнаружение и исправление ошибок передачи данных
Транспортный	Обеспечение надежного, последовательного обмена данными между пользователями с использованием сетевого уровня	<ul style="list-style-type: none"> • Деление длинных сообщений, поступающих от верхних уровней, на пакеты данных • Управление темпом обмена • Формирование первоначальных сообщений из набора пакетов, полученных через нижние уровни • Определение качества сервиса, которое требуется обеспечить посредством сетевого уровня, включая обнаружение и устранение ошибок
Сеансовый	Управление диалогом и предоставление средства синхронизации	<ul style="list-style-type: none"> • Выбор режима передачи между прикладными процессами • Управление очередностью передачи данных и их приоритетом • Определение точки синхронизации • Осуществление повторной установки сеансового соединения в заранее определенное состояние по запросу представительного уровня • Восстановление сеанса
Представительный	Обеспечение независимости прикладных объектов от использования конкретного синтаксиса (кодирования) передаваемой информации	<ul style="list-style-type: none"> • Запрос установления сеанса • Выбор правил кодирования информации • Согласование и повторное согласование правил кодирования информации

		<ul style="list-style-type: none"> • Шифрование и дешифрование данных для обеспечения секретности обмена данными для всех прикладных служб • Запрос завершения сеанса
Прикладной	Обеспечение доступа прикладных процессов к среде передачи информации для обеспечения их взаимодействия при решении общей задачи	<ul style="list-style-type: none"> • Идентификация партнеров, предполагающих взаимодействовать • Установление полномочий для передачи • Согласование механизма секретности • Передача прикладных данных • Согласование ответственности за обнаружение ошибок и процедур управления целостностью данных • Идентификация ограничений по синтаксису данных (множество символов, структуры данных)

Физический уровень - базовый уровень в иерархии протоколов модели взаимодействия открытых систем.

Назначение физического уровня состоит в обеспечении механических, электрических, функциональных и процедурных средств для установления, поддержания и разъединения физических соединений с целью передачи последовательностей битов между объектами сети.

Функции физического уровня:

- установление и разъединение физических соединений между объектами компьютерной сети;
- определение характеристик физической среды передачи данных, таких как полоса пропускания, помехозащищенность и др.;
- определение характеристик электрических сигналов, таких, как уровень напряжения или тока передаваемого сигнала, тип кодирования, скорость передачи сигналов;
- передача последовательностей битов в синхронном или асинхронном режиме.

В свою очередь, физический уровень предоставляет канальному уровню следующие услуги:

- физические соединения;
- идентификацию физических каналов передачи данных;
- организацию передачи последовательностей битов;
- оповещение о неисправности физического уровня;
- определение параметров качества предоставляемых услуг.

Физический уровень получает пакеты данных от вышележащего канального уровня, преобразует их в оптические или электрические сигналы, соответствующие 0 и 1 бинарного потока и обеспечивает перенос потока двоичных сигналов, в виде которых представляются передаваемые данные, через физическую среду, соединяющую объекты компьютерной сети.

В качестве физической среды, как правило, используется сеть коммутируемых каналов связи, соединяющих корреспондирующие пары объектов сети.

При передаче данных по аналоговым каналам связи последовательность бит на входе канала преобразуется в устройствах модуляции/демодуляции - модемах в аналоговые сигналы, параметры которых согласованы с параметрами физической среды. Принимаемые на выходе аналогового канала сигналы обратно преобразуются в последовательность бит. В случае использования цифровых каналов связи преобразование последовательностей битов в аналоговые сигналы не производится. При этом вместо модемов используют линейные контроллеры, обеспечивающие сопряжение оборудования обработки данных с физическим каналом.

Физический уровень наименее противоречивый, его функции реализованы только аппаратными средствами, причем на аппаратуру разработаны и широко используются международные стандарты. Функции физического уровня реализуются во всех устройствах, подключенных к сети. Со стороны компьютера функции физического уровня выполняются оконечными активными сетевыми устройствами - сетевой картой и модемом.

Канальный уровень обеспечивает надежную передачу массивов данных между сетевыми открытыми системами, непосредственно связанными некоторой физической средой передачи данных.

Назначение канального уровня заключается в управлении доступом к передающей среде и в управлении передачей данных.

Функции канального уровня:

- прием пакетов, поступающих с сетевого уровня;
- подготовка пакетов к передаче;
- генерация стартового сигнала и организация начала передачи информации;
- передача информации по каналу;
- проверка получаемой информации и исправление ошибок;
- отключение канала при его неисправности и восстановление передачи после ремонта;
- генерация сигнала окончания передачи и перевод канала в пассивное состояние.

Так как на физическом уровне пересылаются просто сигналы, то при этом не учитывается, что в некоторых сетях, в которых линии связи используются попеременно несколькими парами взаимодействующих компьютеров, физическая среда передачи может быть занята. Поэтому одной из задач канального уровня является проверка доступности среды передачи. Другой его задачей является реализация механизмов обнаружения и коррекции ошибок. Для этого на канальном уровне биты группируются в наборы, называемые кадрами. Канальный уровень обеспечивает корректность передачи каждого кадра, помещая специальную последовательность битов в начало и конец каждого кадра, чтобы отметить его, а также вычисляет контрольную сумму, суммируя все байты кадра

определенным способом и добавляя контрольную сумму к кадру. Когда кадр приходит, получатель снова вычисляет контрольную сумму полученных данных и сравнивает результат с контрольной суммой из кадра. Если они совпадают, кадр считается правильным и принимается. Если же контрольные суммы не совпадают, то фиксируется ошибка.

Канальный уровень предназначен для выполнения следующих требований сетевого уровня:

Независимость от используемой среды передачи	Сетевой уровень освобождается от всех проблем, связанных с тем, какого типа и качества каналы используются для передачи информации, какова конфигурация устанавливаемого соединения, а также какие режимы передачи по данному соединению задействуются
Независимость от кода передаваемых данных	Канальный уровень должен предоставлять возможность передачи данных и управляющей информации верхних уровней по соединению независимо от того, в каком первичном коде они представлены
Надежный обмен данными	При использовании канального уровня вероятность появления в передаваемых пользователем данных вставок, потерь и искажений достаточно малы. Кроме того, возможно и требование сохранения порядка следования передаваемых по соединению данных

Различают три вида протоколов канальных уровней,

Протокол с остановками и ожиданием характеризуется тем, что одновременно может передаваться только один кадр, после чего принимающая сторона ждет подтверждения. Если поступит отрицательное подтверждение или произойдет просрочка времени ожидания ответа, кадр передается повторно. Пакет сбрасывается из накопителя передающей стороны лишь после получения положительного подтверждения. Этот протокол подходит для полудуплексных каналов связи.

При использовании *протокола с непрерывной передачей* кадры передаются непрерывно без ожидания подтверждения. При получении отрицательного подтверждения или истечении установленного времени ожидания неподтвержденный кадр и все последующие кадры передаются вновь. Этот протокол более производительный и предполагает использование дуплексной связи.

В случае использования *протокола с выборочной передачей* повторная передача требуется только для кадра, о котором поступило отрицательное подтверждение или для которого истекло установленное время ожидания ответа. Однако на принимающей стороне требуется накопитель с перестроениями, так как в этом случае кадры могут повторно передаваться и приниматься не по порядку. Из-за увеличения стоимости реализации протокол выборочного повторения не нашел широкого распространения.

В локальных сетях протоколы канального уровня используются компьютерами, мостами, коммутаторами и маршрутизаторами. В компьютерах функции канального уровня реализуются совместными усилиями сетевых адаптеров и их драйверов.

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

Назначение сетевого уровня заключается в установлении, поддержании и разъединении сетевых соединений между объектами транспортного уровня и прокладке оптимальных маршрутов для передачи пакетов данных через топологию подсетей связи.