Кафедра «Автоматизированные станочные системы»

Dept. of Automated Manufacturing Systems

ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

Сеть представляет собой совокупность компьютеров, объединенных средствами передачи данных.

Средства передачи данных в общем случае могут состоять из следующих элементов: связных компьютеров, каналов связи (спутниковых, телефонных, цифровых, волоконно-оптических, радио- и других), коммутирующей аппаратуры, ретрансляторов, различного рода преобразователей сигналов и других элементов и устройств.

Современные сети можно классифицировать по различным признакам: по удаленности компьютеров,

- топологии (конфигурации соединения элементов в сеть),
- назначению,
- перечню предоставляемых услуг,
- принципам управления (централизованные и децентрализованные),
- методам коммутации (без коммутации, телефонная коммутация, коммутация цепей, сообщений, пакетов и дейтаграмм и т. д.),
- видам среды передачи и т. д.

Сети условно разделяют на локальные и глобальные в зависимости от удаленности компьютеров.

Произвольная глобальная сеть может включать другие глобальные сети, локальные сети, а также отдельно подключаемые к ней компьютеры (удаленные компьютеры) или отдельно подключаемые устройства ввода-вывода.

Глобальные сети бывают четырех основных видов: городские, региональные, национальные и транснациональные.

В качестве устройств ввода-вывода могут использоваться, например, печатающие и копирующие устройства, кассовые и банковские аппараты, дисплеи (терминалы) и факсы.

Перечисленные элементы сети могут быть удалены друг от друга на значительное расстояние.

Локальная вычислительная сеть (ЛВС) представляет собой коммуникационную систему, позволяющую совместно использовать ресурсы компьютеров, подключенных к сети, такие, как принтеры, плоттеры, диски, модемы, приводы CD-ROM и другие периферийные устройства.

Функции программного обеспечения компьютера, установленного в сети, условно можно разделить на две группы: управление ресурсами самого компьютера (в том числе и в интересах решения задач для других компьютеров) и управление обменом с другими компьютерами (сетевые функции).

Собственными ресурсами компьютера традиционно управляет операционная система (ОС). Функции сетевого управления реализует сетевое ПО, которое может быть выполнено как в виде отдельных пакетов сетевых программ, так и в виде сетевой ОС.

Одним из подходов к классификации топологий ЛВС является выделение двух основных классов топологий: широковещательных и последовательных.

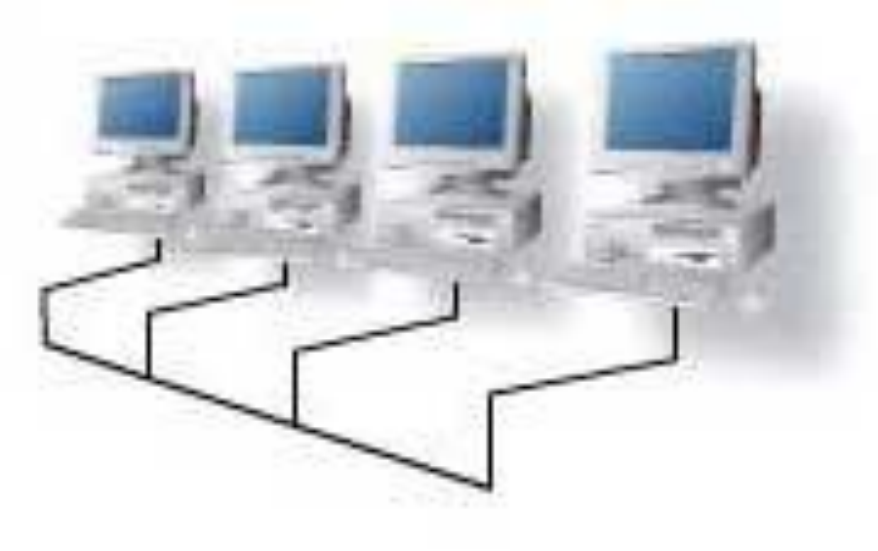
В широковещательных конфигурациях каждый персональный компьютер передает сигналы, которые могут быть восприняты остальными компьютерами. К таким конфигурациям относятся топологии «общая шина», «дерево», «звезда с пассивным центром».

В последовательных конфигурациях каждый физический подуровень передает информацию только одному персональному компьютеру. Примерами последовательных конфигураций являются: произвольная (произвольное соединение компьютеров), иерархическая, «кольцо», «цепочка», «звезда с интеллектуальным центром», «снежинка» и др.

Топология «звезда»

В случае топологии «звезда» каждый компьютер через специальный сетевой адаптер подключается отдельным кабелем к центральному узлу Центральным узлом служит пассивный соединитель или активный повторитель.

Топология «общая шина» предполагает использование одного кабеля, к которому подключаются все компьютеры. Информация по нему передается компьютерами поочередно.



При **кольцевой топологии** данные передаются от одного компьютера другому по эстафете. Если некоторый компьютер получает данные, предназначенные не ему, он передает их дальше по кольцу. Адресат предназначенные ему данные никуда не передает.

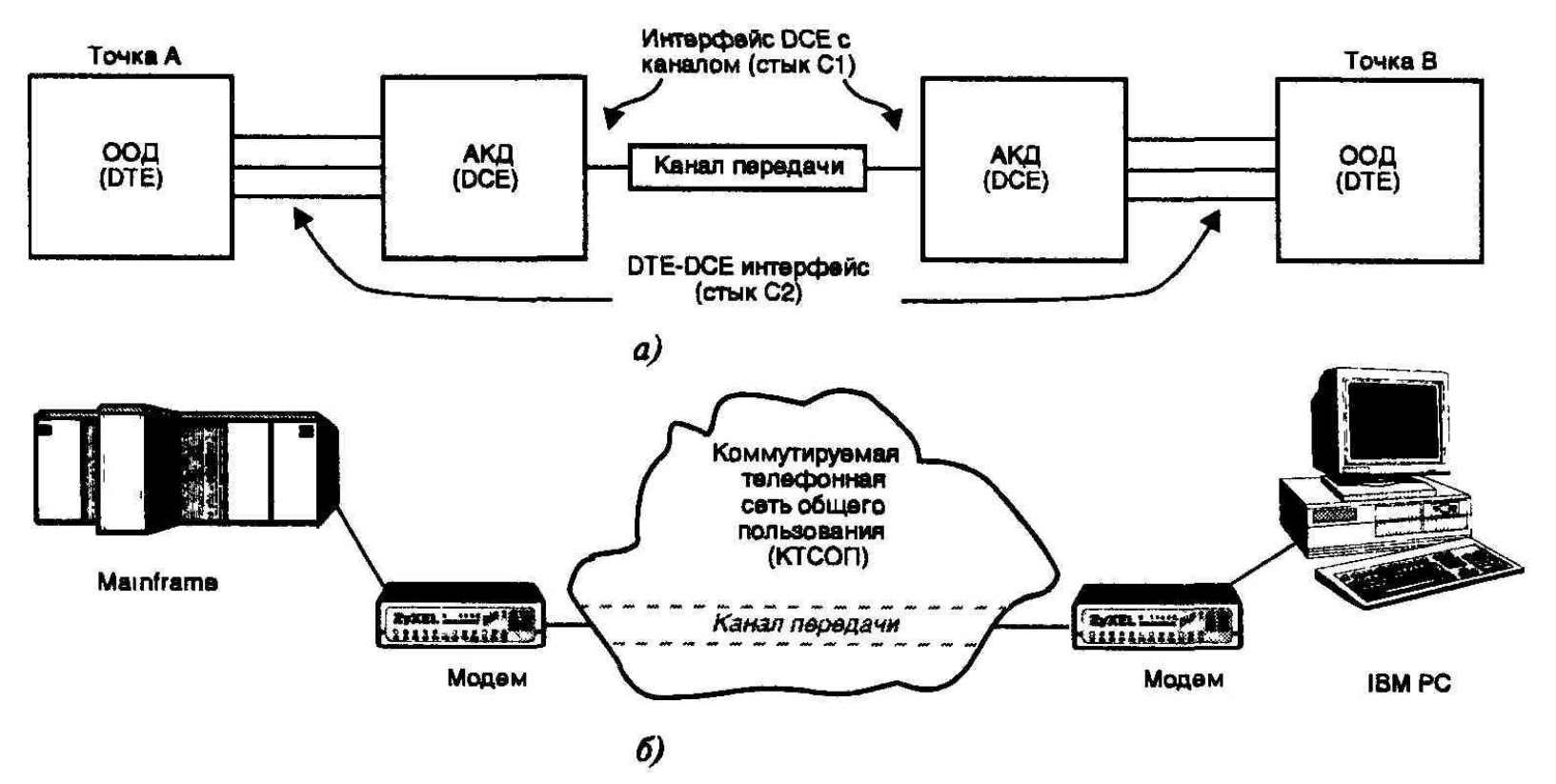
Основы телекоммуникаций и распределенной обработки информации

Любая система передачи данных (СПД) может быть описана через три основные свои компоненты. Такими компонентами являются передатчик (или так называемый "источник передачи информации"), канал передачи данных и приемник (также называемый "получателем" информации).

В простейшем случае СПД между точками А и В состоит из следующих основных семи частей:

- Оконечного оборудования данных в точке А.
- Интерфейса (или стыка) между оконечным оборудованием данных и аппаратурой канала данных.
- Аппаратуры канала данных в точке А.
- Канала передачи между точками А и В.
- Аппаратуры канала данных в точке В.
- Интерфейса (или стыка) аппаратуры канала данных.
- Оконечного оборудования данных в точке В.

Типовая система передачи данных: *а* — блок-схема системы передачи данных; *б* — реальная система передачи данных



DCE может являться аналоговым модемом, если используется аналоговый канал, или, например, устройством обслуживания канала/данных (CSU/DSU — *Channel Seruis Unit/ Data Service Unit),* если используется цифровой канал типа E1/T1 или ISDN.

Слово *модем* является сокращенным названием устройства, осуществляющего процесс МОдуляции/ДЕМодуляции.

Модуляцией называется процесс изменения одного либо нескольких параметров выходного сигнала по закону входного сигнала. При этом входной сигнал является, как правило, цифровым и называется модулирующим. Выходной сигнал — обычно аналоговый и часто носит название модулированного сигнала.

Каналы связи

Под *каналом связи* понимают совокупность среды распространения и технических средств передачи между двумя канальными интерфейсами или стыками типа С1.

В зависимости от типа передаваемых сигналов различают два больших класса каналов связи цифровые и аналоговые.

Каналы связи делятся на коммутируемые и выделенные.
Коммутируемые каналы предоставляются потребителям на время соединения по их требованию (звонку).
Выделенные (арендованные) каналы арендуются у телефонных компаний или (очень редко) прокладываются самой заинтересованной организацией.

Как правило, каналы имеют двухпроводное или четырехпроводное окончание. Для краткости их называют, соответственно, двухпроводными и четырехпроводными.
Четырехпроводные каналы предоставляют два провода для передачи сигнала и еще два провода для приема.
Двухпроводные каналы позволяют использовать два провода как для передачи, так и для приема сигналов.

Технология "клиент-сервер"

В архитектуре клиент-сервера место терминала заняла ПЭВМ (клиентская), а мэйнфрейма (большой ЭВМ)– один или несколько мощных компьютеров, специально выделенных для решения общих задач обработки информации (компьютеры-серверы).

Достоинства этой модели:

- высокая живучесть и надежность вычислительной системы,
- легкость масштабирования,
- возможность одновременной работы пользователя с несколькими приложениями,
- высокая оперативность обработки информации,
- обеспечение пользователя высококачественным интерфейсом и т. д.

При взаимодействии любых двух объектов в сети всегда можно выделить сторону, предоставляющую некоторый ресурс (сервис, услугу), и сторону, потребляющую этот ресурс. Потребителя ресурса традиционно называют клиентом, а поставщика – сервером.

Отсюда происхождение множества терминов: файл-сервер или диск-сервер, принт-сервер или сервер печати, сервер сообщений, SQL-сервер (программа обработки запросов к базе данных, сформулированных на языке SQL), компьютер-сервер и т. д.

С точки зрения программного обеспечения, технология «клиент-сервер» подразумевает наличие программ-клиентов и программ-серверов.

Некоторая программа, выполняемая в сети, по отношению к одним программам может выступать в роли клиента и в то же время являться сервером для других программ. Более того, за некоторый интервал времени роли клиента и сервера между одними и теми же программами могут меняться.

Intranet – технология, ориентированная не на данные, а на информацию в ее окончательно готовом к потреблению виде.

Вычислительные системы, построенные на ее основе, имеют в своем составе центральные серверы информации и распределенные компоненты представления информации конечному пользователю.

Семиуровневая модель OSI

Теоретическую основу современных информационных сетей определяет Базовая эталонная модель взаимодействия открытых систем (OSI — Open Systems Interconnection) Международной организации стандартов (ISO — International Standards Organization).

Согласно эталонной модели взаимодействия OSI выделяются семь уровней, образующих область взаимодействия открытых систем.

Функции уровней модели взаимодействия открытых систем

Уровень	Функции
7. Прикладной	Интерфейс с прикладными процессами
6. Представитель-ный	Согласование представления и интерпретация передаваемых данных
5. Сеансовый	Поддержка диалога между удаленными процессами; обеспечение соединения и разъединения этих процессов; реализация обмена данными между ними
4. Транспортный	Обеспечение сквозного обмена данными между системами
3. Сетевой	Маршрутизация; сегментирование и объединение блоков данных; управление потоками данных; обнаружение ошибок и сообщение о них
2. Канальный	Управление каналом передачи данных; формирование кадров: управление доступом к среде передачи; передача данных по каналу; обнаружение ошибок в канале и их коррекция
1. Физический	Физический интерфейс с каналом передачи данных; битовые протоколы модуляции и линейного кодирования

Основная идея этой модели заключается в том, что каждому уровню отводится конкретная роль. Благодаря этому общая задача передачи данных расщепляется на отдельные конкретные задачи.

Функции уровня, в зависимости от его номера, могут выполняться программными, аппаратными либо программно-аппаратными средствами.

Как правило, реализация функций высших уровней носит программный характер, функции канального и сетевого уровней могут быть исполнены как программными, так и аппаратными средствами. Физический уровень обычно выполняется в аппаратном виде.

Каждый уровень определяется группой стандартов, которые включают в себя две спецификации: *протокол* и обеспечиваемый для вышестоящего уровня *сервис*.

Под протоколом подразумевается набор правил и форматов, определяющих взаимодействие объектов одного уровня модели.

Наиболее близким к пользователю является прикладной уровень. Его главная задача — предоставить уже переработанную (принятую) информацию. С этим обычно справляется системное и пользовательское прикладное программное обеспечение, например, терминальная программа.

Функции современных модемов относятся к наиболее "далеким" от пользователя уровням — физическому и канальному.

Физический уровень

Данный уровень определяет интерфейсы системы с каналом связи, а именно, механические, электрические, функциональные и процедурные параметры соединения. Физический уровень также описывает процедуры передачи сигналов в канал и получения их из канала. Он предназначен для переноса потока двоичных сигналов (последовательности бит), в виде, пригодном для передачи по конкретной используемой физической среде. В качестве такой физической среды передачи могут выступать канал тональной частоты, соединительная проводная линия, радиоканал или что-то другое.

Физический уровень выполняет три основные функции: установление и разъединение соединений; преобразование сигналов и реализация интерфейса.

Установление и разъединение соединения

При использовании коммутируемых каналов на физическом уровне необходимо осуществить предварительное соединение взаимодействующих систем и их последующее разъединение.

При использовании выделенных (арендуемых) каналов такая процедура упрощается, так как каналы постоянно закреплены за соответствующими направлениями связи.

Обмен данными между системами, не имеющими прямых связей, организуется с помощью коммутации потоков, сообщений или пакетов данных через промежуточные взаимодействующие системы (узлы). Однако функции такой коммутации выполняются уже на более высоких уровнях и к физическому уровню отношения не имеют.

Кроме физического подключения взаимодействующие модемы могут также "договариваться" об устраивающем их обоих режиме работы, то есть способе модуляции, скорости передачи, режимах исправления ошибок и сжатия данных и т. д. После установления соединения управление передается более высокому канальному уровню.

Преобразование сигналов

Для согласования последовательности передаваемых бит с параметрами используемого аналогового или цифрового канала требуется выполнить их преобразование в аналоговый либо дискретный сигнал, соответственно. К этой же группе функций относятся процедуры, реализующие стык с физическим (аналоговым или цифровым) каналом связи. Такой стык часто называется *стыком, зависящим от среды.*

Функция преобразования сигналов является главнейшей функцией модемов. По этой причине первые модемы, не обладавших интеллектуальными возможностями и не выполнявшие аппаратное сжатие и коррекцию ошибок, часто называли *устройствами преобразования сигналов* (УПС).

Реализация интерфейса

Реализация интерфейса между DTE и DCE является третьей важнейшей функцией физического уровня. Такого рода интерфейсы регламентируются соответствующими рекомендациям и стандартами.

Такие интерфейсы определяются отечественными ГОСТами как преобразовательные стыки С2 или *стыками, не зависящими от среды*.

Стандарты и рекомендации по интерфейсам DTE-DCE определяют общие характеристики (скорость и последовательность передачи), функциональные и процедурные характеристики (номенклатура, категория цепей интерфейса, правила их взаимодействия); электрические (величины напряжений, токов и сопротивлений) и механические характеристики (габариты, распределение контактов по цепям).

На физическом уровне происходит диагностика определенного класса неисправностей, например таких, как обрыв провода, пропадание питания, потеря механического контакта и т. п.

Канальный уровень

Средства этого уровня реализуют следующие основные функции:

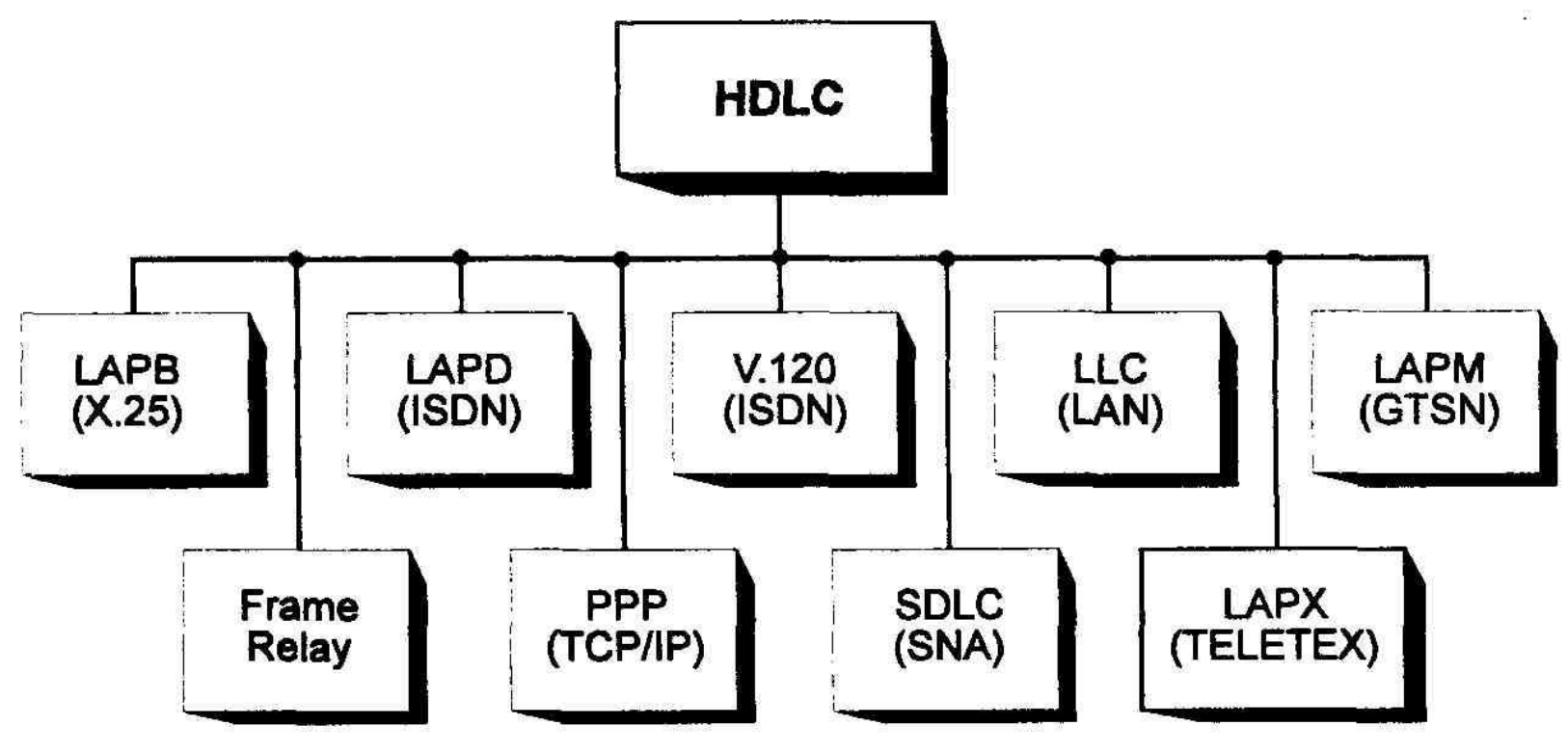
- формирование из передаваемой последовательности бит блоков данных определенного размера для их дальнейшего размещения в информационном поле кадров, которые и передаются по каналу;
- кодирование содержимого кадра помехоустойчивым кодом (как правило, с обнаружением ошибок) с целью повышения достоверности передачи данных;
- восстановление исходной последовательности данных на приемной стороне;
- обеспечение кодонезависимой передачи данных с целью реализации для пользователя (или прикладных процессов) возможности произвольного выбора кода представления данных;
- управление потоком данных на уровне канала, то есть темпа их выдачи в DTE получателя;
- устранение последствий потерь, искажений или дублирования передаваемых в канале кадров.

В качестве стандарта для протоколов второго уровня организацией ISO рекомендуется протокол HDLC *(High Level Data Link Control).*

На основе протокола HDLC разработано множество других, являющихся по своей сути некоторой адаптацией и упрощением ряда его возможностей по отношению к конкретной области применения.

К такому подмножеству HDLC относятся часто используемые протоколы SDLC *(Synchronous Data Link Control),* LAP *(Link Access Procedure),* LAPB *(Link Access Procedure Balanced),* LAPD *(Link Access Procedure D-channel),* LAPM *(Link Access Procedure for Modems),* LLC *(Logical Link Control),* LAPX *(Link Access Procedure eXtention)* и ряд других.

Семейство протокола HDLC



Прикладной уровень

Прикладной уровень - это самый близкий к пользователю уровень OSI. Прикладной уровень идентифицирует и устанавливает наличие предполагаемых партнеров для связи, синхронизирует совместно работающие прикладные программы, а также устанавливает соглашение по процедурам устранения ошибок и управления целостностью информации. Прикладной уровень также определяет, имеется ли в наличии достаточно ресурсов для предполагаемой связи.

Представительный уровень

Представительный уровень отвечает за то, чтобы информация, посылаемая из прикладного уровня одной системы, была читаемой для прикладного уровня другой системы. При необходимости представительный уровень осуществляет трансляцию между множеством форматов представления информации путем использования общего формата представления информации. Кроме трансформации формата фактических данных, представительный уровень согласует синтаксис передачи данных для прикладного уровня.

Сеансовый уровень

Сеансовый уровень устанавливает, управляет и завершает сеансы взаимодействия между прикладными задачами.

Сеансы состоят из диалога между двумя или более объектами представления. Сеансовый уровень синхронизирует диалог между объектами представительного уровня и управляет обменом информации между ними.

Сеансовый уровень предоставляет средства для отправки информации, класса услуг и уведомления в исключительных ситуациях о проблемах сеансового, представительного и прикладного уровней.

Транспортный уровень

Транспортный уровень пытается обеспечить услуги по транспортировке данных, которые избавляют высшие слои от необходимости вникать в ее детали.

Предоставляя надежные услуги, транспортный уровень обеспечивает механизмы для установки, поддержания и упорядоченного завершения действия виртуальных каналов, систем обнаружения и устранения неисправностей транспортировки и управления информационным потоком (с целью предотвращения переполнения системы данными из другой системы).

Сетевой уровень

Сетевой уровень - это комплексный уровень, который обеспечивает возможность соединения и выбор маршрута между двумя конечными системами, подключенными к разным "подсетям", которые могут находиться в разных географических пунктах.

«Подсеть» - это по сути независимый сетевой кабель (иногда называемый сегментом).

Сетевой уровень является доменом маршрутизации.

Управление потоком

Средством борьбы с ситуациями, когда при увеличении поступающей нагрузки реальная пропускная способность уменьшается, выступают методы управления потоком, суть которых заключается в ограничении поступающего трафика для предотвращения перегрузок.

Оконное управление потоком является часто используемым протоколами канального, сетевого и транспортного уровней классом методов управления потоком.

Под окном понимается наибольшее число информационных единиц, которые могут оставаться неподтвержденными в данном направлении передачи.

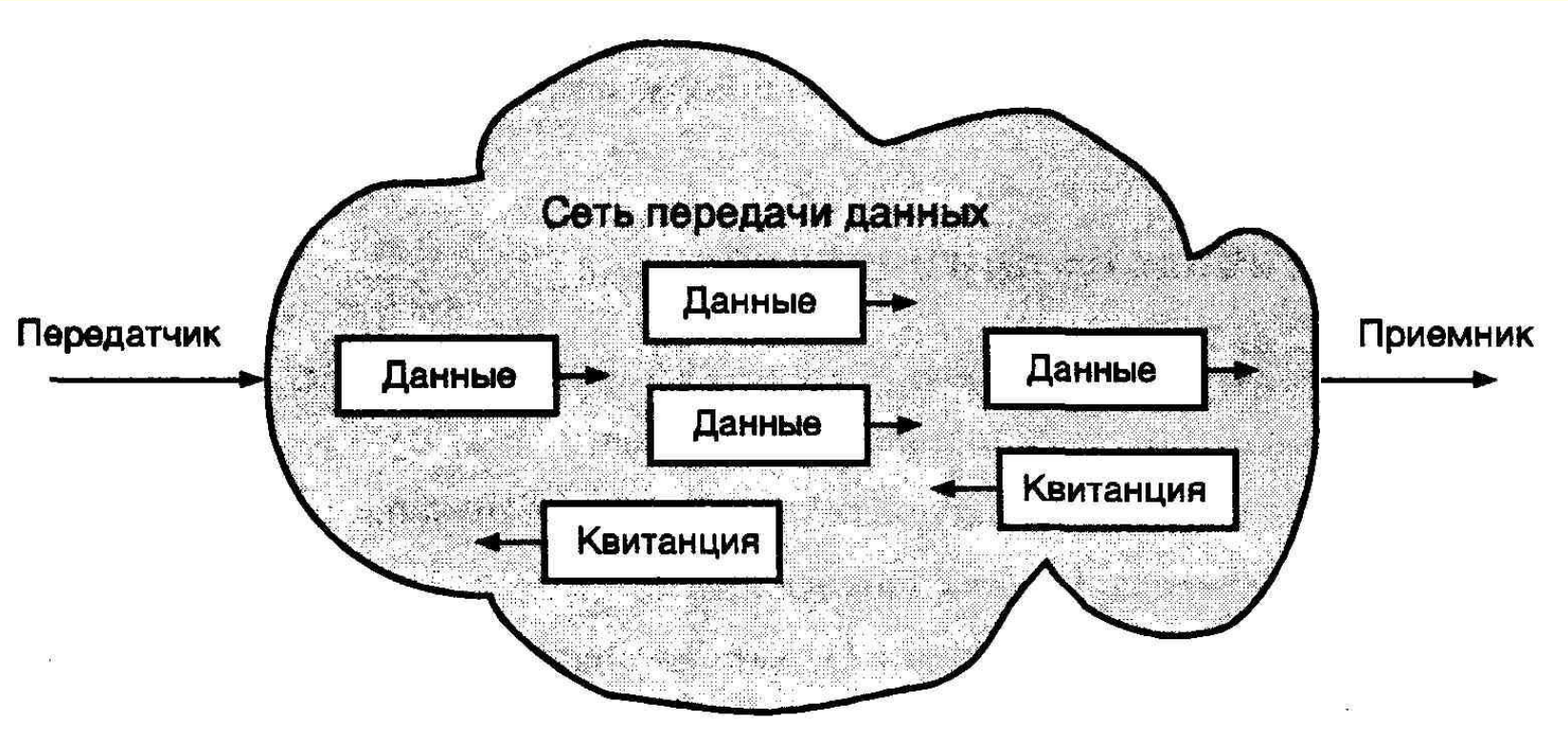
Квитанция – сообщение приемника передатчику о том, что к нему попала единица данных.

Подтверждение может быть положительным — АСК *(ACKnowledgement)*, сигнализирующим об успешном приеме соответствующей информационной единицы, и отрицательным — NAK *(Negative AcKnowledgement)*, свидетельствующим о неприеме ожидаемой порции данных.

После получения квитанции передатчик может передать еще одну единицу данных приемнику.

Число квитанций, находящихся в использовании, не должно превышать размер окна.

Выделяют две стратегии: оконное управление от конца в конец и поузловое управление.

Первая стратегия относится к управлению потоком между входным и выходными узлами сети для некоторого процесса передачи. Вторая стратегия относится к управлению потоком между каждой парой последовательных узлов.

Оконное управление потоком