# *Порядок выполнения работы*

1. *Изучить, используя электронный учебник, теоретический материал по предлагаемым разделам:*

*Взаимосвязь открытых систем*

*Основные положения и определения сети ПД и структура ее служб*

*Методы коммутации и режимы передачи пакетов.*

*Международные стандарты на аппаратные и программные средства компьютерных сетей*

*Программа опроса*

1. *Используя тестовую программу опроса, состоящую из 24 вопросов, произведите оценку полученных знаний.*
2. ***Контрольные вопросы****:*

*1. Чем первичная сеть снабжает вторичные сети ?*

*2. Что предоставляют пользователям системы электросвязи?*

*3. На что ориентированы протоколы 1-3 уровня в 7-ми уровневой модели OSI?*

*4. На что ориентированы протоколы 5-7 уровня в 7-ми уровневой модели OSI?*

*5. К каким уровням относится транспортный уровень?*

*6. Расставь правильно уровни (1, 2, 3, ...)*

*7. Какой уровень обеспечивает связь со средой передачи?*

*8. Какой уровень прокладывает путь через сеть?*

*9. Какой уровень обеспечивает обнаружение и исправление ошибок?*

*10. Какой уровень определяет процедуру представления передаваемой информации в нужную сетевую форму?*

*11 . …- это вид электросвязи, обеспечивающий обмен сообщениями между прикладными процессами пользователей удаленных ЭВМ с целью обработки вычислительными средствами.*

*12. …- организационно-техническая структура, состоящая из узлов коммутации и каналов связи, соединяющих узлы связи между собой и с оконечным оборудованием, и предназначена для передачи данных между разнесенными точками.*

*13....- организационно-техническая структура, базирующаяся на сети данных или передаче данных, включающая оконечное оборудование данных и предоставляющая пользователям услуги передачи данных.*

*14. Как называется метод коммутации, показанный на рисунке?*

*15. На каком уровне происходит сборка пакетов в сообщение при датаграммном методе передачи?*

*16. С помощью какого пакета прокладывается путь в сети с датаграммным способом передачи?*

*17. Расставить элементы формата кадра BSC*

*18. Расставить элементы формата кадра HDLC*

*19. Выберите правильное название поля, используя формат HDLC*

*20. Напишите стандарты протоколов сетевого уровня в глобальных компьютерных сетях*

*21. Напишите, какие уровни описывает протокол Х.25*

*22. Расставить на свои места уровни в архитектуре протокола TCP/IP*

*23. Какую функцию описывает протокол ТСР ?*

*24. Какую функцию описывает протокол IР ?*

# ***СОДЕРЖАНИЕ***

*1 ВЗАИМОСВЯЗЬ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ……………*

# *2 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЕТИ ПД И СТРУКТУРА ЕЕ СЛУЖБ……………………….*

*3 МЕТОДЫ КОММУТАЦИИ И РЕЖИМЫ ПЕРЕДАЧИ ПАКЕТОВ…………………………………………………*

*4 МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ НА АППАРАТНЫЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ……………………………*

# ***1 ВЗАИМОСВЯЗЬ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ***

*Связь представляет собой совокупность сетей и служб связи, рисунок 1. Служба электросвязи – это комплекс средств, обеспечивающий представление пользователям услуг. Вторичные сети обеспечивают транспортировку, коммутацию сигналов в службах электросвязи, первичные снабжают вторичные каналами. Составной частью соответствующей службы является оконечное оборудование, которое располагается у пользователя. Служба передачи данных может предоставлять и услуги телефонной сети. Она входит в состав служб ДЭС, которые обеспечивают передачу разнообразной нетелефонной информации.*



*Рисунок 1 - Совокупность сетей и служб связи.*

*Эталонная модель ВОС – наиболее общее описание структуры построения стандартов. Она определяет принципы взаимосвязи между отдельными стандартами и представляет собой основу для обеспечения возможности параллельной разработки множества стандартов, которые требуются для ВОС.*

*Стандарт ВОС должен определять не только эталонную модель, но и конкретный набор услуг, удовлетворяющих эталонной модели, а также набор протоколов, обеспечивающих удовлетворение услуг, для реализации которых они разработаны.*

*В качестве эталонной модели в 1993 году утверждена семиуровневая модель, в которой все процессы, реализуемые открытой системой, разбиты на взаимно подчиненные уровни, рисунок 2. Уровень с меньшим номером предоставляет услуги смежному с ним верхнему уровню и пользуется для этого услугами смежного с ним нижнего уровня. Самый верхний (7) уровень потребляет услуги, самый нижний только предоставляет их.*

*В семиуровневой модели протоколы нижних уровней (1-3) ориентированы на передачу информации, верхних (5-7) – на обработку информации. 4 уровень ближе по свои функциям к трем нижним уровням (1-3), чем к трем верхним (5-7), поэтому его относят к нижнему уровню.*

*Задача всех семи уровней – обеспечение надежного взаимодействия прикладных процессов. При этом под прикладными процессами понимают процессы ввода, хранения, обработки и выдачи информации для пользователя. Каждый уровень выполняет свою задачу. Уровни подстраховывают и проверяют работу друг друга.*

***Протоколы верхнего уровня (5-7).***

***Седьмой уровень*** *- прикладной уровень является основным, именно ради него существуют все остальные уровни. С ним взаимодействуют прикладные процессы системы, которые должны решать некоторую задачу совместно с прикладными процессами, размещенными в других открытых системах (получение протоколов для факса, телекса и видеотекста). Прикладной уровень эталонной модели ВОС определяет смысловое содержание информации, которой обмениваются открытые системы в процессе совместного решения заранее известной задачи.*

***Шестой уровень*** *– это уровень представления. Он определяет процедуру представления передаваемой информации в нужную сетевую форму (преобразование символов двоичному коду ASCII). В сети, объединяющей разнотипные компьютеры, информация, передаваемая по сети, должна иметь определенную единую форму представления.*

***Пятый уровень*** *называется уровнем сессий. Он предназначен для организации, синхронизации диалога сеанса связи.*

***Четвертый уровень*** *– транспортный уровень. Основная задача – найти свободный от ошибок и экономно оптимальный маршрут для передачи данных. Здесь обнаруживается и исправляется ошибка от начала до конца.*

***Третий уровень*** *– сетевой, прокладывает путь через сеть, обслуживает подключение, поддерживает связь и после того, как сеанс заканчивается, разъединяет. На этом уровне формируются пакеты из полученных данных и адресуются.*

***Второй уровень*** *– канальный, представляет собой комплекс процедур и методов управления каналом передачи данных, организованный на основе физического соединения, он обеспечивает обнаружение и исправление ошибок.*

***Первый уровень*** *– физический, обеспечивает непосредственную взаимосвязь со средой передачи. Он определяет механический и электрический характеристики, требуемые для подключения, поддержания соединения и отключения физической цепи. Здесь определяются правила передачи каждого бита через физический канал. Канал может передавать несколько бит сразу (т.е. параллельно) или последовательно.*

*На каждом уровне используются определенные протоколы, которые стандартизируются Международной Организацией по Стандартизации ITU-TS. Протоколы ITU-TS используются для общественных сетей и частных. Функции уровней 4-7 почти идентичны.*



*Рисунок 2 - Структура эталонной модели ВОС*

# ***2 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ***

# ***СЕТИ ПД И СТРУКТУРА ЕЕ СЛУЖБ***

*Передача данных (ПД) – это вид электросвязи, обеспечивающий обмен сообщениями между прикладными процессами пользователей (ППП), удаленных ЭВМ с целью обработки вычислительными средствами. Сеть ПД – организационно-техническая структура, состоящая из узлов коммутации и каналов связи, соединяющих узлы связи между собой и с оконечным оборудованием, и предназначена для передачи данных между разнесенными точками.*

*Служба ПД – организационно-техническая структура, базирующаяся на сети данных или передачи данных, включающая оконечное оборудование данных и предоставляющая пользователям услуги передачи данных.*

*Из этих определений следует, что услуги передачи данных предоставляют пользователям только службы ПД, а сети – только услуги переноса сигналов между точками размещения пользователей. На рисунке 3 показано, что сеть ПД включает в свой состав как сеть данных с КП, так и сети доступа, с помощью которых абоненты соединяются с сетью данных.*



*Рисунок 3. Структурная схема службы ПД – КП.*

*Сеть ПД заканчивается аппаратурой окончания канала данных – АКД. Интерфейс АКД/ООД является границей сети ПД и точкой взаимодействия этой сети с оконечным оборудованием данных (ООД). Узлы коммутации пакетов (УКП) включают три нижних уровня (1-3) протоколов эталонной модели взаимодействия открытых систем по рекомендации МСЭ, а ООД – помимо трех нижних уровней, еще и протоколы верхних уровней.*

*В отличие от протоколов нижних уровней, МСЭ не регламентирует протоколы верхних уровней, оставляя этот вопрос на согласование пользователей.*

*Доступ ООД к сетям данных осуществляется, таблица 1:*

1. *По прямому соединению (с помощью арендованных каналов или выделенных лини доступа);*
2. *По коммутируемому соединению (при помощи сети общего пользования другого типа, чаще всего ТФОП).*

*В России в качестве сети доступа в основном используется сеть ТФОП, но могут применяться и другие сети, например, ISDN.*

*Таблица 1 - Нормы на сети ТФОП в сравнении с сетями Х.25*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Параметр* | *1* | *2* |
| *Время установки соединения, с* | *3-12* | *1-2* |
| *Потери вызовов, %* | *3-13* | *0,5-3* |
| *Коэффициент необнаруженных ошибок* | *5**10-4* |  |

*Доступ ООД, рисунок 4, работающих в стартстопном режиме, в сеть ПФ-КП осуществляется через устройство сборки-разборки пакетов – СРП. В зависимости от типа оконечного оборудования – стартстопного (асинхронного) или пакетного (синхронного) – и от типа соединения различают четыре схемы доступа.*



*Рисунок 4 - Схема доступа ООД к сети ПФ*

*Процесс передачи данных начинается с момента, когда некоторый прикладной процесс пользователя-отправителя создает файл или несколько файлов, которые должны быть отправлены по адресу прикладного процесса пользователя-получателя и дает сигнал на их передачу. С этого момента ППП отправителя начинает взаимодействовать с протоколами верхних уровней ООД отправителя, которые с помощью протоколов нижних уровней передают файлы по сети ПД в ППП получателя. Процесс передачи данных заканчивается, когда файлы оказываются в той области памяти ЭВМ получателя, которая закреплена за ППП адресата.*

# ***3 МЕТОДЫ КОММУТАЦИИ И РЕЖИМЫ ПЕРЕДАЧИ ПАКЕТОВ***

*Распределение потоков сообщений с целью доставки каждого сообщения по адресу осуществляется на узлах коммутации с помощью коммутационных устройств. Система распределений потоков сообщений в УК получила название системы коммутации. Под коммутацией в сетях ПДИ условимся понимать совокупность операций, обеспечивающих в узлах коммутации передачу информации между входными и выходными устройствами в соответствии с указанным адресом. В системах ПД нашел применение метод КП, который является разновидностью коммутации с накоплением. При коммутации с накоплением (КН) ОП имеет постоянную прямую связь со своим УК и передает на него информацию. Затем эта информация передается через узлы коммутации другим абонентам, причем в случае занятости исходящих каналов, информация запоминается в узлах и передается по мере освобождения каналов в нужном направлении. При КП сообщения разбиваются на меньшие части, называемые пакетами, каждый из которых имеет установленную максимальную длину. Эти пакеты нумеруются и снабжаются адресами и прокладывают себе путь по сети (методом передачи с промежуточным хранением), которая их коммутирует. Т.о. множество пакетов одного и того же сообщения может передаваться одновременно, что и является одним из главных преимуществ систем КП (передача данных напоминает течение по трубе), таблица 2. Приемник в соответствии с заголовками пакетов выполняет сшивку пакетов в исходное сообщение и отправляет его получателю. Благодаря возможности не накапливать сообщения целиком в узлах коммутации не требуется внешних запоминающих устройств, и вполне можно ограничиться оперативной памятью, а в случае ее переполнения использовать различные механизмы «притормаживания» передаваемых пакетов в местах их генерации.*

*Части одного и того же сообщения могут в одно и тоже время находиться в различных каналах связи, более того, когда начало сообщения уже принято, его конец отправитель может еще даже не передавать в канал.*

*Таблица 2 - Параметры метода КП*

|  |  |
| --- | --- |
| *Параметры ПД* | *КП* |
| *Скорость передачи* | *Средняя* |
| *Избыточность* | *Наибольшая* |
| *Возможность диалога* | *Есть* |
| *Задержка установления соединения* | *Наименьшая* |
| *Использование канала* | *Наилучшее* |
| *Потребность в промежуточной памяти* | *Ограниченная* |
| *Вероятность отказа из-за занятости каналов* | *Средняя* |
| *Возможность работы абонентов с разными скоростями и типами терминалов* | *Есть* |

***В сети с КП следующий процесс передачи, рисунок 5:***

*Вводимое в сеть сообщение разбивается на части - пакеты длиной обычно до 1000-2000 единичных интервалов, содержащие адрес ОП получателя. Указанное разбиение осуществляется или в оконечном пункте, если он содержит ЭВМ, или в ближайшем к ОП УК;*

*Если разбиение сообщения на пакеты происходит в УК, то дальнейшая передача пакетов осуществляется по мере их формирования, не дожидаясь окончания приема в УК целого сообщения;*

*В узле ПК пакет запоминается в оперативной памяти (ОЗУ) и по адресу определяется канал, по которому он должен быть передан;*

*Если этот канал к соседнему узлу свободен, то пакет немедленно передается на соседний узел КП, в котором повторяется та же операция;*

*Если канал к соседнему узлу занят, то пакет может небольшое время храниться в ОЗУ до освобождения канала;*

*При хранении пакеты устанавливаются в очереди по направлению передачи, причем длина очереди не превышает 3-4 пакетов. Если длина очереди превышает допустимую, пакеты стираются из памяти ОЗУ и их передача должна быть повторена.*

*Пакеты, относящиеся к одному сообщению, могут передаваться по разным маршрутам в зависимости от того, по какому из них в данный момент они с наименьшей задержкой могут пойти к адресату. В связи с тем, что время прохождения до сети пакетов одного сообщения может быть различным (в зависимости от маршрута и задержек в УК), порядок их перехода в ОП (к получателю) может не соответствовать порядку пакетов.*



*Рисунок 5 - Метод КП*

***Способы пакетной коммутации***

*Существует два способа пакетной коммутации. Первый способ – это способ датаграммной, второй – способ виртуальных соединений.*

1. ***Датаграммный метод (ДМ).***

*ДМ эффективен для передачи коротких сообщений. Он не требует громоздкой процедуры установления соединения между абонентами, рисунок 6. Термин датаграмма применяют для обозначения самостоятельного пакета движущегося по сети независимо от других пакетов. Пакеты доставляются получателю различными маршрутами. Эти маршруты определяются сложившейся динамической ситуацией на сети. Каждый пакет снабжается необходимым служебным маршрутным признаком, куда входит и адрес получателя.*

*Пакеты поступают на прием не в той последовательности, в которой они были переданы, поэтому приходиться выполнять функции связанные со сборкой пакетов.*

*Получив датаграмму, узел коммутации направляет ее в сторону смежного узла максимально приближенного к адресату. Когда смежный узел подтверждает получение пакета, узел коммутации стирает его в своей памяти. Если подтверждение не получено, узел коммутации (УК) отправляет пакет в другой смежный узел, и так до тех пор, пока пакет не будет принят.*

*Все узлы, окружающие данный УК ранжируются по степени близости к адресату, и каждому присваивается 1, 2 и т.д. ранг.*

*Пакет сначала посылается в узел первого ранга, при неудаче – в узел второго ранга и т.д.*

*Эта процедура называется алгоритмом маршрутизации. Существуют алгоритмы, когда узел передачи выбирается случайно, и тогда каждая датаграмма будет идти по случайной траектории.*

*Датаграммный режим объединяет в себе сетевой и транспортный уровень, поэтому протокол передачи сети Internet называется протоколом TCP/IP, где протокол ТСР – протокол четвертого транспортного уровня, а IP – сетевой протокол.*

*Датаграммный режим используется, в частности, в Internet в протоколах UDP (User Datagram Protocol) и TFTP (Trivial File Transfer Protocol).*



*Рисунок 6 - Датаграммный метод передачи*

1. ***Виртуальный метод (ВМ).***

*В ВМ предполагается предварительное установление маршрута передачи всего сообщения от отправителя до получателя с помощью специального служебного пакета – запроса на соединение, рисунок 7. Для этого пакета выбирается маршрут, который в случае согласия получателя этого пакета на соединение закрепляется для прохождения по нему всего трафика. Т.е. пакет запроса на соединение как бы прокладывает путь через сеть, по которому пойдут все пакеты, относящиеся к этому вызову. В этом есть что-то общее от процедуры коммутации каналов, когда сигнал запроса проходит через сеть, и в соответствии с его путем, происходит коммутация сквозного канала, по которому потом пойдут данные. Здесь есть принципиальное отличие, которое отражено уже в названии самого соединения. В телефонной сети коммутируется реальный физический тракт, а в пакетной сети – воображаемый (виртуальный) тракт. Виртуальным он называется потому, что ему соответствует не сам канал, а логическая связка между отправителем и получателем.*



*Рисунок 7 - Виртуальный метод передачи*

*В виртуальной сети абоненту-получателю направляется служебный пакет, прокладывающий виртуальное соединение. В каждом узле этот пакет оставляет распоряжение вида: пакеты k-ого виртуального соединения, пришедшие из i-ого канала следует направлять в j-й канал. Т.о. виртуальное соединение существует только в памяти управляющего компьютера. Дойдя до абонента-получателя, служебный пакет запрашивает у него разрешение на передачу, сообщив какой объем памяти понадобится для приема. Если его компьютер располагает такой памятью и свободен, то посылается согласие абоненту-отправителю на передачу сообщения. Получив подтверждение, абонент-отправитель приступает к передаче сообщения обычными пакетами.*

*Пакеты беспрепятственно проходят друг за другом по виртуальному соединению и в том же порядке попадают абоненту-получателю, где, освободившись от концевиков и заголовков, образуют передаваемое сообщение, которое направляется на 7 уровень. Виртуальное соединение может существовать до тех пор, пока отправленный одним из абонентов, специальный служебный пакет не сотрет инструкции в узлах. Режим виртуальных соединений эффективен при передаче больших массивов информации и обладает всеми преимуществами методов коммутации каналов и пакетов.*

***Преимущества*** *режима ВС перед датаграммным заключается в обеспечении упорядоченности пакетов, поступающих в адрес получателя и сравнительной простоте управления потоком данных вдоль маршрута в целях ограничения нагрузки в сети и возможности предварительного резервирования ресурсов памяти на узлах коммутации.*

***К недостаткам*** *следует отнести отсутствие воздействия изменившейся ситуации в сети на маршрут, который не корректируется до конца связи. Виртуальная сеть в значительно меньшей степени подвержена перегрузкам и зацикливанию пакетов, за что приходится платить худшим использованием каналов и большей чувствительностью к изменению топологии сети.*

# ***4 МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ НА АППАРАТНЫЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ***

***4.1 Характеристика стандартов и протоколов.***

*Для организации эффективного взаимодействия между разнотипными компьютерами в компьютерных сетях был разработан международный стандарт, в котором описана архитектура взаимодействия открытых систем.*

*Протокол определяет, каким образом одно приложение связывается с другим. Эта связь программного обеспечения подобна диалогу: «Я посылаю Вам эту порцию информации, затем Вы посылаете мне обратно то-то, потом я отправлю Вам это. Вы должны сложить все биты и послать обратно общий результат, а если возникнут проблемы, Вы должны послать мне соответствующее сообщение». Протокол определяет, как различные части полного пакета управляют передачей информации. Протокол указывает, содержит ли пакет сообщение электронной почты, статью телеконференции или служебное сообщение. Стандарты протокола сформулированы таким образом, что принимают во внимание возможные непредвиденные обстоятельства. Протокол также включает правила обработки ошибок.*

*Вычислительная система, отвечающая стандартам, принятым в концепции взаимодействия открытых систем, будет открыта для взаимодействия с любой другой системой, отвечающей этим же стандартам.*

***Стандарты протоколов физического уровня.***

*Функции протоколов физического уровня (уровень 1) обеспечивают взаимодействие процедур канального уровня с физической средой передачи, по которой передается сигнал. В этих стандартах, как правило, описываются принципы построения устройств преобразования сигналов (модемов) и межуровневых интерфейсов, описывающих как уровень 1 связывается с уровнем 2, предоставляя ему свои услуги.*

***Стандарты протоколов канального уровня.***

*В качестве основных функций канального уровня можно перечислить следующие:*

* *Синхронизация по кодовым комбинациям (по байтам);*
* *Разбиение потока информации, поступающего из физического уровня, на сегменты (блоки информации), которые называются кадрами канального уровня, и формирования кадров канального уровня из протокольных единиц (для сетей с коммутацией пакетов – это пакеты), поступающих на канальный уровень вышележащего сетевого уровня;*
* *Распознавание кадров, передаваемых между станциями компьютерных сетей (каждый кадр имеет адрес станции передавшей его);*
* *Обеспечение возможности передачи информации любым кодом (прозрачности по кодам);*
* *Обеспечение коррекции ошибок, возникающих при передаче информации.*

*Протоколы канального уровня можно разделить на две группы: байт- и бит-ориентированный протоколы. Информация, передаваемая с их помощью, рассматривается соответственно на уровне одного байта или бита, и наименьшей обрабатываемой единицей информации являются байт или бит.*

***Байт-ориентированные протоколы*** *– это процедуры управления каналом передачи данных, в которых для функции управления применяются структуры определенных знаков первичного кода, например, стандартного американского национального кода ASCII.*

***Бит-ориентированный протокол*** *– управление каналом производится посредством анализа битовых последовательностей, представляющих собой поля кадра канального уровня.*

*При передаче через канал связи, информация представляется в виде кадра, состоящего из собственного блока данных и служебной части, в которую входят поля, определяющие начало кадра, адресную часть и поле управления. В качестве примера рассмотрим несколько протоколов канального уровня.*

*Байт-ориентированный протокол BSC (Binary Synchronous Communication) разработан фирмой IBM в 1968 году, рисунок 8.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *SYN* | *SYN* | *SOH* | *Заголовок* | *STX* | *Поле данных* | *ETX или ETB* | *BCC* |
| *1 байт* | *1 байт* | *1 байт* |  | *1 байт* |  | *1 байт* |  |

*Рисунок 8 - Формат кадра BSC.*

*SYN – синхросимвол (СИН).*

*SOH – начало заголовка (НЗ).*

*STX – начало текста (НТ).*

*ETX – конец текста (КТ).*

*ETB – конец блока (КБ).*

*BCC – контрольная сумма.*

*Контрольная сумма получается на передающей стороне путем суммирования всех знаков кадра. На приемной стороне вновь рассчитывается контрольная сумма. Принятая в составе кадра и посчитанная на приемной стороне контрольные суммы должны совпадать, в противном случае, кадр считается принятым неверно.*

*Для обеспечения прозрачности по кодам перед каждым символом, встречающимся внутри информационного блока, совпадающим по виду со служебным, передается символ OLE. На приемной стороне он автоматически удаляется. Описанная процедура позволяет на приемной конце различать действительно служебные символы и символы, совпадающие по виду со служебными, встречающимися в информационном блоке в поле данных. Если бы внутри информационного блока был принят, например, символ «конец текста» или «конец блока», прием кадра прекратился бы преждевременно и, следовательно, данный кадр был бы принят неверно.*

***Бит-ориентированный протокол HDLC*** *разработан в 1973 году международной организацией по стандартизации. Он – базовый для целого набора протоколов канального уровня, являющихся его подмножествами. В качестве стандарта для протоколов 2 уровня организацией ISO рекомендуется протокол HDLC (High Level Data Link Control).*

*Технология этого протокола называется технологией непрерывного автоматического запроса на повторение и названа так потому, что станциям разрешено запрашивать автоматически другую станцию и производить другую станцию передачи данных и производить повторную передачу данных. При этом предполагается использовать как полудуплексный, так и дуплексный режим.*

*В случае сбоя последовательности принимаемых кадров система может:*

*а) послать запрос на повторную передачу только того кадра, который выбился из последовательности;*

*б) отбрасывать все кадры, номера которых не совпадают с ожидаемыми на приеме, даже если они были приняты без ошибок.*

*Таким образом, в основе протокола HDLC определена процедура управления потоком на уровне управления звена, а также метод коррекции ошибок путем повторной передачи. Рассмотрим структуру формата кадра HDLC, рисунок 9.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Флаг 01111110* | *Адрес* | *Управление* | *Информация* | *Контрольное поле кадра* | *Флаг 01111110* |

*Бит передается в канал первым.*

*Рисунок 9 - Формат кадра HDLC*

***Поле флага*** *представляет собой комбинацию битов 01111110, с помощью которой определяется начало и конец кадра.*

***Поле адреса*** *определяет адрес первичной или вторичной станций, участвующих в передаче конкретного кадра.*

***Управляющее поле*** *содержит команды или ответы, а также порядковые номера используемые при отчетности о правильности передачи кадров канального уровня.*

***Информационное поле*** *содержит блок информации (пакет), поступающий на второй канальный уровень с третьего сетевого уровня. Оно имеется только в кадре информационного формата.*

***Поле контрольной последовательности кадра*** *(КПК) применяется для обнаружения ошибок при передаче данных между двумя станциями.*

***Семейство протокола HDLC.***



*Рисунок 10 - Семейство протокола HDLC.*

*Протокол HDLC является базовым для целой группы протоколов канального уровня, используемых как в глобальных, так и в локальных компьютерных сетях, рисунок 10:*

* *LAPB (Link Access Procedure Balanced) – сбалансированная процедура доступа к звену передачи данных (применяется в стандарте Х.25);*
* *LAPD (Link Access Procedure D-channel) – предназначен для управления звеном в цифровых сетях с интеграцией служб (ЦСИС);*
* *LLC (Logical Link Control) – управление логическим каналом;*
* *SDLC (Synchronous Data Link Control) – синхронное управление звеном данных, разработан компанией IBM;*
* *LAPX (расширенный LAPB). Используется в терминальных системах и в стандарте телетекса. Является полудуплексным вариантом HDLC.*

***Стандарты протоколов сетевого уровня.***

* *Х.25, разработанный МСЭ-Т для сетей с коммутацией пакетов.*
* *TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Используется в глобальной сети Internet и в локальных сетях предприятий.*

***4.2 Протокол Х.25.***

*Х.25 содержит сведения о процедурах подключения пакетного ООД к сети пакетной информации. Х.25 – трехуровневый, включает в себя физический, канальный и сетевой уровень модели ISO. В качестве физического уровня Х.25 рассматривается стандарт Х.21.*

*В интерфейсе Х.21 двустороннего обмена данными используется две цепи T и R – по одной для каждого направления (Т – передача, R – прием). Синхронная передача данных обеспечивается цепями B и S. При этом цепь В обеспечивает синхронизацию байтов, т.е. оно устанавливается в состояние «разомкнуто» при передаче последнего бита в составе байта. По цепи S передаются сигналы битовой синхронизации, цепь С и I предназначены для управления.*

*Интерфейс Х.21 предназначен для стыка с цифровыми каналами. Но, поскольку, в период сосуществования аналоговых и цифровых каналов возникает необходимость доступа к цифровым сетям с помощью аналоговых каналов, разработана рекомендация X.21.bis, использующая цепи сопряжения V.24. X.21.bis позволяет осуществлять доступ к сети как через аналоговый, так и через цифровые каналы. Стык X.21 лучше, чем стык X.21.bis.*

*Интерфейс Х.21 позволяет использовать простой протокол организации соединения и разъединения. Для обмена управляющей информацией используется международный алфавит №5, совпадающий со знаками кода ASCII. Особенностью этого стыка является то, что сигналы управления соединения передаются по тем же цепям, что и сигналы данных.*

*Рекомендация Х.25 предусматривает также работу по физическому стыку рекомендаций серии V. Этот стык предусматривает подключение только по аналоговому каналу и предназначен для подключения к нему аналоговых модемов, работающий по рекомендации серии V.*

***Протокол канального уровня.***

*Протокол канального уровня Х.25 представляет собой элемент из множества протоколов, определенных в HDLC, и относится к асинхронным балластным процедурам LAPB. Общее количество кадров в протоколе весьма не велико – всего 9. Можно заметить одну маленькую деталь, выделяющую процедуру LAPB из остальных. Она состоит в том, что информационные кадры всегда имеют значения команды. Разделение кадров на команды и ответы состоит в том, что с помощью канала запрашивается статус удаленной станции, а с помощью ответов передается реакция на такой запрос. Т.е. если одна из станций запросила у противоположной ее статус, эта последняя вынуждена прервать поток данных и ответить на запрос служебным кадром – ответом. Это связано с тем, что запрашивающая станция требует удостовериться не просто работоспособности запрашиваемой, но и точно знать ее состояние – может ли она принимать данные в потоке, необходимо ли произвести повторную передачу и т.д., таблица 3.*

*Таблица 3 - Формат передачи информации*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *формат передачи информации* | *команда* | *ответ* | *кодирование* | | | | | | | |
| *супервизорный* | *I (информация)* |  | *0* | *N(S)* | | | *P* | | *N(R)* | |
| *RR (готовность к приему)* | *RR (готовность к приему)* | *1* | *0* | *0* | *0* | *P/F* | | *N(R)* | |
| *RNR (неготовность к приему)* | *RNR (неготовность к приему)* | *1* | *0* | *1* | *0* | *P/F* | | *N(R)* | |
| *REJ (неприем)* | *REJ (неприем)* | *1* | *0* | *0* | *1* | *P/F* | | *N(R)* | |
|  |  |  | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* |
|  |  |  | *поле управления кадра* | | | | | | | |

***Номера N(S) и N(R)*** *в поле управления информационных кадров обозначают соответственно порядковый номер, присвоенный данному кадру, и номер, означающий подтверждение принятых информационных кадров.*

***Номер N(R)*** *означает подтверждение всех информационных кадров с номерами до N(R)-1 включительно, т.е. N(R) равен номеру ожидаемого на прием кадра.*

***Кадр «готовность к приему»*** *- кадр RR используется процедурой для указания на то, что станция пославшая его, в состоянии принимать информационные кадры, а также для подтверждения принятых из канала кадров.*

***Кадр «не готовность к приему»*** *– кадр RNR используется передавшей его станцией помимо подтверждения принятых данных для индикации временной не способности принимать дополнительные входящие кадры I. Как правило, передача этого кадра вызвана перегрузкой узла, который в силу отсутствия свободных буферов не может принимать данные. После принятия такого кадра необходимо приостановить поток данных в канал до того момента, пока это состояние не будет снято.*

***Кадр «не прием»*** *- кадр REJ передается в случае, если обнаружен собой в последовательности принимаемых кадров данных. Например, если вместо ожидаемого кадра данных с номером N(S)=3 был принят кадр с номером N(S)=5, то это означает, что кадры с номерами 3 и 4 были переданы с ошибками и отброшены на приеме. Поскольку процедура коррекции ошибок в Х.25 построена таким образом, что в случае сбоя последовательности кадров начинается повторная передача всех ранее переданных и неподтвержденных кадров, то в данном примере в составе кадра REJ будет указан номер N(R), подтверждающий все кадры с номерами до 3. Сам кадр с номером 5, несмотря на то, что был передан без ошибок, также будет отброшен, поскольку он был принят вне последовательности. Более того, станция будет отбрасывать все принимаемые кадры до тех пор, пока не примет кадр с ожидаемым номером, в нашем примере кадр номер 3.*

*Сетевой уровень является протоколом виртуального подключения между двумя терминалами. «Виртуальное» – представляет собой несколько последовательно соединенных логических каналов. Логический канал обеспечивается путем мультиплексирования физической линии, соединяющей пакетное ООД с центром коммутации пакетов ЦКП или два ЦКП между собой. Для этих целей используются логические каналы, которые организуются через все три уровня процедуры Х.25. На рисунке 11 показан формат пакета Х.25 для передачи данных.*



*Рисунок 11 - Пакет Х.25 данные ДТЕ (ООД).*

*Q – бит идентификации пакета;*

*D – бит подтверждения пакета;*

*P(R) – порядковый номер приема;*

*P(S) – порядковый номер передачи;*

*M – бит конца передачи;*

*O – дальше пойдут данные;*

*1 – последний пакет.*

*Номер группы логического канала и номер логического канала в группе представляют собой идентификатор логического канала. В поле «данные пользователя» передаются блоки протокола транспортного уровня. Порядок установления виртуального соединения:*

* *От источника передается пакет «запрос соединения». Этот запрос проходит через всю сеть, на любом участке сети может быть использован любой логический канал из возможных 4096. Когда пакет придет к получателю, то путь его будет зафиксирован, т.е. будет записано в ЦКП, что определенные логические каналы закреплены за данным виртуальным соединением, следовательно, они другому виртуальному соединению присвоены не будут.*
* *Затем по этой трассе будут передаваться пакеты «данные ООД».*
* *После окончания процедуры обмена данными через этот же виртуальный канал посылается «запрос разъединения». После того, как этот пакет пройдет через сеть, виртуальный канал прекращает свое существование.*

***Адресация в сетях Х.25.***

*Адресация в любой сети связи играет очень важную роль, и пакетные сети – не исключение. Очевидно, что адресация должна однозначно определять каждого абонента и отражать структуру сети.*

*Рекомендация Х.121 описывает структуру международного плана нумерации и определяет максимальные длины адресов, принимаемых на пакетных сетях, и состав этих адресов. С точки зрения Х.21, каждой стране присваивается уникальный трехцифровой код. Этот код должен указываться в самом начале адреса на позициях первых цифр. При этом коды стран формируются таким образом, что первая цифра этого кода представляет зоны земного шара. Цифра 2 определяет Европу, 3 – Северную Америку, 4 – Азию, 5 – Австралию и Океанию, 6 – Африку, 7 – Южную Америку. 1 – подвижные спутниковые системы. Цифры 8-0 задают выход в другой план нумерации, например, сети телекса или телефонной сети. Для Советского Союза, а в последствии для России как его правопреемницы, выделен код 250. В 1995 году России выделен дополнительный код 251.*

*Четвертая цифра адреса означает номер сети в рамках единой страны. При этом цифра 5 отведена под федеральную сеть. Таким образом, в соответствии с рекомендацией Х.121 Российские сети имеют следующие идентификаторы:*

*2500 – сеть Роспак,*

*2501 – Спринт,*

*2502 – Иаснет,*

*2503 – ММТЕЛ,*

*2504 – Инфотел,*

*2506 – Роснет и т.д.*

*Эти идентификаторы называются «код идентификации сети данных» - DNIC. Таким образом, для каждой страны может быть определено минимум десять сетей.*

*Согласно Х.121, максимальная длина адреса с учетом DNIC, составляет 14 знаков, из которых10 отводится для идентификации оконечного оборудования.*

*Протокол Х.25 является одним из наиболее сложных, так как узлы коммутации выполняют большое количество функций, обеспечивающих обнаружение и исправление ошибок, управление потоком данных, мультиплексирование потоков пакетов в едином физическом канале. Из-за этого в сети передачи данных могут возникать значительные задержки, существенно влияющие на работу приложений реального времени.*

*Транспортная система, реализованная на основе протокола Х.25, обладает рядом недостатков резко ограничивающими область ее применения:*

* *отсутствие гибкости при адаптации к требованиям по объемам и скорости передаваемой информации;*
* *невозможность передачи в одном канале трафика данных и голосовой информации;*
* *низкая эффективность использования ресурсов;*
* *повышенные требования к производительности коммутационных процессов и объемом буферной памяти.*

***4.3 Протокол TCP/IP***

*TCP/IP – это название семейства протоколов передачи данных в сети. Протокол – это набор правил, которых должны придерживаться все компании, чтобы обеспечить совместимость производимого аппаратного и программного обеспечения.*

*Термин TCP/IP включает название двух протоколов – TCP (Transmission Control Protocol) и IP (Internet Protocol).*

*TCP/IP не является одной программой, а относится к целому семейству связанных между собой протоколов, разработанных для передачи информации по сети и одновременного обеспечения информацией о состоянии самой сети.*

*TCP/IP является программным компонентом сети. Каждая часть семейства TCP/IP решает определенную задачу: отправление электронной почты, обеспечение удаленного обслуживания входа в систему, пересылку файлов, маршрутизацию сообщений или обработку сбоев в сети. Применение TCP/IP не ограниченно глобальной сетью Internet. Это наиболее широко используемые во всем мире сетевые протоколы, применяемые как в крупных корпоративных сетях, так и в локальных сетях с небольшим числом компьютеров.*

***Архитектура TCP/IP.***

*Архитектура TCP/IP показана на рисунке, она сравнивается с архитектурой модели OSI. Обе архитектуры включают похожие уровни, в TCP/IP несколько слоев OSI – модели объединены в один. Это сделано для удобства реализации сервиса TCP/IP, рисунок 12.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Модель OSI* |  | *TCP/IP (Internet)* |
| *Прикладной* |  | *Прикладной* |
| *Представительный* |  |
| *Сеансовый* |  |
| *Транспортный* |  | *Транспортный* |
| *Сетевой* |  | *Internet* |
| *Передача данных* |  | *Сетевой интерфейс*  *физический* |
| *Физический* |  |

*Рисунок 12 - Архитектура TCP/IP*

*Уровень может ничего не знать о содержании сообщения, но он должен знать, что дальше делать с этим сообщением. Уровень приложений передает сообщение на следующий уровень и т.д. через все уровни, пока физический уровень не передает его в кабель. Каждый уровень по-своему обрабатывает сообщение электронной почты, но не знает о фактическом содержании этого сообщения.*

*Каждый уровень выполняет собственное формирование пакета, добавляя заголовок и концевые блоки к сообщению, поступившему с более высокого уровня. Это приводит к появлению шести наборов заголовков и концевых блоков к тому моменту, когда сообщение готово к передаче по сети. По мере того, как данные передаются с верхнего уровня на нижний, протокол каждого уровня добавляет собственный заголовок, включающий необходимую служебную информацию. Все заголовки и концевые блоки затем передаются физическому уровню, который может добавить свою порцию служебной информации для передачи по физической сети.*

*TCP устанавливает непосредственное логическое соединение, т.е. компьютеры как бы соединяются напрямую, и каждый из них знает о состоянии другого.*

*TCP – это надежный метод связи, поскольку происходит подтверждение каждого принятого сообщения. Протокол ТСР добавляет заголовок в начало сообщения, которое транспортный уровень получает от более высоких уровней. Заголовок содержит базовую информацию о том, кто послал пакет и кому, специальную информацию о типе сообщения и статистические данные.*

***Протокол IP***

*Internet Protocol (IP) – основной протокол TCP/IP. IP не устанавливает логического соединения. Это значит, что IP не контролирует доставку сообщения конечному адресату. IP-адреса машины-отправителя и машины-получателя включаются в заголовок датаграммы и используются для передачи датаграмм между шлюзами. При этом используется информация о маршрутизации, находящаяся на шлюзе и указывающая, куда передавать датаграмму на каждом этапе.*

*Основной задачей IP является адресация датаграмм и их передача между компьютерами. Он анализирует информацию об адресате и использует ее для определения наилучшего маршрута. IP добавляет свой собственный заголовок к сообщению, полученному от более высоких уровней ТСР. IP решает также другую задачу, связанную с разбитием данных датаграмм на несколько частей меньшего размера и последующей сборкой в первоначальный вид в точке назначения. Большие датаграммы могут быть разбиты по ряду причин, включая ограничения размера IP-сообщений (приблизительно 64 К). Обычно сеть не может непосредственно передавать такое большое сообщение, требуя разрыва датаграммы на маленькие фрагменты по несколько килобайт.*

***Протоколы транспортного уровня.***

*Сетевой уровень предоставляет услуги транспортному, который требует от пользователей запроса на качество обслуживания сетью.*

*После получения от пользователя запроса на качество обслуживания транспортный уровень выбирает класс протокола, который обеспечивает требуемое качество обслуживания. При существовании разных типов сетей транспортный уровень позволяет следующие параметры качества обслуживания:*

1. *пропускная способность;*
2. *надежность сети;*
3. *задержка передачи информации через сеть;*
4. *приоритеты;*
5. *защита от ошибок;*
6. *мультиплексирование;*
7. *управление потоком;*
8. *обнаружение ошибок.*

*Транспортный уровень отвечает за выбор соответствующего протокола, обеспечивающего требуемое качество обслуживания на сети. Примером протоколов транспортного уровня могут служить протокол МСЭ-Т (МККТТ) Х.224 – «спецификация протокола транспортного уровня взаимосвязи открытых систем для применения МККТТ» и стандарт ISO 8073 «Системы обработки информации. Взаимосвязь открытых систем. Спецификация протоколов транспортного уровня».*

***Протоколы верхних уровней.***

*К верхним уровням относятся протоколы сеансового, представительного и прикладного уровней.*

***Сеансовый уровень.*** *Здесь производится организация способов взаимодействия между прикладными процессами пользователей, т.е. управление взаимодействием между открытыми системами. Примером протоколов сеансового уровня можно рассматривать стандарт Х.225 – «спецификация протокола сеансового уровня взаимосвязи открытых систем для применения МККТТ», разработанный МСЭ-Т и стандарт ISO 8327 «Системы обработки информации. Базовая спецификация протокола сеансового уровня, ориентированная на соединение».*

***Представительный уровень*** *определяет синтаксис передаваемой информации, т.е. набор знаков и способы их представления, которые являются понятными для всех взаимодействующих систем. Это процесс согласования различных кодов, согласно ему взаимодействующие системы договариваются о той форме, в которой будет передаваться информация. Примером протоколов представительного уровня является Х.226 «Спецификация протокола уровня представления взаимосвязи открытых систем для применения МККТТ» и стандарт ISO 8823 «Системы обработки информации. Взаимосвязь открытых систем. Спецификация протоколов уровня представления в режиме управления соединением».*

***Прикладной уровень*** *определяет семантику, т.е. смысловое содержание информации, которой обмениваются открытые системы. Примером стандарта прикладного уровня может служить стандарт МСЭ-Т Х.400.*