***Пример КОНТРОЛЬНОЙ по СДвТКС***

***Задание № 1***

Система доступа пользователей компьютерной сети Ethernet к магистральной сети передачи данных с коммутацией пакетов работает в режимах:

* останов с ожиданием;
* в режиме скользящего окна.

Параметры протокола передачи данных (см. табл.1):

* размер поля данных информационного кадра ***L*** байт;
* размер заголовка кадра ***LЗ*** байт;
* номинальная битовая скорость передачи в сети ***С*** бит/с;
* размер кадра подтверждения (положительной квитанции) – ***LПК*** байт;
* тайм-аут времени ожидания положительной квитанции - ***τТА***  с;
* суммарная задержка обработки и распространения кадра в сети ***τ*** с;
* коэффициент ошибки в канале ***kОШ*** (*Р0*).

1. Привести структурную схему сети с указанием используемого коммуникационного оборудования и алгоритмы обмена информацией между оконечными элементами сети для каждого режима работы.

Локальная сеть Ethernet – стандарт организации локальных вычислительных систем, используемых для соединения устройств, находящихся на небольшом удалении друг от друга (в одном здании, группе зданий).

Сеть Ethernet может иметь шинную или звёздную топологию. В качестве среды передачи могут быть использованы любые типы кабелей, а также радиочастоты (radioEthernet).

Под локальными вычислительными сетями (ЛВС) понимают объединение компьютеров, сосредоточенных в одну общую сеть, на небольшой территории, обычно в радиусе не более 1-2 км, хотя в отдельных случаях ЛВС может иметь более протяженные размеры. В общем случае локальная сеть представляет собой коммуникационную систему, принадлежащую одной организации.

Связь между компьютерами осуществляется с помощью специальных периферийных устройств—сетевых адаптеров, соединенных относительно протяженными каналами связи. Взаимодействие между компьютерами сети происходит путем передачи сообщений, с помощью которых один компьютер запрашивает доступ к локальным ресурсам другого компьютера.

Таким ресурсом может являться ,например, вычислительная мощность компьютера в целом, именно этот ресурс ресурс использует удаленный пользователь запуская свою программу на чужом компьютере. В качестве совместно используемых ресурсов часто выступают данные, хранящиеся на диске, а также разнообразные периферийные устройства—принтеры, модемы факсы и т.д.

Разделение локальных ресурсов каждого компьютера между всеми пользователями сети - основная цель создания вычислительной сети. Для этого компьютеры должны быть снабжены дополнительными программными модулями. На компьютерах, ресурсы которых должны быть доступны всем пользователям сети, необходимо добавить модули, которые постоянно будут находиться в режиме ожидания запросов, поступающих по сети от других компьютеров. Обычно такие модули называются программными серверами (server). На компьютерах, пользователи которых хотят получать доступ к ресурсам других компьютеров, нужно добавить модули, которые вырабатывают запросы на доступ к удаленным ресурсам и передают их по сети на нужный компьютер. Такие модули обычно называют программными клиентами (client).

Приведем структуру сети доступа пользователей компьютерной сети Ethernet к магистральной сети передачи данных с коммутацией пакетов на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структурная схема системы доступа пользователей компьютерной сети Ethernet к магистральной сети передачи данных с коммутацией пакетов

ыбор аппаратуры имеет важнейшее значение на этапе проектирования сети, так как стоимость аппаратуры составляет наиболее существенную часть от стоимости сети в целом, а замена аппаратуры связана не только с дополнительными расходами, но зачастую и с трудоемкими работами. К аппаратуре локальных сетей относятся:

* кабели для передачи информации;
* разъемы для присоединения кабелей;
* согласующие терминаторы;
* сетевые адаптеры;
* репитеры;
* трансиверы;
* концентраторы;
* мосты;
* маршрутизаторы;
* шлюзы.

О первых трех компонентах сетевой аппаратуры уже говорилось в предыдущих главах. Сейчас мы остановимся на функциях остальных компонентов.

Сетевые адаптеры (они же контроллеры, карты, платы, интерфейсы, NIC -Network Interface Card) - это основная часть аппаратуры локальной сети, без которой сеть невозможна. Назначение сетевого адаптера - сопряжение компьютера (или другого абонента) с сетью, то есть обеспечение обмена информацией между компьютером и каналом связи в соответствии с принятыми правилами обмена. Именно они выполняют функции нижних уровней модели OSI. Как правило, сетевые адаптеры выполняются в виде платы, вставляемой в слоты расширения системной магистрали (шины) компьютера (чаще всего ISA или PCI). Плата сетевого адаптера обычно имеет также один или несколько внешних разъемов для подключения к ней кабеля сети (рис. 2).

Все функции сетевого адаптера делятся на магистральные и сетевые. К магистральным относятся те функции, которые осуществляют обмен адаптера с магистралью (системной шиной) компьютера (то есть опознание своего магистрального адреса, пересылка данных в компьютер и из компьютера, выработка сигнала прерывания компьютера и т.д.). Сетевые функции обеспечивают общение адаптера с сетью.

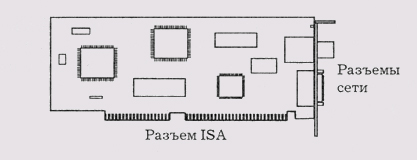


Рисунок 2 – Плата сетевого адаптера

Для нормальной работы платы адаптера в составе компьютера необходимо правильно установить ее основные параметры:

* базовый адрес порта ввода/вывода (то есть начальный адрес зоны адресов, по которым компьютер будет общаться с адаптером);
* номер используемого прерывания (то есть номер линии запроса, по которой адаптер будет сообщать компьютеру о необходимости обмена с ним);
* базовые адреса буферной и загрузочной памяти (то есть начальные адреса зон адресов памяти, входящей в состав адаптера, по которым компьютер будет общаться с данной памятью).

Эти параметры могут выбираться на плате адаптера с помощью устанавливаемых пользователем перемычек (джамперов) или переключателей, но могут задаваться и программно с помощью специальной программы инициализации адаптера, поставляемой вместе с платой (в так называемых Jumperless-адаптерах). При выборе всех параметров (адресов и номеров прерываний) необходимо следить, чтобы они отличались от тех, которые заняты другими устройствами компьютера (как системными, так и дополнительно подключенными). Современные сетевые адаптеры часто поддерживают режим Plug-and-Play, то есть не нуждаются в настройке параметров со стороны пользователя, настройка в них осуществляется автоматически при включении питания компьютера.

К основным сетевым функциям адаптеров относятся следующие:

* гальваническая развязка компьютера и кабеля локальной сети (для этого обычно используется передача сигналов через импульсные трансформаторы);
* преобразование логических сигналов в сетевые и обратно;
* кодирование и декодирование сетевых сигналов;
* опознание принимаемых пакетов (выбор из всех приходящих пакетов тех, которые адресованы данному абоненту);
* преобразование параллельного кода в последовательный при передаче и обратное преобразование при приеме;
* буферирование передаваемой и принимаемой информации в буферной памяти адаптера;
* организация доступа к сети в соответствии с принятым методом управления обменом;
* подсчет контрольной суммы пакетов при передаче и приеме.

Как правило, все сетевые функции выполняются специальными микросхемами высокой степени интеграции, что позволяет снизить стоимость адаптера и уменьшить площадь его платы.

Некоторые адаптеры позволяют реализовать функцию удаленной загрузки, то есть поддерживать работу в сети бездисковых компьютеров, загружающих свою операционную систему прямо из сети. Для этого в состав таких адаптеров включается постоянная память с соответствующей программой загрузки. Правда, не все сетевые программные средства поддерживают данный режим работы.

Если сетевой адаптер может работать с несколькими типами кабеля, то еще одним настраиваемым параметром может быть выбор типа кабеля. Например, на плате адаптера может находиться группа переключателей, перекоммутирующих нужные цепи для того или иного типа кабеля.

Все остальные аппаратные средства локальных сетей (кроме адаптеров) имеют вспомогательный характер, и без них часто можно обойтись

Трансиверы, или приемопередатчики (от английского TRANsmitter + reCEIVER), служат для передачи информации между адаптером и кабелем сети или между двумя сегментами (частями) сети. Трансиверы усиливают сигналы, преобразуют их уровни или преобразуют сигналы в другую форму (например, из электрической в световую и обратно). Трансиверами также часто называют встроенные в адаптер приемопередатчики.

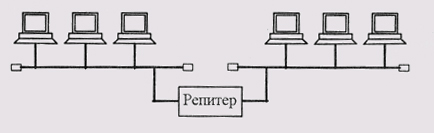


Рисунок 3 – Соединение репитером двух сегментов сети

Репитеры, или повторители (repeater), выполняют более простую функцию, чем трансиверы. Они не преобразуют ни уровни сигналов, ни их вид, а только восстанавливают ослабленные сигналы (их амплитуду и форму), приводя их форму к исходному виду. Цель такой ретрансляции сигналов состоит в увеличении длины сети (рис. 3). Однако часто репитеры выполняют и некоторые другие функции, например гальваническую развязку соединяемых сегментов. В любом случае, как репитеры, так и трансиверы не производят никакой информационной обработки проходящих через них сигналов.

Концентраторы (hub), как следует из их названия, служат для объединения в единую сеть нескольких сегментов сети. Концентраторы можно разделить на пассивные и активные.

Пассивные, или репитерные, концентраторы представляют собой собранные в едином конструктиве несколько репитеров. Они выполняют те же функции, что и репитеры (рис. 4). Преимущество подобных концентраторов по сравнению с отдельными репитерами только в том, что все точки подключения собраны в одном месте, что упрощает реконфигурацию сети, контроль за ней и поиск неисправностей. К тому же все репитеры в данном случае питаются от единого качественного источника питания.

Пассивные концентраторы иногда вмешиваются в обмен, помогая устранять некоторые явные ошибки обмена.

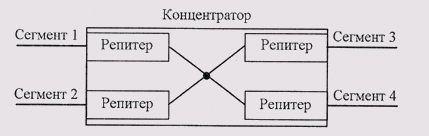


Рисунок 4 – Структура репитерного концентратора

Активные концентраторы выполняют более сложные функции, чем пассивные, например, они могут преобразовывать информацию и протоколы обмена. Правда, это преобразование очень простое. Примером активных концентраторов могут служить коммутирующие или переключающие концентраторы (switching hub), коммутаторы. Они передают из одного сегмента сети в другой сегмент не все пакеты, а только те, которые действительно адресованы компьютерам из другого сегмента. При этом сам пакет коммутатором не принимается. Это приводит к снижению интенсивности обмена в сети вследствие разделения нагрузки, так как каждый сегмент работает только со своими пакетами.

Мосты (bridge), маршрутизаторы (router) и шлюзы (gateway) служат для объединения в единую сеть нескольких разнородных сетей с разными протоколами обмена нижнего уровня, в частности, с разными форматами пакетов, разными методами кодирования, разной скоростью передачи и т.д. В результате их применения сложная и неоднородная сеть, содержащая в себе самые разные сегменты, с точки зрения пользователя выглядит обычной сетью - то есть обеспечивается «прозрачность» сети для протоколов высокого уровня. Естественно, мосты, маршрутизаторы и шлюзы гораздо сложнее и дороже, чем концентраторы, так как от них требуется довольно сложная обработка информации. Реализуются они на базе компьютеров, подключенных к сети с помощью сетевых адаптеров. По сути, это специализированные абоненты (узлы) сети.

Мосты - наиболее простые устройства, служащие для объединения сетей с разными стандартами обмена, например Ethernet и Arcnet, или нескольких сегментов (частей) одной и той же сети, например Ethernet (рис. 5). В последнем случае мост служит только для разделения нагрузок сегментов, повышая тем самым производительность сети в целом. В отличие от коммутирующих концентраторов, мосты принимают поступающие пакеты целиком и в случае необходимости производят их простейшую обработку.

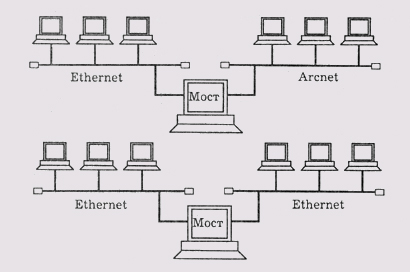


Рисунок 5 – Включение моста

Маршрутизаторы выполняют более сложную функцию, чем мосты. Их главная задача - выбор для каждого пакета оптимального маршрута для избегания чрезмерной нагрузки отдельных участков сети и обхода поврежденных участков. Они применяются, как правило, в сложных разветвленных сетях, имеющих несколько маршрутов между отдельными абонентами. Маршрутизаторы не преобразуют протоколы нижних уровней, поэтому они соединяют только сегменты одноименных сетей. Существуют также гибридные маршрутизаторы (brouter), представляющие собой гибрид моста и маршрутизатора. Они выделяют пакеты, которым нужна маршрутизация, и обрабатывают их как маршрутизаторы, а для остальных пакетов служат обычными мостами.

Шлюзы — это устройства для соединения совершенно различных сетей с сильно отличающимися протоколами, например для соединения локальных сетей с большими компьютерами или с глобальными сетями. Это самые дорогие и редко применяемые сетевые устройства.

Если обратиться к модели OSI, то можно считать, что репитеры и репи-терные концентраторы связывают сети или сегменты на первом уровне, мосты - на втором уровне, маршрутизаторы — на третьем уровне, а шлюзы - на более высоких уровнях (на 4, 5, 6 и 7). Соответственно, репитеры выполняют функции (не все, а только некоторые) первого уровня, мосты реализуют функции второго уровня (на первом уровне и частично на втором у них работают сетевые адаптеры), маршрутизаторы - третьего уровня, а шлюзы должны выполнять функции всех уровней.

**Алгоритм работы в режиме останов с ожиданием.**

*Метод останов с ожиданием (Idle Source)* требует, чтобы источник, пославший кадр, ожидал получения квитанции (положительной или отрицательной) от приемника и только после этого посылал следующий кадр (или повторял искаженный). Если же квитанция не приходит в течение тайм-аута, то кадр (или квитанция) считается утерянным и его передача повторяется.

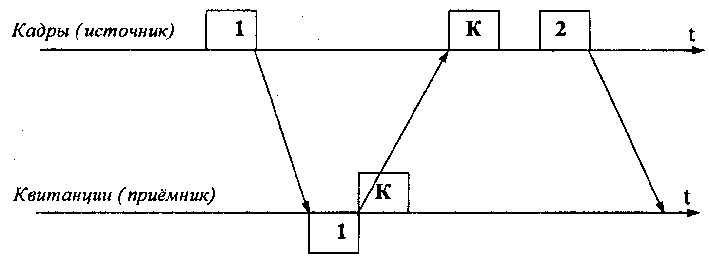


Рисунок 2 – Обмен кадрами и квитанциями при методе с простоями

На рисунке видно, что в этом случае производительность обмена данными существенно снижается, - хотя передатчик и мог бы послать следующий кадр сразу же после отправки предыдущего, он обязан ждать прихода квитанции. Иногда использование такого метода может привести к тому, что, что время ожидания квитанции будет существенно превышать время посылки сообщения. Снижение производительности этого метода коррекции особенно заметно на низкоскоростных каналах связи

**Алгоритм работы в режиме скользящего окна.**

*Метод скользящего окна (sliding window)* работает гораздо эффективней. Для повышения коэффициента использования линии источнику разрешается передать некоторое количество кадров в непрерывном режиме, то есть в максимально возможном для источника темпе, без получения на эти кадры положительных ответных квитанций. (Далее, где это не искажает существо рассматриваемого вопроса, положительные квитанции для краткости будут называться просто квитанциями.) Количество кадров, которые разрешается передавать в непрерывном режиме, называется размером окна.

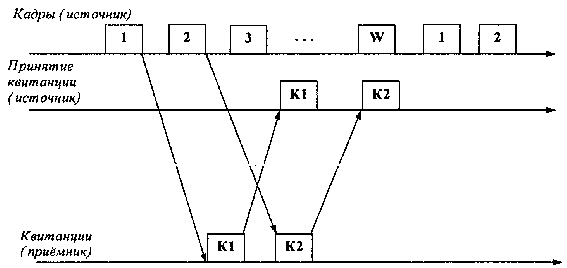


Рисунок 3 – Обмен кадрами квитанциями при методе скользящего окна

На рисунке 3 показан метод скользящего окна для окна размером в W кадров. В начальный момент, когда еще не послано ни одного кадра, окно определяет диапазон кадров с номерами от 1 до W включительно. Источник начинает передавать кадры и получать в ответ квитанции. Для простоты предположим, что квитанции поступают в той же последовательности, что и кадры, которым они соответствуют. В определенный момент t1 при получении первой квитанции окно сдвигается на одну позицию, определяя новый диапазон от 2 до (W+1). Процессы отправки кадров и получения квитанций идут достаточно независимо друг от друга. Если допустим, что в произвольный момент времени tn источник получил квитанцию на кадр с номером n. Окно сдвинулось вправо и определило диапазон разрешенных к передаче кадров от (n+1) до (W+n). Все множество кадров, выходящих из источника, можно разделить на перечисленные ниже группы:

1. Кадры с номерами от 1 до n - уже были отправлены и квитанции на них получены, то есть они находятся за пределами окна слева.

2. Кадры, начиная с номера (n+1) и кончая номером (W+n) , находятся в пределах окна и потому могут быть отправлены не дожидаясь прихода какой-либо квитанции. Этот диапазон может быть разделен еще на два поддиапазона:

кадры с номерами от (n+1) до m, которые уже отправлены, но квитанции на них еще не получены;

кадры с номерами от m до (W+n) , которые пока не отправлены, хотя запрета на это нет.

3.Все кадры с номерами, большими или равными (W+n+1) , находятся за пределами окна справа и поэтому пока не могут быть отправлены.

Каждый раз, когда приходит квитанция, окно сдвигается влево, но его размер при этом не меняется и остается равным W. Заметим, что хотя в данном примере размер окна в процессе передачи остается постоянным, в реальных протоколах можно встретить варианты данного алгоритма с изменяющимся размером окна.

Итак, при отправке кадра с номером n источнику разрешается передать еще W-1 кадров до получения квитанции на кадр n, так что в сеть последним уйдет кадр с номером (W+n-1) .

Если же за это время квитанция на кадр n так и не пришла, то процесс передачи приостанавливается, и по истечении некоторого тайм-аута кадр n (или квитанция на него) считается утерянным, и он передается снова.

Если же поток квитанций поступает более-менее регулярно, в пределах допуска в W кадров, то скорость обмена достигает максимально возможной величины для данного канала и принятого протокола.

Метод скользящего окна более сложен в реализации, чем метод с простоями, так как передатчик должен хранить в буфере все кадры, на которые пока не получены положительные квитанции. Кроме того, требуется отслеживать несколько параметров алгоритма: размер окна W, номер кадра, на который получена квитанция, номер кадра, который еще можно передать до получения новой квитанции.

2. Рассчитать:

* + вероятность потери информационного кадра;
  + вероятность потери кадра подтверждения;
  + пропускную способность канала передачи данных по отношению к пользовательским данным, в случаях работы:
    1. по каналу без ошибок в режимах:
       - останов с ожиданием;
       - скользящего окна;
    2. по каналу с заданным коэффициентом ошибок в режимах:
       - останов с ожиданием;
       - скользящего окна

Сравнить результаты расчетов и сделать выводы об эффективности рассмотренных режимов работы системы доступа.

|  |  |
| --- | --- |
| ***Варианты задания №1*** | 2 |
| Размер поля данных информационного кадра ***L,*** байт |  |
| Размер заголовка кадра ***LЗ***, байт |  |
| Номинальная битовая скорость передачи в сети ***С,*** Мбит/с |  |
| Размер кадра подтверждения ***LПК*** , байт |  |
| Тайм-аут времени ожидания подтверждения ***τТА***, мкс |  |
| Задержка обработки и распространения кадра в сети ***τ, мк***с |  |
| Коэффициент ошибки в канале ***kОШ*** |  |

**Решение:**

Запишем формулы для расчета всех требуемых параметров и сведем результаты расчета в таблицу 1.

Вероятность правильного приема информационного кадра:

, (1)

Вероятность потери информационного кадра:

, (2)

Вероятность правильного приема кадра подтверждения:

, (3)

Вероятность потери кадра подтверждения:

, (4)

Пропускная способность канала без ошибок для режима останов с жиданием:

, (5)

где  - время передачи информационного кадра с поступлением кадра подтверждения в канал передачи данных в режиме останов с ожиданием.

, (6)

где  - время передачи информационного кадра и кадра подтверждения в канал передачи соответственно.

, (7)

, (8)

Пропускную способность канала без ошибок для режима скользящего кна.

Время передачи  равно времени передачи в режиме останов с ожиданием. Но при этом источник работает в максимально возможном для себя режиме и выдает последовательно n информационных кадров:

, (9)

Тогда пропускная способность канала без ошибок для режима скользящего окна:

, (10)

Пропускная способность канала с ошибками для режима останов с жиданием.



где  - время передачи информационного кадра с поступлением кадра подтверждения в канал передачи данных в режиме останов с ожиданием.

, (11)

Пропускная способность канала с ошибками для режима скользящего окна найдем в соответствии с формулой 10 и с учетом того, что время передачи  равно времени передачи в режиме останов с ожиданием.

Таблица 1 – Результаты расчета

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр |  |  |  |  | , мкс | , мкс | , мс | , Мбит/с | , Гбит/с | , мс | , Мбит/с | , Гбит/с |
| Значение |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Таким образом, пропускная способность на порядок больше в режиме скользящего окна. Также пропускная способность выше при отсутствии ошибок в канале, но следует ориентироваться при планировании сетей на пропускную способность, рассчитанную в реальных условиях.

# Задание № 2

1. Привести структурную схему организации абонентского (ПК) доступа по выделенной линии к сети пакетной передачи данных, указать какое коммуникационное оборудование при этом должно использоваться.

При соединении по выделенной линии, связь межлр\* двумя сетевыми устройствами существует постоянно. В любой момент времени удаленный маршрутизатор (мост) может направлять пакеты в выделенный канал, не заботясь об установлении соединения. Использование выделенной линии для соединения локальных сетей - дорогостоящее решение, т.к. приходится платить за аренду линии, вне зависимости от ее фактичес­кого использования. Поэтому данный вариант оправдан, только если между сетями циркулируют большие объемы данных. Если же трафик невелик, то выгоднее использовать коммутируемую линию.

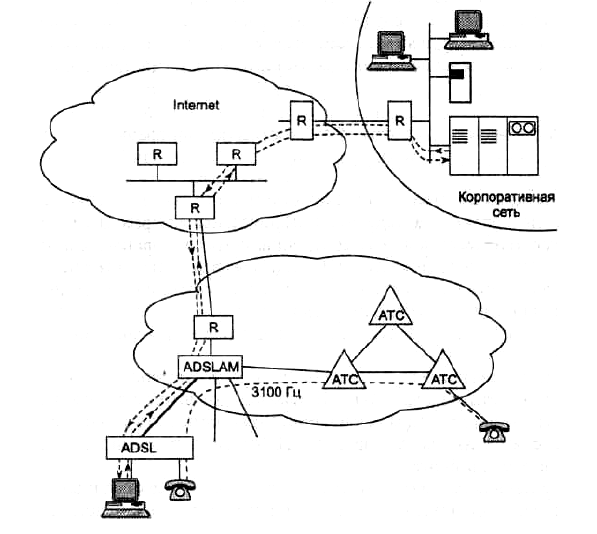
****

Рисунок 4 – Структурная схема организации абонентского (ПК) доступа по выделенной линии к сети пакетной передачи данных

Рассмотрим пример сети, выстроенной по технологии ADSL для абонентов с пульсирующим трафиком, который характерен для пользователей ПК и большей частью ориентирован на прием, например, трафик пользователя Internet.

Схема доступа через ADSL показана на рисунке 4. ADSL-модем является устройством адаптации сигнала с выхода ПК к линии передачи. В этой схеме обеспечивается совместный доступ пользователей к цифровым и телефонным каналам за счет установки распределителей (ADSL-splitter) на дальнем конце абонентских окончаний. Они выполняют частотное разделение (FDM) между голосовыми сигналами телефона и цифровыми сигналами ПК, совместно поступающими в линию, которая соединяет абонента с точкой подключения - POP (Point Of Presents), т.е. с оборудованием поставщика услуг (провайдером).

Там голосовой сигнал абонента через фильтр передается на телефонный коммутатор, а цифровой, также после фильтра, - на мультиплексор доступа к цифровому абонентскому окончанию - DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer). Этот мультиплексор должен иметь столько ADSL-модемов с полосой 1 МГц, сколько пользователей удаленного доступа обслуживает поставщик услуг. При этом полоса занимаемых частот в линии доступа распределяется следующим образом: 0.3…4 КГц – телефонный канал; 4…200 КГц – восходящий канал передачи данных от ПК в сеть; 200…1000 КГц – нисходящий канал передачи данных из сети в ПК. При этом скорость передачи данных по нисходящему каналу – 1,5…6 Мбит/с; по восходящему каналу – 0,016…1,0 Мбит/с, а передача голоса осуществляется в стандартной полосе телефонного канала. В зависимости от качества абонентской линии ADSL-модемы допускают настройку, позволяющую изменять распределение полосы и скорость передачи данных в каждом направлении.

2. Привести алгоритм обмена данными между двумя абонентами на сетевом, канальном и физическом уровнях, соответствующих модели OSI.

Для того чтобы взаимодействовать, люди используют общий язык. Если они не могут разговаривать друг с другом непосредственно, они применяют соответствующие вспомогательные средства для передачи сообще­ний.

Показанные выше стадии необходимы, когда сообщение передается от отправителя к получателю.

Для того чтобы привести в движение процесс передачи данных, использовали машины с одинаковым кодированием данных и связанные одна с другой. Для единого представления данных в линиях связи, по которым передается информация, сформи­рована Международная организация по стандартизации (англ. ISO - International Standards Organization).

ISO предназначена для разработки модели международного комму­никационного протокола, в рамках которой можно разрабатывать международные стандарты. Для наглядного по­яснения расчленим ее на семь уровней.

Международных организация по стандартизации (ISO) разработала базовую модель взаимодействия открытых систем (англ. Open Systems In­terconnection (OSI)). Эта модель явля­ется международным стандартом для передачи данных.

Модель содержит семь отдельных уровней:

Уровень 1: **физический** - битовые протоколы передачи информации;

Уровень 2: **канальный** - формирование кадров, управление доступом к среде;

Уровень 3: **сетевой** - маршрутизация, управление потоками данных;

Уровень 4: **транспортный** - обеспечение взаимодействия удаленных процес­сов;

Уровень 5: **сеансовый** - поддержка диалога между удаленными про­цессами;

Уровень 6: **представления** данных - интерпретация передаваемых данных;

Уровень 7: **прикладной** - пользовательское управление данными.

Основная идея этой модели заключается в том, что каждому уровню отводится кон­кретная роль в том числе и транспортной среде. Благодаря этому общая задача передачи дан­ных расчленяется на отдельные легко обозримые задачи. Необходимые соглашения для связи одного уровня с выше- и нижерасположенными называют про­токолом.

Так как пользователи нуждаются в эффективном управлении, система вычис­лительной сети представляется как комплексное строение, которое координирует взаимодействие задач пользователей.

С учетом вышеизложенного можно вывести следующую уровневую модель с админи­стративными функциями, выполняющимися в пользова­тельском прикладном уровне.

Отдельные уровни базовой модели проходят в направлении вниз от источника данных (от уровня 7 к уровню 1) и в направлении вверх от прием­ника данных (от уровня 1 к уровню 7). Пользовательские данные переда­ются в нижерасположенный уровень вместе со специфическим для уровня заголовком до тех пор, пока не будет достигнут последний уровень.

На приемной стороне поступающие данные анализируются и, по мере надоб­ности, передаются далее в вышерасположенный уровень, пока ин­формация не будет передана в пользо­вательский прикладной уровень.

Уровень 1. **Физический.**

На физическом уровне определяются электрические, механические, функ­циональные и процедурные параметры для физической связи в системах. Физическая связь и неразрывная с ней экс­плуатационная готовность явля­ются основной функцией 1-го уровня. Стандарты физического уровня вклю­чают рекомендации V.24 МККТТ (CCITT), EIA RS232 и Х.21. Стандарт ISDN ( Integrated Services Digital Network) в будущем сыграет определяющую роль для функций передачи данных. В качестве среды передачи данных исполь­зуют трехжильный медный провод (экранированная витая пара), коакси­аль­ный кабель, оптоволоконный проводник и радиорелейную линию.

Уровень 2. **Канальный.**

Канальный уровень формирует из данных, передаваемых 1-м уров­нем, так на­зываемые "кадры" последовательности кадров. На этом уровне осуществляются управление доступом к передающей среде, используемой несколькими ЭВМ, синхро­низация, обнаружение и исправле­ние ошибок.

Уровень 3. **Сетевой.**

Сетевой уровень устанавливает связь в вычислительной сети между двумя абонентами. Соединение происходит благодаря функциям маршрути­зации, которые требуют наличия сете­вого адреса в пакете. Сетевой уровень должен также обеспечи­вать обработку ошибок, мультип­лексирование, управление потоками данных. Самый известный стандарт, относящийся к этому уровню, - рекомендация Х.25 МККТТ (для сетей общего пользования с коммутацией пакетов).

Уровень 4. **Транспортный.**

Транспортный уровень поддерживает непрерывную передачу данных между двумя взаимодействующими друг с другом пользовательскими про­цессами. Качество транспорти­ровки, безошибочность передачи, независи­мость вычислительных сетей, сервис транспорти­ровки из конца в конец, ми­нимизация затрат и адресация связи га­рантируют непрерывную и безоши­бочную передачу данных.

Уровень 5. **Сеансовый.**

Сеансовый уровень координирует прием, передачу и выдачу одного сеанса связи. Для координации необходимы контроль рабочих параметров, управление потоками данных промежуточных накопителей и диалоговый контроль, гарантирующий передачу, имеющихся в распоряжении данных. Кроме того, сеансовый уровень содержит дополнительно функции управле­ния паролями, подсчета платы за пользование ресурсами сети, управления диалогом, синхрони­зации и отмены связи в сеансе передачи после сбоя вследствие ошибок в нижерасположенных уровнях.

Уровень 6. **Представления данных.**

Уровень представления данных предназначен для интерпретации данных; а также под­готовки данных для пользовательского прикладного уровня. На этом уровне происходит преоб­разование данных из кадров, ис­пользуемых для передачи данных в экранный формат или фор­мат для пе­чатающих устройств оконечной системы.

Уровень 7. **Прикладной.**

В прикладном уровне необходимо предоставить в распоряжение пользовате­лей уже пе­реработанную информацию. С этим может спра­виться системное и пользовательское приклад­ное программное обеспече­ние.

Для передачи информации по коммуникационным линиям данные преобразу­ются в це­почку следующих друг за другом битов (двоичное коди­рование с помощью двух состояний:"0" и "1").



Рисунок 5 – Алгоритм обмена данными на сетевом, канальном, физическом уровнях

На каждом уровне прочитывается заголовок выше лежащего уровня, осуществляются необходимые преобразования сообщения и добавляется свой заголовок.

Некоторые протоколы помещают служебную информацию не только в заголовок (З) сообщения, но и в концевик (К) (Рисунок 5).

Первый – физический уровень передает сообщение на физический выходной интерфейс и сообщение доставляется по линии связи узлу-адресату.

Когда сообщение поступает на входной интерфейс адресата, оно принимается на физическом уровне и передается вверх, последовательно перемещаясь с уровня на уровень. Каждый уровень обрабатывает «свой» заголовок, выполняет свои функции, удаляет этот заголовок и передает сообщение выше лежащему уровню.

3. Определить время, необходимое для передачи информации объемом V байт.

Исходные данные (см.табл.2):

а). Обмен информацией между двумя абонентами производится с номинальной битовой скоростью передачи ***С*** (бит/с);

б). Сеть содержит ***NУК*** узлов коммутации со скоростью обработки ***СУК*** (бит/с) в каждом;

в). Для передачи используются пакеты фиксированной длины ***L* (**байт), с объемом служебной информации (заголовка) LЗ (байт);

г). Средний временной интервал между пакетами ***tΔ***;

д). Объем передаваемой информации V (Мбайт);

е).Ошибки при передаче информации отсутствуют.

|  |  |
| --- | --- |
| ***Варианты задания №2*** | 2 |
| Размер кадра ***L,*** байт |  |
| Размер заголовка кадра ***LЗ***, байт |  |
| Номинальная битовая скорость передачи в сети ***С,*** Мбит/с |  |
| Средний временной интервал между пакетами ***tΔ,*** |  |
| Объем передаваемой информации V, Мбайт |  |
| Количество узлов коммутации ***NУК*** |  |
| Скорость обработки в узле коммутации ***СУК*** , Мбит/с |  |

**Решение задачи**

1 Определим время передачи по сети:

, (11)



2 Определим время обработки информации на Nук узлах в сети:

, (12)

3 Определим временной интервал между N пакетами:

, (13)



4 определим время, необходимое для передачи V объема информации:

, (14)

***Задание № 3***

1. Привести структурную схему организации коммутируемого доступа к цифровой сети передачи данных через ТФОП, указать какое коммуникационное оборудование при этом будет использоваться.



Рисунок 6 – Структурная схема организации коммутируемого доступа к цифровой сети передачи данных через ТФОП

Для организации доступа к сети передачи данных через сеть ТФоП необходимо следующее коммуникационное оборудование: модем (на стороне пользователя), коммутатор (шлюз) в сети ТФоП и маршрутизатор (в сети передачи данных).

Телефонные сети общего пользования (ТфОП) – PSTN (Public Switched telephone Networks) создавались для предоставления услуг телефонии. Доступ абонентов к ограниченному набору услуг ТфОП осуществляется по линиям связи на основе медных пар с помощью оборудования: телефонных аппаратов (ТА), факсимильных аппаратов («Факсов») и коммутируемых модемов для подключения ПК к службе удаленного доступа RAS (Remote Access Service). Эти устройства (Рис.6) функционируют в соответствии с алгоритмами установления телефонных соединений по методу коммутации каналов.

Доступная пользователю в ТфОП полоса частот 300…3400 Гц ограничена полосой пропускания стандартного телефонного канала 4КГц, из которых 900 Гц – защитный интервал и полоса пропускания для сигналов управления коммутаторов.

Максимальная скорость цифровой передачи информации при организации доступа через ТфОП к телекоммуникационным сетям составляет 56 Кбит/с, что связано с ограничением скорости передачи данных (сообщений в цифровой форме) по каналу тональной частоты. При этом абонент не может одновременно пользоваться несколькими услугами, например, телефонии и доступа в Интернет.

Возможности расширения набора предоставляемых услуг и увеличения скорости доступа к этим услугам через ТфОП на сегодня практически исчерпаны.

2. Привести алгоритм обмена информацией между двумя абонентами с терминальным оборудованием в виде ПК и ТА.

Передача речи в интерактивном режиме между двумя компьютерами, подключенными к сети Интернет, представляет собой лишь один из возможных сценариев IP-телефонии.

Второй сценарий предусматривает взаимодействие компьютера, подключенного к сети Интернет, и телефонного аппарата ТФОП.

Третий сценарий определяет взаимодействие двух абонентов ТФОП, пользующихся только телефонными аппаратами, при этом сеть Интернет используется как транспортная среда между узлами коммутации ТФОП.

**Установление соединения в случае соединения ПК-ТА или ТА-ПК:**

Если звонок инициирует пользователь Интернет-терминала, то он просто вводит номер вызываемого абонента ТфОП. Далее все происходит автоматически: терминал связывается со шлюзом, IP-адрес которого известен (введён заранее во время настройки терминала), посылая ему специальные пакеты данных, а шлюз, в свою очередь, делает исходящий звонок через ТфОП.

Если звонок инициирует абонент ТфОП, то сценарий несколько сложнее. Во-первых, абонент должен набрать телефонный номер шлюза в ТфОП. Затем шлюз отвечает на звонок и проигрывает приглашение ввести (с помощью тонового набора) адрес вызываемого терминала в сети Интернет. При этом возможно набирать только цифры; следовательно, в качестве адреса Интернет-терминала можно вводить либо IP-адрес, либо некоторую уникальную последовательность цифр, что сильно ограничивает возможности применения описываемого сценария. Шлюз может также заниматься биллингом (тарификацией) предоставляемой услуги.

3. Определить время, необходимое для передачи информации объемом V байт.

Исходные данные (см. табл. 3):

а). Обмен информацией между двумя пользователями по коммутируемой линии производится по каналу с номинальной битовой скоростью передачи ***С*** (бит/с);

б). Сеть содержит ***NУК*** узлов коммутации;

в). Время обработки кадра в каждом узле коммутации составляет ***tОБР***; Ошибки при передаче информации отсутствуют.

|  |  |
| --- | --- |
| ***Варианты задания №3*** | 2 |
| Номинальная битовая скорость передачи в сети ***С,*** Кбит/с |  |
| Объем передаваемой информации V, Кбайт |  |
| Количество узлов коммутации ***NУК*** |  |
| Время обработки кадра в узле коммутации ***tОБР***, мкс |  |

**Решение:**

1 Определим время передачи информации в сети:

, (15)



2 Определим время обработки информации в узлах сети:

, (16)



3 Определим время, требуемое для передачи заданного объема информации:

, (17)



**Литература:**

1. Системы доступа к информационным сетям: Учеб. пособие по дисциплине «Системы доступа к телекоммуникационным и компьютерным сетям». / Н. В. Тарченко, П. В. Тишков. – Мн.: БГУИР, 2005.

2. Практическая передача данных: Модемы, сети и протоколы. Ф. Дженнингс; перев. с англ. - М.: Мир, 1989.

3. http://www.svyaz.ru/articles/4/689