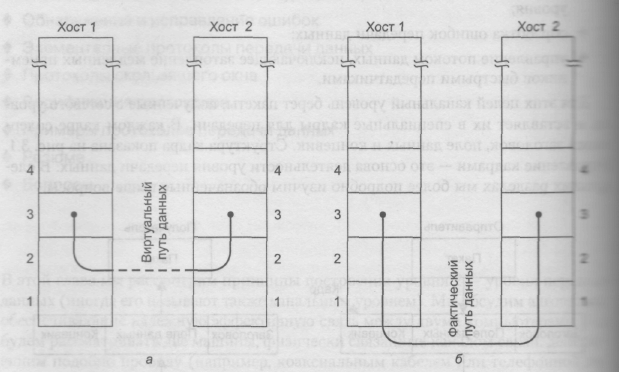
ТЕМА II. ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ в СЕТИ

Передача данных в сети включает логические и физические процессы на физическом и канальном уровнях ЭМ ВОС (рис.2.0).

Рис. 2.0. Виртуальное соединение (а0; реальное соединение (б)



**2.1. Система передачи информации**

# Получатель

информации

Канал передачи

информации

# Источник

информации

**Рис.2.1. Метаструктура СПИ**

2.2. Понятие канала связи

**а** (t) **s** (t) **s**\*(t) **а**\*(t)

# ПРМ

ФС

ПРД

М

У

У

Д

**Рис.2.2. Функциональная структура канала связи**

**а** (t) – управляющий(информационный) сигнал;

**s** (t) –промодулированный сигнал – переносчик;

ПРД – передатчик (М – модулятор, У – усилитель);

ПРМ – приемник (Д – демодулятор);

ФС – физическая среда передачи сигналов данных.

Различают линии связи: проводные (воздушные); кабельные (медные и волоконно – оптические); радио линии наземной и спутниковой связи.

**КАНАЛ ДАЛЬНЕЙ СВЯЗИ**

Б

А

абонент КУ КОА ЛУ ЛУ ЛУ КОА КУ абонент

КДС

# **Рис. 2.3. Структура канала связи**

КУ – коммутационный узел;

КОА – каналообразующая аппаратура;

ЛУ – линейный усилитель;

## КДС канал дальней связи

**2.3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАНАЛОВ СВЯЗИ**

Качество КС оценивается электрическими характеристиками:

1). Остаточным затуханием – аост;

2). АЧХ;

3). ФЧХ или ЧХ tгр;

4). АХ (коэффициентом не6линейных искажений);

5). Уровнем помех на выходе канала.

1. аост = , где  - рабочее затухание i-го участка канала,

- рабочее усиление j-го линейного усилителя.

2. **АЧХ** : аост = ϕ()

идеальная

аост

реальная



Fmin Fmax

**Рис.2.4. Амплитудно-частотная характеристика КС**

3. **ФЧХ** – зависимость от частоты сдвига фазы сигнала на выходе канала относительно фазы сигнала на входе канала.

4. **АХ** – это зависимость уровня сигнала на выходе канала от уровня сигнала на входе канала. Оцениваются часто коэффициентом нелинйных искажений. Значение коэффициента нормируется. Например, для телефонного КДС Кни  1,5/2500 км

**1.3. Методы распределения канала**

Проблема – распределение пропускной способности одного широковещательного канала между многочисленными пользователями, претендующими на него.

**СТАТИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КАНАЛА В СЕТЯХ**

В сети широкополосный (широковещательный) канал связи обычно используется совместно несколькими пользователями (абонентами).

Канал связи характеризуется частотной полосой пропускания Δ*F* и временем *Т*, на которое канал может быть предоставлен для передачи сообщений. Для совместного использования такого канала *N* автономными пользователями общую полосу пропускания Δ*F* можно разделить на *N* частотных подполос Δ =Δ*F,* и за каждым пользователем жестко закрепить отдельную составляющую Такое коллективное использование общего ресурса канала называется ***частотным уплотнением канала*** – ***Frequency Division Multiplexing* (FDM).**

Аналогично, если для каждого отдельного канала циклически в жесткой последовательности предоставлять квант времени , то такой способ совместного использования общего канала называется ***временны уплотнением канала***– ***Time Division Multiplexing* (TDM).**

**1.3.1. Частотное уплотнение канала (ЧУ)**

(**Frequency Division Multiplexing – FDM**)

аппаратура уплотнения аппаратура разделения

групповой канал связи

ПC-1

ПРМг

прд-1

ИС-1

ПРМг

прд2

ПC-2

ПРМг

ЛC

ПРДг

CУ

ИС-2

ПC-N

ПРМг

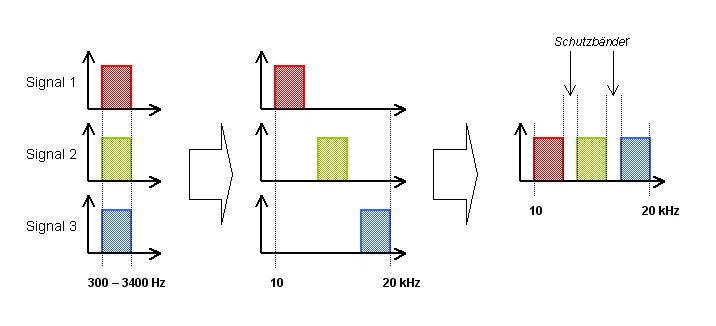
прд n

ИС-n

Аппаратура многоканальной связи

ИС- источник сообщений; ПС- получатель сообщений;

прд- канальный (индивидуальный) передатчик; прм- канальный (индивидуальный) приемник; СУ- суммирующее устройство; ПРДг – передатчик группового сигнала; ПРМг- приемник группового сигнала; ЛС – линия связи.



**Рис.2.5. Реализация частотного уплотнения канала**

**1.3.2. ШИРОКОПОЛОСНЫЙ КАНАЛ с ЧУ** (частотным уплотнением)

На первичных сетях связи, которые все более приобретают свойства транспортных сетей, продолжают использовать системы передачи (СП) с частотным разделением каналов (FDM).

1 1 1 1 Основные группы

4

3

2

1

12 5 5 3 Первичная (1) - 12 к ТЧ

Вторичная (2) – 60 к ТЧ

Троичная (3) – 300 к ТЧ

1 1 1 1 Четверичная (4)- 900 к ТЧ

4

3

2

1

12 5 5 3

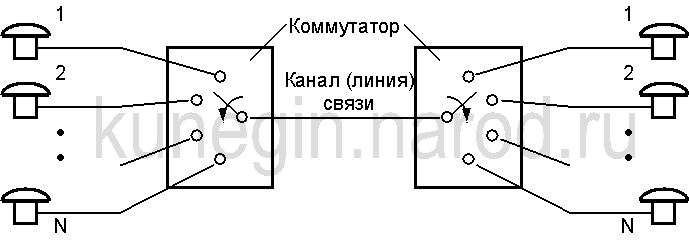
Канал для передачи групповых сигналов образуется за счет аппаратуры уплотнения (АУ). За основу АУ приняты канал тональных частот (ТЧ ) и блок, рассчитанный на уплотнение одного широкополосного канала 12-ю телефонными каналами.

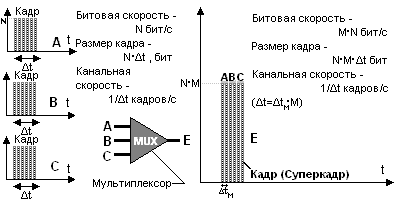
В 90-х годах начали активно внедряться и системы волнового мультиплексирования (WDM и DWDM).

В **ОПТОВОЛОКОННЫХ КАНАЛАХ** мультиплексирование осуществляется по длине волны (**Time Division Multiplexing – WDM**). Переносчик – свет, инфракрасный диапазон. В магистральном канале –16, 32, 40. 80 или160 спектральных каналов. Такая техника часто называется плотной DenseWDM **– DWDM.**

**1.3.2. Временное уплотнение канала (ВУ)**

(**Time Division Multiplexing – TDM**)





**Рис.2.6. Реализация временного уплотнения канала**

Цикл работы оборудования TDM равен 125 мкс, что соответствует периоду следования замеров голоса в цифровом абонентском канале.

Каждому соединению выделяется один квант времени цикла работы аппаратуры, называемый также тайм-слотом.

Мультиплексор принимает информацию по N входным каналам от конечных абонентов, каждый из которых передает данные со скоростью 64 Кбит/с — один байт каждые 125 мкс.

1 1 1 1 Основные группы

4

3

2

1

30 4 4 4 Первичная (ПГ-1) – 30 кан.

Вторичная (ВГ-2) – 120 кан.

Троичная (ТГ-3) – 480 кан.

1 1 1 1 Четверичная (ЧГ-4)-1920 кан.

4

3

2

30 4 4 4

Рис.2.7. ИЕРАРХИЯ СТАНДАРТНЫХ КАНАЛОВ с ВУ

На базе внедренных в телефонии цифровых каналов сформировалось два поколения цифровых первичных сетей:

• Технология плезиохронной цифровой передачи (*Plesiohronous Digital Hierarchy* – **PDH**). «Плезо» означает «почти» синхронная передача.

• Синхронная цифровая иерархия (*Synchronous Digital Hierarchy* – **SDH**).(SONET)

**2. ДИНАМИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КАНАЛА В СЕТЯХ**

При таких методах распределения общего ресурса широкополосного канала конфликтов между пользователями не возникает.

Однако при большом и меняющемся числе пользователей трафик в сети крайне не равномерен (пульсирующий трафик) статические методы оказываются не эффективными.

Неравномерность трафика характеризуется коэффициентом пульсаций

*Кп* == (50÷100) и более

Рассмотри один канал и его модель в виде СМО с ожиданием.

**λ**



Рис.2.7. Одноканальная однородная экспоненциальная СМО

(**λ–** интенсивность входного потока,  – среднее время обслуживания заявки)

Пусть С – пропускная способность канала [бит/с];

1/μ – [бит/кадр] – количество битов в кадре;

*λ*– интенсивность поступления кадров на вход канала [Кадр/с];

С: 1/μ = Сμ– средняя скорость передачи кадров [кадр/с].

Среднее время передачи кадра по каналу с учетом возможного ожидания есть время пребывания заявки в СМО с ожиданием. Для экспоненциальной одноканальной СМО

 = 

Пусть С = 100 [Мбит/с]; 1/μ = 10000 [бит/кадр]; Λ = 5000 [кадр/с], тогда . Если не учитывать ожидание в очереди, то для передачи кадра потребовалось бы 100 *μкс.*

Теперь разделим канал на *N* подканалов. Соответственно, у каждого подканала пропускная способность есть С/*N* [бит/с]. Интенсивность поступления кадров на вход отдельного канала – λ / *N* [кадр/с]. Тогда

.

Следовательно, при FDM значение средней задержки стало в *N* больше значения по сравнению с тем, когда кадры от всех пользователей в виде суммарного случайного потока поступают на вход канала, и для передачи кадров от любого пользователя используется полный ресурс канала.

Те же аргументы применимы и к временному уплотнению широко полосного канала (TDM).

Вывод: ни один статистический метод распределения широковещательного (широкополосного) канала не годится при пульсирующем трафике.

**II.1.** **МЕТОДЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА ФИЗИЧЕСКОМ УРОВНЕ**

**II.1.1. Физический уровень OSI**

Данный уровень содержит правила, которые определяют, как физически спроектированы сети, и как представляются биты в среде передачи.

{ai} Si (t) ξ(t) Si (t)+ξ(t) {a\*}

**УПС УПС**

###### Рис.2.8. Функциональная схема физического уровня

Элементы физического уровня:

* Типы соединений (двухточечные, многоточечные);
* Физическая топология;
* Передача сигналов (цифровая, аналоговая);
* Битовая синхронизация;
* Боды и биты. Модели дискретного канала.

Коммутируемая сеть

**. . . .**

**Рис. 2.9. Двухточечные и многоточечное соединения**

**II.1.2**  **Цифровое кодирование и логическое кодирование**

## 

### **Рис. 2. 10.** Способы дискретного кодирования потока бит

**Логическое кодирование**

**Избыточное кодирование**

Код 4В/5В

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Исходный код | Результирующий код | Исходный код | Результирующмй код |
| 0000 | 11110 | 1000 | 10010 |
| 0001 | 01001 | 1001 | 10011 |
| 0010 | 10100 | 1010 | 10110 |
|  | | | |

В коде 8В/6Т для кодирования 8 бит используется код из 6 сигналов (посылок),каждый из которых имеет три состояния.

Скрэмблирование

Перемешивание данных скрэмблером перед передачей их в линию с помощью по­тенциального кода является другим способом логического кодирования.

Bi = Ai ⊕ Bi-з⊕ Bi-5,

Сi = Вi ⊕ Вi-з ⊕ Вi-5 = (Аi ⊕ Вi-з ⊕ В1-5) ⊕ В1-з ⊕ В1-5 = Аi.

**II.1.3**. **Дискретная модуляция аналоговых сигналов**

λ

текущее значение

2

1

0 t

квантованное значение

- точки дискретизации по времени

**Рис. 2.11. Дисретизация, квантование, кодирование**

G G

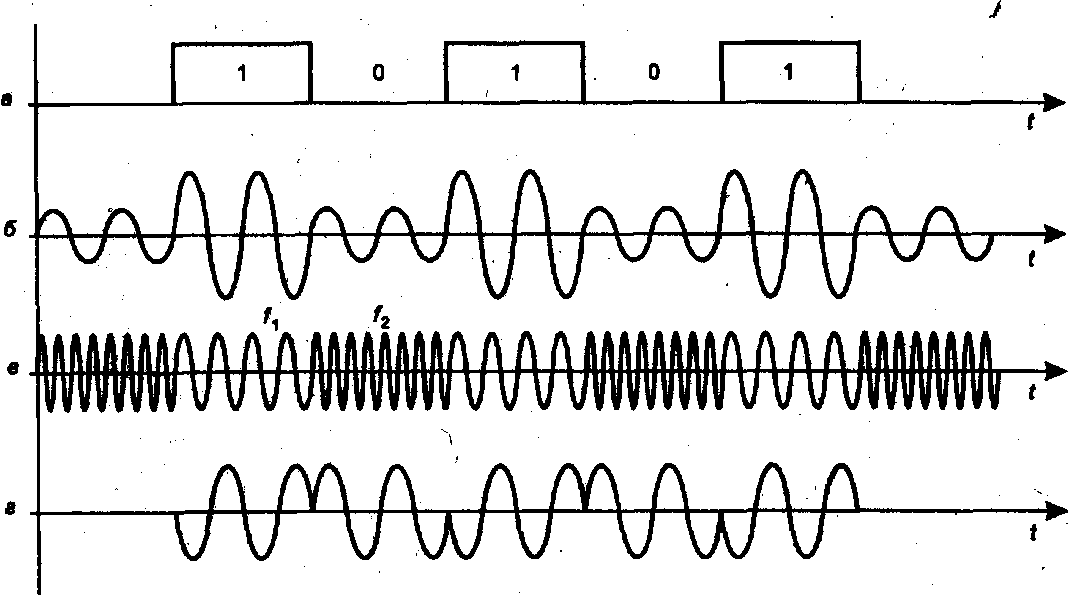
τ0

Модем

f f

300 1/τ0 3400 300 3400

###### Рис. 2.12. Роль модема



**Рис. 2.13.** **Различные типы аналоговой модуляции**

**II.1.4. Скорость передачи информации. Боды и биты**

**1**

**1**

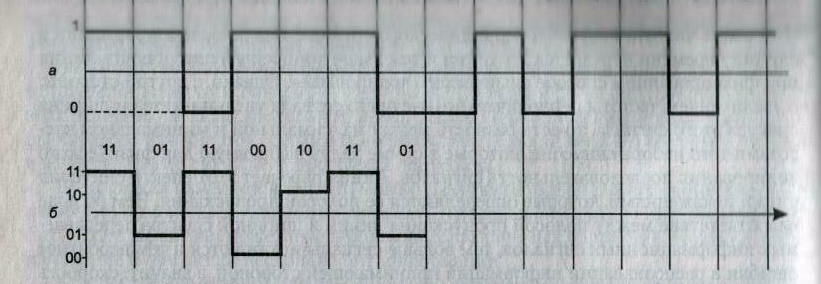
**1**

**0**

**τ0**

**В** = **1** / **τ0;** ΔFс = (1 / τ0); ΔFк ≥ ΔFс

**Рис.2.14. Последовательность элементарных посылок**



**Рис. 2.15. Повышение скорости передачи за счет дополнительных**

**состояний сигнала**

Реальная скорость **R = V (1- р)** [бит/с], р – вероятность ошибочного приема сигнала посылки в канале с независимыми ошибками.

Связь между полосой пропускания канала и его пропускной способностью, вне зависимости от принятого способа физического кодирования:

**V = F Iog2 (1 + РС/РШ**), РС — мощность сигнала, РШ — мощность шума.

### **Модели дискретного канала**

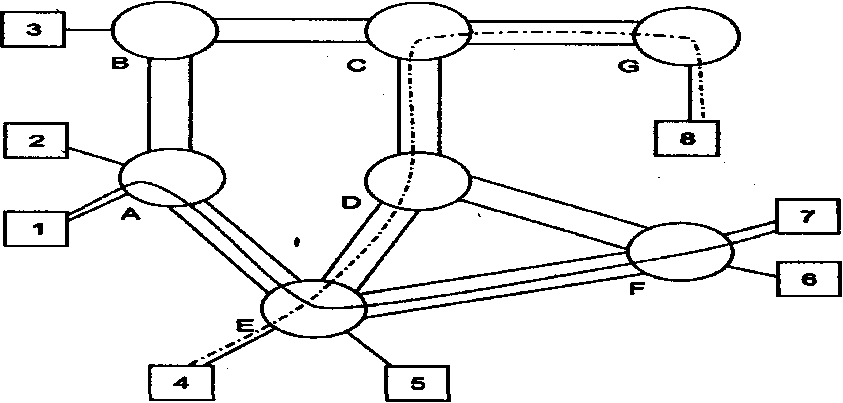
### Модели дискретного канала (ДК) должны адекватно отображать характер преобразования входной битовой последовательности в выходную.

Модель ДК описывает вероятностные характеристики последовательности ошибок на выходе ДК. Удобным отображением ошибки является ***вектор ошибки*** – последовательность двоичных элементов длиной **n**,в которой “единица” стоит на позиции, где произошла ошибка, и “ноль” на позиции, элемент которой принят правильно.

Различают ДК с независимыми и группирующимися ошибками.

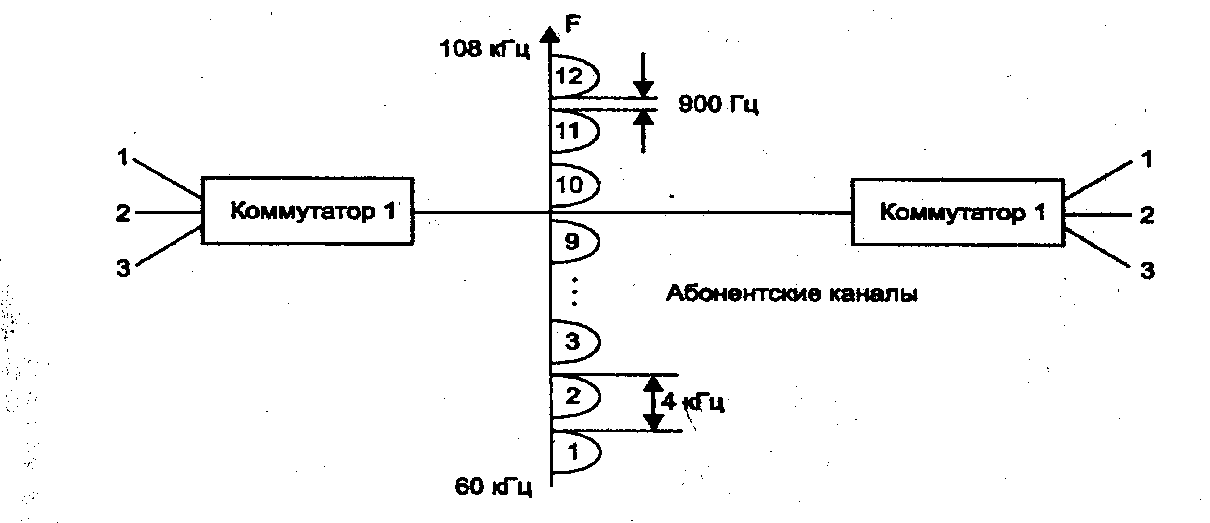
**II.1.5. Методы коммутации**

**Методы коммутации:** коммутация каналов, сообщений, пакетов

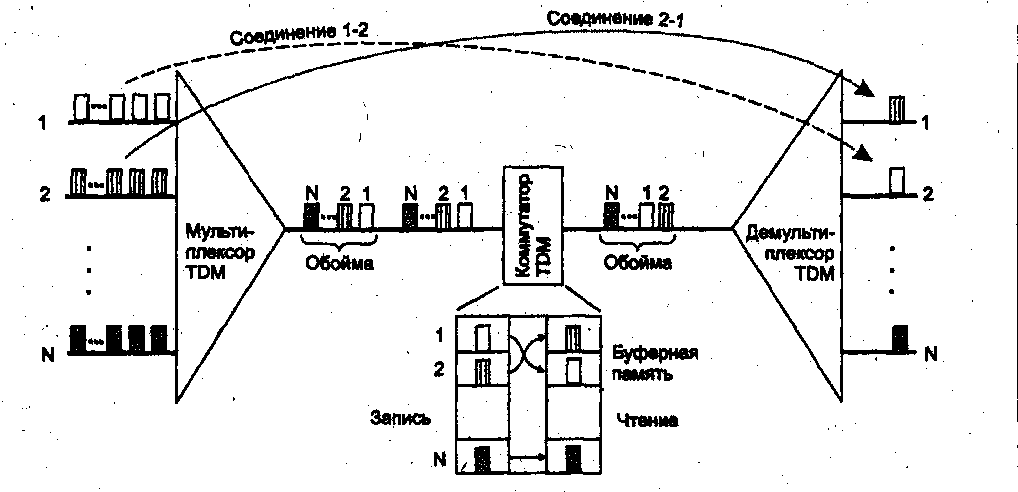


**Рис. 2.16.** **Общая структуре сети с коммутацией абонентов**

**Коммутация каналов**

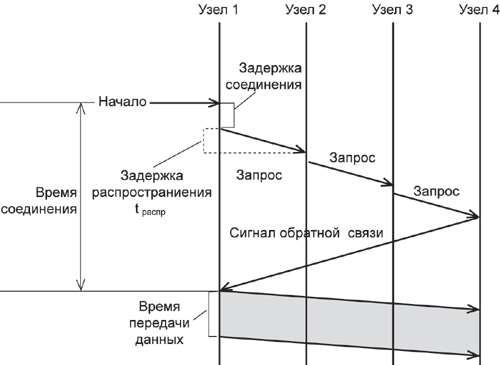


**Рис.** **2.17. Коммутация каналов на основе частотного уплотнения**

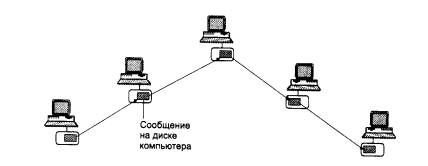


**Рис. 2.18***.* **Коммутация каналов на основе разделения канала во времени**

Мультиплексор составляет из поступающих байтов уплотненный кадр, называемый также обоймой; передача обоймы в выходной канал со скоростью N х 64 Кбит/с. Порядок байта в обойме соответствует номеру входного канала. Коммутатор записывает байты в память и заново формирует обойму, ставя байт в нужное место (соответствующее номеру выходного канала). Выделенный номер тайм-слота все время остается в распоряжении входного канала (даже если по нему ничего не передается!).



**Рис.2.19. Коммутация сообщений**



**Рис.2.20. Коммутация пакетов**

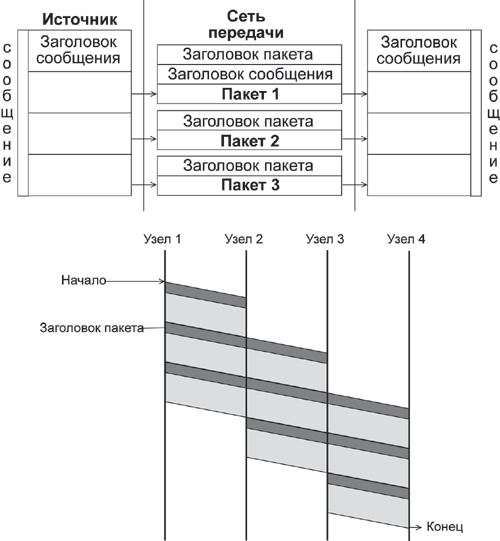
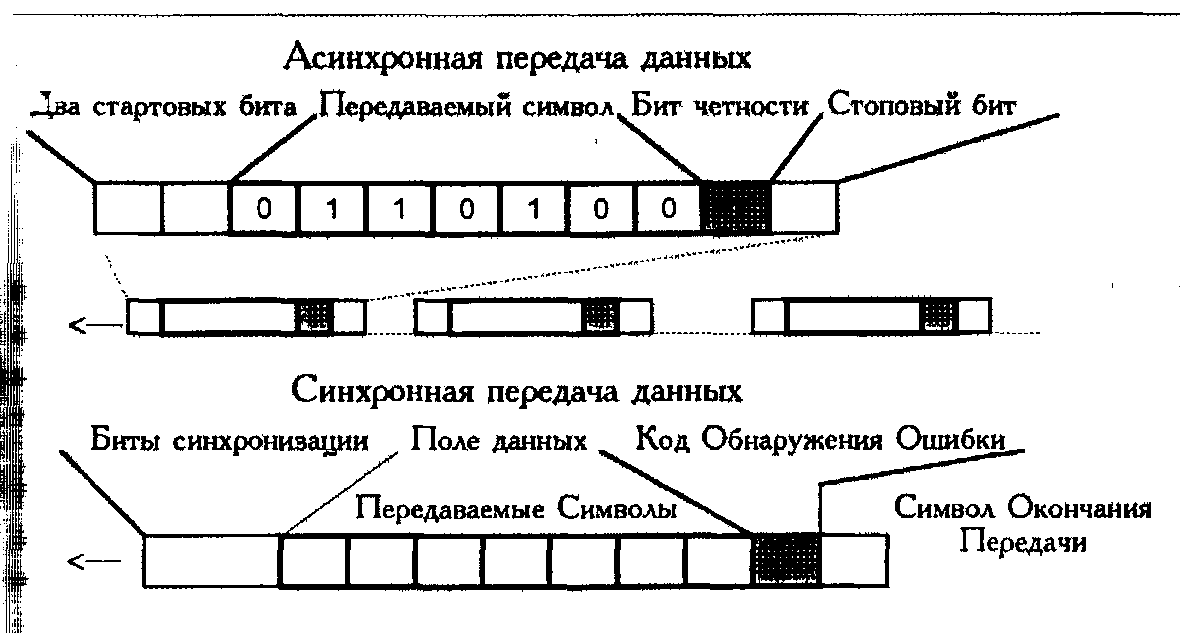


Рис.2.21. Коммутация пакетов

**II.2. Методы передачи на канальном уровне**

**2.2.1. Асинхронная и синхронная передачи**

Для передачи данных в сетях используются семиразрядный код ASC II (American Standard Code for information interchange) и методы последовательной передачи: *• Асинхронная* и *• Синхронная.*

****

**Рис. 2.21. Методы передачи данных**

При **АСИНХРОННОЙ ПЕРЕДАЧЕ** каждый символ (цифра, буква, знак препинания и т.п. – данное) передается отдельной посылкой. В современных компьютерных сетях практически не применяется.

При **СИНХРОННОЙ ПЕРЕДАЧЕ** данные передаются блоками (кадрами). Для синхронизации работы приемника и передатчика в начале блока передаются биты синхронизации (преамбула).

Затем передаются данные, код обнаружения ошибки и символ окончания передачи.

Достоинства синхронного метода:

• высокая эффективность передачи данных;

• высокие скорости передачи данных;

• надежный встроенный механизм обнаружения ошибок.

Недостатки: • интерфейсное оборудование более сложное и, соответственно, более дорогое.

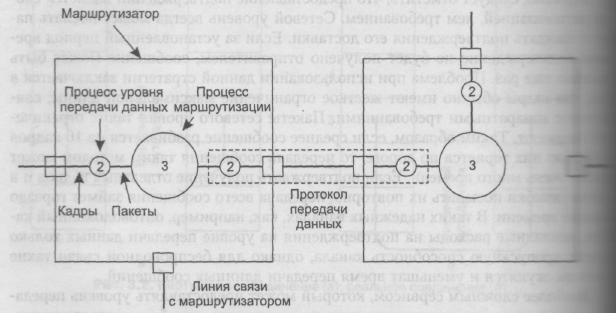
Сами кадры в сетях с КП передаются ***асинхронно***

Для управления передачей применяются синхронные бит-ориентированные протоколы. Наиболее распространенный HDLC (High-level Data Link Control).

2.2.2. Функциональные характеристики уровня ЗПД

Под «***звеном данных***» в ТКС понимается участок сети между двумя соседними ***узлами коммутации*** (**УК**) или между абонентской системой и ближайшим узлом коммутации, выполняющим одновременно роль ***узла доступа*** (УД).

Рис.2.22. Звено передачи данных



На уровне звена данных из отдельных бит, поставляемых физическим уровнем, формируются ПБД, именуемые ***кадрами***.

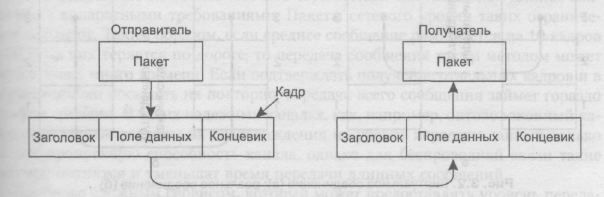


Рис.2.23. Взаимодействие между пакетами и кадрами

Протокол уровня звена данных должен обеспечивать:

– ***надежный способ определения границ отдельных кадров***, поскольку в общем случае в сетях с КП кадры передаются ***асинхронно.***

– ***обнаружение ошибок*** в принятом кадре. Для этого используются методы избыточного кодирования, требующие передачи в составе кадра служебной информации.

При обнаружении ошибок в принятом кадре кадр стирается и может быть запрошен для передачи заново с помощью специального ***кадра-квитанции***.

В роли кадра-квитанции могут выступать специальные ***служебные кадры*** с отсутствующим информационным полем или «попутные» встречные информационные кадры с дополнительным служебным полем для квитанции.

Повторная передача с использованием квитанции относится к классу протоколов с ***решающей обратной связью*** (**РОС**).

Существуют *три основных варианта РОС*,:

– с ожиданием (**РОС-ОЖ**),

– с повторной передачей последовательности (**РОС-ПП**)

– с адресным переспросом (**РОС-АП**).

Отличаются объемом дополнительной служебной информации в кадре, временем ожидания повторной передачи и расходом буферной памяти

В качестве отличительных признаков отдельных кадров может использоваться их ***циклическая нумерация*** по mod *M* (по модулю *М*), где *M*, как правило, равно 8 или 128.

Наличие нумерации кадров позволяет при любом варианте РОС использовать ***квитанции в виде номера очередного ожидаемого кадра***.

При этом допускается передавать кадры с номерами, превышающими номер в последней квитанции, но не более некоторого количества кадров, соответствующего размеру так называемого «***окна***».

Длина информационной части кадра и размер окна являются основными управляемыми количественными параметрами протоколов уровня звена данных.

Для выявления аварийных ситуаций потери квитанций задается ***тайм-аут***, после истечения которого автоматически принимается решение о повторной передаче.

На уровне звена данных достаточно ограничиться учетом влияния ошибок в канале.

В сетях при синхронной передаче используется **помехоустойчивое кодирование циклическим кодом** (CRC – cyclic redundancy check: 16 бит (2 байта) или 32 бита(4 байта)). Такая защита обнаруживает все одиночные ошибки, двойные ошибки и ошибки в нечетном числе бит. Невысокая степень избыточности. Например, для кадра Ethernet размером в 1024 байт контрольная информация длиной в 4 байт составляет только 0,4 %.

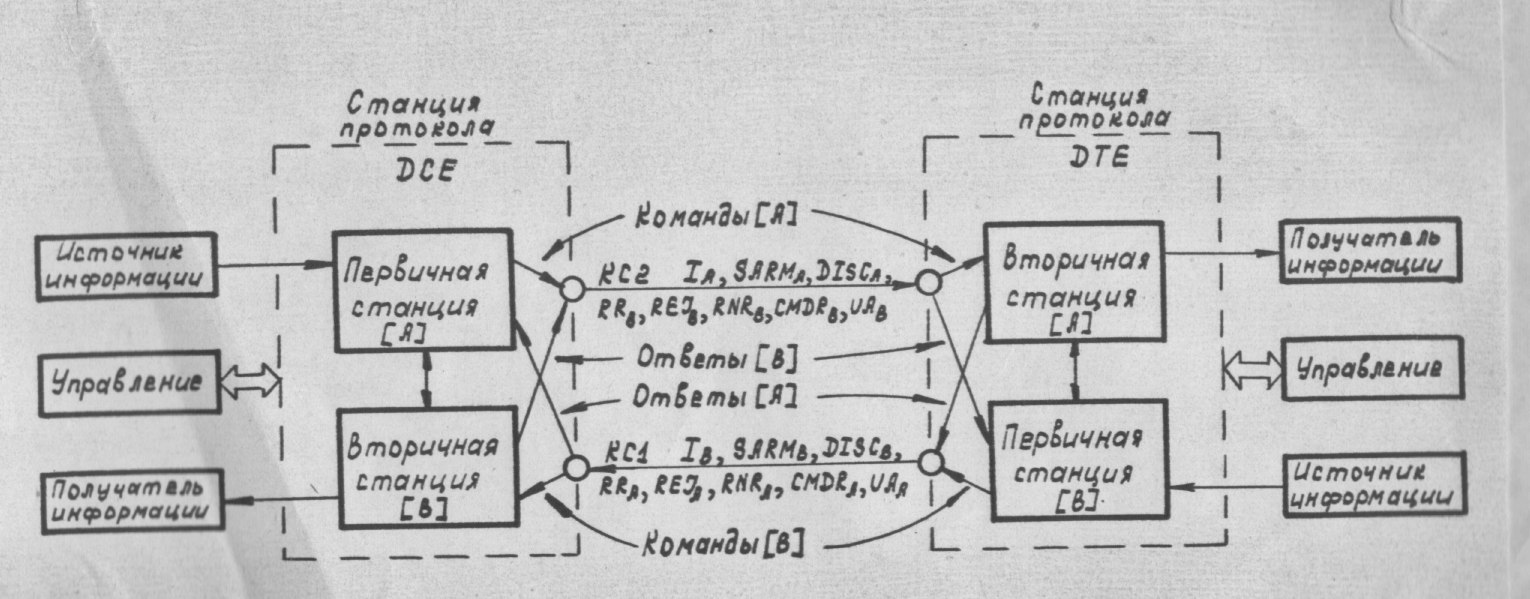


Рис. 2.24. Организация двухточечного канала по протоколу HDLC

**2.2.3. Протокол канального уровня HDLC**

(High Level Link Control)

**Управление потоком**

*Управление потоком* в HDLC осуществляется с помощью передающих и принимающих окон.

Передающий узел поддерживает порядковый номер N(S) следующего по очереди I-кадра, который должен быть передан. Принимающий узел поддерживает номер N(R), который, как ожидается, является порядковым номером следующего I-кадра.

**Формат кадра HDLC**

Кадр – протокольный блок данных для передачи на канальном уровне.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Формат кадра HDLC | | | | | |
| **Флаг** | **Адрес** | **Управляющее поле** | **Информационное поле** | **CRC** | **Флаг** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Формат управляющего поля кадра HDLC | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **Разряды** |
| 0 | N(S) | | | P/F | N(R) | | | **I-формат** |
| 1 | 0 | S-коды | | P/F | N(R) | | | **S-формат** |
| 1 | 1 | U-коды | | P/F | U-коды | | | **U-формат** |

Рис.2.25. Формат кадра и управляющего поля HDLC, где:   
N(S) - порядковый номер передаваемого кадра,   
N(R) - порядковый номер принимаемого кадра,  
P/F - бит опроса/окончания

Все кадры должны начинаться и заканчиваться полями флага "01111110".

*Адресное поле* определяет первичную или вторичную станции, участвующие в передаче конкретного кадра. Каждой станции присваивается уникальный адрес.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Правила адресации | | | |
| **Первичная станция А** | **------ Команда (Адрес В) ----->** | **Вторичная станция В** | **Несбалансир. конфигурация** |
| **<----- Ответ (Адрес В) ------** |
|  | | | |
| **Комбинир. станция А** | **----- Команда (Адрес В) ----->** | **Комбинир. станция В** | **Сбалансир. конфигурация** |

**Управляющее поле HDLC**

Управляющее поле определяет тип кадра и используется для реализации механизма управления потоком между передающей и принимающей станциями. В табл. представлены команды и ответы, используемые в случае сбалансированной и несбалансированной конфигураций канала.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Несбалансированный (UN)** | |  | **Сбалансированный (UB)** | |
| **Первичная** | **Вторичная** | **Первичная** | **Вторичная** |
| **Команда** | **Ответ** | **Команда** | **Ответ** |
|  | REJ |  | REJ |
| – | RR | – | RR |
| – | RNR | – | RNR |
| **SNRM** | UA | **SABM** | UA |
| DISC | DM | DISC | DM |
|  | FRMR |  | FRMR |

Команды SNRM и SABM являются командами установки режима. HDLC требует, чтобы была установлена сбалансированная или несбалансированная конфигурация.

**Бит P/F** или бит опроса/окончания принимается во внимание только тогда, когда он установлен в 1. Бит P/F называется битом P, когда он используется первичной станцией, и битом F, когда он используется вторичной станцией.

* Первичная станция использует бит P для санкционирования передачи кадра статуса от вторичной станции. P также может означать опроc. То есть P=1 как бы говорит: ответьте мне, потому что я хочу знать ваш статус
* Вторичная станция отвечает на бит P кадром данных или состояния с битом F. Бит F может также означать окончание передачи вторичной станцией в режиме нормального ответа (NRM).

Функции команд/ответов для ненумерованного формата:

**SNRM** *(Set Normal Response Mode - Установить режим нормального ответа)*. Эта команда переводит вторичную станцию в NRM (режим нормального ответа). Это означает, что первичная станция управляет всем потоком сообщений в канале.

**UA** – *ненумерованное подтверждение* (Unnumbered Acknowledgement). Команда служит для подтверждения установления или разрыва соединения.

**DISC** – *сброс соединения* (Disconnect). Запрос на разрыв соединения.

**DM** – *отклик на кадр* DISC. Указывает на разрыв соединения.

**SABM** *(Set Asynchronous Balanced Mode -* Установить асинхронный сбалансированный режим)*.*

**FRMR** *(Frame Rejekt - Неприем кадра)*. Используется для сообщения об ошибочной ситуации , которая не может быть устранена повторением кадра (искажение формата кадра).

С**упервизорные** кадры:

**RR** – *приемник готов* (Receiver ready, RR).

**REJ** – *отказ* (Reject, REJ),

**RNR** – *приемник не готов*  (Receiver Not Ready, RNR).

**SREJ – в**ыборочный отказ (Selective Reject, SREJ),

**Системные параметры Т1, N2, N1, K и рекомендации по их установке**

***Таймер Т1*** запускается с момента передачи каждого кадра и используется для инициирования повторной передачи, в случае его переполнения. Период таймера Т1 должен быть больше, чем максимальное время между передачей кадра и приемом подтверждения.

***Счетчик N2*** используется для определения максимального числа повторных передач, выполняемых по переполнении таймера Т1..

***Счетчик N1*** - определяет максимальную длину информационных полей (битов в I-кадре).

***Размер окна К*** - максимальное число переданных, но не подтвержденных I-кадров. Оно не должно быть более 7.

Параметры Т1, N2, N1 и K являются системными, подлежащими согласованию с администрацией на некоторый период времени.

**2.2.4. СТРУКТУРА ЗВЕНА ПД**

Пользователь-источник Пользователь-получатель

данных (пакетов) данных (пакетов)

Согласующий Процедура управления потоком Согласующий

Накопитель накопитель

Присвоение пакетам Процедура управления Формирование очереди

Номеров, хранение и передачей и снхронизацией из пакетов с приписанны-

Выбор пакетов, конт- пакетов ми им номерами с целью

ролируемых переда- «выравнивания» последо-

дающей станцией на вательности выдаваемых

передачу в канал пакетов

Формирование инфор- Процедура формирования Выделение из ИО кадра

мационных областей (разделения) адресной, ин- управляющей информа-

(ИО) кадров формационной и управля- ции и пакетов с приписа-

ляющей областей кадра нными им номерами

Кодирование ИО кадра Процедура кодирования Декодирование принима-

помехоустойчивым (декодирования) помехо- мых комбинаций длины

(n,m)-кодом устойчивого (n,m)-кода n

Отображение комбинаций Процедура вставки (иск- Отображение КК в комби-

помехоустойчивого (n,m)- лючения) двоичных сим- бинации длины n

кода в канальные кадры волов 0 (бит/стаффинг)

Обрамление КК флагами Синхронизация канальных Поиск флагов и указание

Кадров и поддержание ДК границ КК

**ДК**

**Рис. 2.26. Принятая МОС стандартная структура PGL**

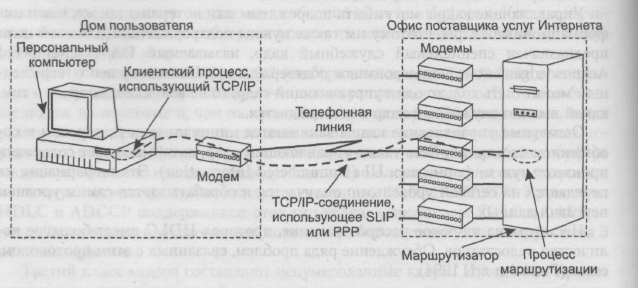
**2.2.5. Уровень ПД в Интернете**

На больших территориях инфраструктура строится на основе выделенных линий, соединяющих отдельные машины по принципу «точка — точка». На практике соединение «точка — точка» используется прежде всего в двуж ситуациях.

Во-первых, вся связь с внешним ми­ром локальных сетей осуществляется через один или два маршрутизатора, связанных выделенными линиями «точка—точка» с удаленными маршрутизаторами. Именно эти маршрутизаторы вместе с выделенными линиями образуют подсети, из которых состоит Интернет.

Во-вторых, соединения «точка — точка» связывают миллионы индивидуальных пользо­вателей с Интернет с помощью модемов и телефонных линий (рис.).

Рис.2.27. Выход ПК в Интернет



В

Как для соединения двух маршрутизаторов по выделенной линии, так и для соединения маршрутизатора с хостом требуется протокол, который бы зани­мался формированием кадров, обработкой ошибок и другими функциями уров­ня передачи данных.

Широко распространенным в Интернете является РРР (Point-to- Point – протокол передачи от точки к точке).

Протокол РРР является механизмом формирования кадров, поддерживающим различные протоколы, которым можно пользоваться при модемных соединени­ях, в последовательных по битам линиях HDLC, сетях SONET и других физиче­ских средах. РРР поддерживает обнаружение ошибок, переговоры о параметрах, сжатие заголовков, а также, по желанию, надежное соединение с использованием кадров HDLC.

Протокол РРР описан в рекомендации RFC 1661 и доработан в некоторых более поздних документах RFC (например, RFC 1662 и 1663).

(RFC– Requests for Comments, набор технических отчетов).