

## Раздел 9 Компьютерные глобальные сети с коммутацией пакетов

### Тема 9.1 Организация виртуальных каналов информационного обмена. Протокол X.25

*Виртуальный канал - логический канал, проходящий через всю коммуникационную сеть и обеспечивающий передачу блоков данных с сохранением их исходной последовательности. Эти каналы могут быть реализованы на физическом, канальном, сетевом и транспортном уровнях модели OSI. Виртуальные каналы могут быть также организованы на базе последовательности физических каналов коммуникационной сети.*

Обычно виртуальные каналы:

- организуются преимущественно на канальном уровне модели OSI;
- используются преимущественно в коммутируемых сетях;
- классифицируются на постоянные и коммутируемые;
- распространены больше в глобальных, чем в локальных сетях.

Использование виртуальных каналов в первую очередь предназначено для увеличения производительности работы подсистемы передачи данных. Увеличение производительности работы достигается за счет уменьшения объемов служебного трафика, передаваемого через сеть.

Проанализируем два возможных варианта передачи нескольких потоков данных между двумя приложениями.

#### Принципы построения и компоненты сети X.25

Главной особенностью сети X.25 является использование аппарата **виртуальных каналов** для обеспечения информационного взаимодействия между компонентами сети. *Виртуальные каналы предназначены для организации вызова и непосредственной передачи данных между абонентами сети.* Информационный обмен в сети X.25 во многом похож на аналогичный процесс в сетях ISDN и состоит из **трех обязательных фаз**:

- *Установление вызова (виртуального канала)*
- *Информационный обмен по виртуальному каналу*
- *Разрывание вызова (виртуального канала)*

Информационное взаимодействие в сети X.25 осуществляется на физическом, канальном и сетевом уровнях. На физическом уровне могут быть использованы любые универсальные или специализированные интерфейсы. Компонентами сети являются устройства трех основных категорий:

- **Устройства DTE** (Data Terminal Equipment)
- **Устройства DCE** (Data Circuit-Terminating Equipment)
- **Устройства PSE** (Packet Switching Exchange)

**Устройство PAD** (packet assembler/ disassembler) является специфическим устройством сети X.25. PAD предназначен для обеспечения взаимодействия неспециализированных терминалов с сетью, для преобразования потока символов, который поступает от неспециализированного терминала в пакеты X.25 и выполнения обратного преобразования.

#### Взаимодействие на канальном уровне сети X.25

Протоколы канального уровня HDLC/SDLC, были разработаны для того, чтобы решать следующие **задачи**:

- *Обеспечение передачи сообщений, которые могут содержать любое количество бит и любые возможные комбинации бит - требование кодовой прозрачности.*
- *При передаче потока бит должны выполняться процедуры, которые позволяют обнаружить ошибки на приемной стороне.*
- *Возникновение ошибки при передаче не должно приводить к потере или дублированию компонентов сообщения, т.е. к его искажению.*
- *Протокол канального уровня должен был обеспечивать работу как двухточечных, так и многоточечных физических цепей*
- *Протокол должен обеспечивать подключение дуплексных и полудуплексных линий*
- *Протокол должен обеспечивать информационный обмен при значительных вариациях времени распространения сигнала*

## Протоколы семейства HDLC

Протоколы осуществляют передачу данных в виде кадров переменной длины. Начало и конец кадра помечается специальной последовательностью битов, которая называется **флагом**. Для обеспечения дисциплины управления процессом передачи данных, одна из станций, которые обеспечивают информационный обмен, может быть обозначена, как **первичная**, а другая (или другие) станции могут быть обозначены, как **вторичные**. *Кадр, который посылает первичная станция, называется командой (command). Кадр, который формирует и передает вторичная станция, называется ответ (response).*

### Режимы организации взаимодействия на канальном уровне

Вторичная станция сегмента может работать в двух режимах: режиме **нормального ответа** или в режиме **асинхронного ответа**. Вторичная станция, которая находится в режиме нормального ответа, начинает передачу данных только в том случае, если она получила разрешающую команду от первичной станции. Вторичная станция, которая находится в режиме асинхронного ответа, может по своей инициативе начать передачу кадра или группы кадров. Станции, которые сочетают в себе функции первичных и вторичных станций и называются **комбинированными**. Симметричный режим взаимодействия комбинированных станций называется **сбалансированным режимом**.

### Процедура LАРВ

Процедура **LAPB** (Link Access Procedure Balanced) используется в сетях X.25 в качестве протокола канального уровня.

#### Флаг

Протокол LAPB использует в качестве флага комбинацию из 8 бит, которая состоит из 6-ти единиц и двух нулей, которые обрамляют эту последовательность спереди и сзади (01111110). Процесс приема кадра завершается при получении следующего флага. В том случае, если к моменту получения завершающего флага приемник получил менее 32 бит, принятый кадр считается ошибочным и уничтожается. Для предотвращения появления флаговой комбинации в теле кадра используется специальная процедура.

### Структура кадра LAPB

Рекомендация X.25 определяет два основных типа процедуры LAPB - **основной** тип (modulo 8, basic) и **расширенный** тип (modulo 128, extended). Эти режимы отличаются разрядностью счетчиков, которые используются для управления потоком кадров. Кадр протокола LAPB содержит 4 поля: **ADDRESS, CONTROL, Data, FCS**. Поле DATA в кадре LAPB может отсутствовать.

#### Поле ADDRESS

*Поле ADDRESS занимает в кадре один байт. В этом поле располагается бит признака C/R (Command /Response). В поле ADDRESS кадра управляющей команды размещается физический адрес принимающей станции. В поле ADDRESS кадра ответа на команду размещается физический адрес передающей станции.*

#### Поле CONTROL

Содержимое этого поля определяет тип кадра.

- *Информационные кадры (Information Frames, I-кадры). В битах поля CONTROL размещаются 3-х разрядный номер передаваемого кадра и 3-х разрядный номер кадра, который ожидается для приема для обеспечения управления потоком.*

- *Управляющие кадры (Supervisory Frames, S-кадры). В поле CONTROL размещается 3-х разрядный номер информационного кадра, который ожидается для приема и два бита, которые определяют тип передаваемого управляющего кадра.*

Обозначение	Тип кадра	Бит №3	Бит №4
RR	Приемник готов (Receiver Ready)	0	0
RNR	Приемник не готов (Receiver Not Ready)	1	0
REJ	Отказ/переспрос (Reject)	0	1

- Наиболее часто в процессе информационного взаимодействия используются управляющие кадры типа **RR**. Кадры данного типа передает получатель данных для того, чтобы обозначить готовность к приему очередного кадра, в том случае, когда он сам не имеет информации для передачи. Кадры **RNR** используются устройствами DCE и DTE для того, чтобы сообщить абоненту о возникновении аварийной ситуации, в которой дальнейший прием информационных кадров невозможен. Кадры **REJ** используются устройствами DCE и DTE для того, чтобы сигнализировать абоненту о разрешении аварийной ситуации, в которой был невозможен прием информационных кадров. Кадр **REJ** передается после кадра **RNR** и подтверждает факт перехода линии в нормальный режим работы.

- **Ненумерованные кадры** (Unnumbered Frames, U - кадры). Предназначены для организации и разрывания логического соединения, согласования параметров линии и формирования сигналов о возникновении неустранимых ошибок в процессе передачи данных I-кадрами.

Обозначение	Тип	Признак
SABM(E)	Set Asynchronous Balanced Mode	Команда
DISC	Disconnect	Команда
DM	Disconnect Mode	Ответ
UA	Unnumbered Acknowledgement	Ответ
FRMR	Frame Reject	Ответ

- Кадр **FRMR** передается вторичной станцией для того, чтобы указать на возникновение аварийной ситуации, которая не может быть разрешена путем повторной передачи аварийного кадра.

### Сетевой уровень X.25

Для передачи по сети пакеты X.25 инкапсулируются в кадры LAPB. Протокол LAPB обеспечивает надежную доставку этих пакетов по каналу, который связывает один компонент сети с другим. Один физический канал в сети X.25 может быть использован для того, чтобы передавать пакеты, которые относятся к нескольким различным процессам сетевого уровня. В отличие от принципа статического временного разделения, который используется в сетях ISDN, в сети X.25 для распределения канальных ресурсов используется принцип динамического разделения.

### Виртуальные каналы X.25

Процесс сетевого уровня получает в свое распоряжение часть полосы пропускания физического канала в виде виртуального канала. Полная полоса пропускания канала делится в равных пропорциях между виртуальными каналами, которые активны в текущий момент. В сети X.25 существует два типа виртуальных каналов: **коммутируемые (SVC)** и **постоянные (PVC)**.

### Формат пакета X.25

*Пакет X.25 состоит как минимум из трех байтов, которые определяют заголовок пакета. Первый байт содержит 4 бита идентификатора общего формата и 4 бита номера группы логического канала. Второй байт содержит номер логического канала, а третий — идентификатор типа пакета. Пакеты в сети бывают двух типов — управляющие пакеты и пакеты данных. Тип пакета определяется значением младшего бита идентификатора типа пакета.*

## Идентификатор общего формата

Поле идентификатора общего формата содержит признак, который устанавливает тип процедуры управления потоком пакетов (modulo 8 или modulo 128).

## Номер логического канала

Номер логического канала задается содержимым двух полей — номер группы логического канала от 0 до 15 и номер канала в группе от 0 до 255. Таким образом, максимальное число логических каналов может достигать значения 4095. Номер логического канала определяет виртуальный порт, с которым ассоциируется конкретный пользовательский процесс.

## Идентификатор типа пакета

DCE → DTE	DTE → DCE	Код (16)
Incoming Call	Call Request	0B
Call Connected	Call Accepted	0F
Clear Indication	Clear Request	13
Clear Confirmation	Clear Confirmation	17
Interrupt	Interrupt	23
Interrupt Confirmation	Interrupt Confirmation	27
Receiver Ready (RR)	Receiver Ready (RR)	X1
Receiver Not Ready (RNR)	Receiver Not Ready (RNR)	X5
—	Reject (REJ)	X9

Сетевые адреса получателя и отправителя пакета размещаются в поле "данные", и предназначены для управления вызовами.

## Формат сетевого адреса X.25

*Сетевой адрес состоит из двух частей*

- Data Network ID Code (DNIC)
- Network Terminal Number

Поле DNIC содержит 4 десятичных цифры и определяет код страны и номер провайдера. Содержимое поля Network Terminal Number содержит 10 или 11 десятичных цифр, которые определяют провайдер и предназначено для определения конкретного пользователя.

## Управление потоком кадров

Для управления потоком пакетов на сетевом уровне X.25 используются такие же процедуры и механизмы, какие используются для управления потоком кадров на канальном уровне сети X.25.

## Контрольные вопросы по лекционному материалу:

1. Дайте определение виртуального канала информационного обмена.
2. Назовите назначение виртуального канала в сети X.25 и три обязательные фазы информационного обмена.
3. Перечислите задачи протоколов канального уровня HDLC/SDLC.
4. Перечислите содержимое поля ADDRESS.
5. Назовите особенности информационных и управляющих кадров.
6. Перечислите структуру формата пакета X.25.