

**06.04.2020**  
**Урок 1-2**  
**Тема: СЕТИ X.25**

**Особенности сети.**

Появившаяся в 1970-е гг. сеть X.25 относится к одной из первых глобальных общественных сетей передачи данных. В то время для передачи данных можно было использовать только телефонную сеть. Соединение двух компьютеров устанавливалось с помощью телефонного звонка. Ему присваивался уникальный номер, по которому определялось место назначения передаваемых пакетов. В сети X.25 одновременно могло быть много соединений. Посылаемые пакеты содержали трехбайтный заголовок, после которого следовало поле данных размером до 128 байт. Заголовок состоял из 12-битного номера соединения, порядкового номера пакета, номера для подтверждения доставки и еще некоторой служебной информации.

Особенности сети X.25 состоят в том, что сеть:

- основана на коммутации пакетов между конечными узлами и реализует три нижних уровня модели OSI;
- гарантирует целостность доставки данных, при этом высокая надежность обеспечивается избыточными связями коммутаторов и возможностью динамического изменения маршрутов;
- стандартизована (с 1974 г.), протоколы X.25 поддерживают многие мосты и маршрутизаторы (контроллеры удаленного доступа);
- применяется для обмена сообщениями между пользователями, построения распределенных систем клиент-сервер, подключения терминальных узлов (кассовых аппаратов, банкоматов и др.), связи между собой локальных сетей и других задач. Недостатком сетей являются значительные задержки передачи пакетов, не позволяющие использовать их для голосовой связи.

**Структура и состав сети.**

В состав сети X.25 входят (рис. 1):

- коммутаторы пакетов (Packet Switching Exchange — PSE), соединенные высокоскоростными выделенными цифровыми или аналоговыми линиями, которые и образуют непосредственно глобальную сеть;

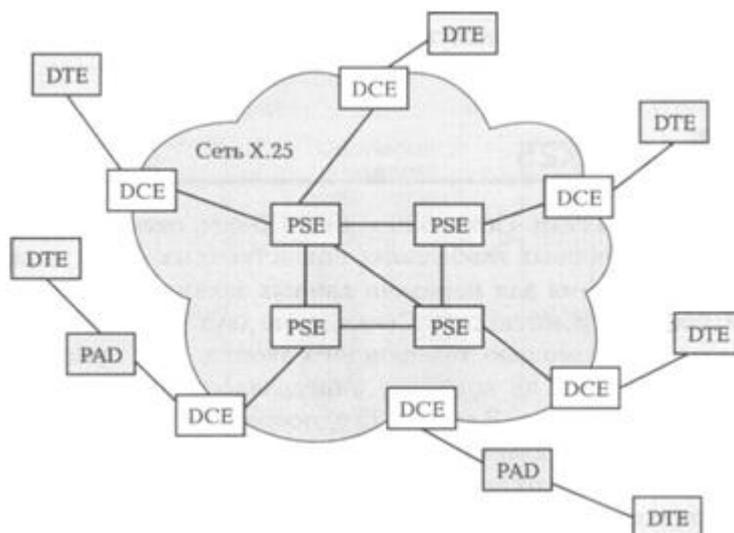


Рис. 1 Структура сети X.25

- телекоммуникационное оборудование (Data Circuit-terminating Equipment — DCE), например модемы, обеспечивающее доступ к сети;
- аппаратура передачи данных (Data Terminal Equipment — DTE), в том числе терминалы, компьютеры и другое оконечное оборудование пользователей;
- сборщики-разборщики пакетов (Packet Assembler/Disassembler — PAD), предназначенные для доступа абонентов в сеть с коммутацией пакетов.

Используются для терминалов, не поддерживающих в полном объеме функциональности X.25.

Их функции: перед отправкой разбивают потоки данных на пакеты, а при получении восстанавливают из пакетов потоки данных.

### Адресация в сети.

В автономной сети X.25 максимальная длина поля адреса в пакете составляет 16 байт. Администратор может назначать произвольные адреса в пределах поля адреса.

При обмене данными с другими сетями X.25 адресация узлов DTE осуществляется в соответствии с рекомендациями X.121, обеспечивающими единое адресное пространство в мировом масштабе.

Используются три разновидности адресов:

- 1) полный международный сетевой, который начинается с префикса «О», за ним следует трехзначный код страны (250 — Россия), затем номер сети в стране (один знак) и номер узла (до 10 цифр);
- 2) полный международный телефонный, начинающийся с префикса 9, за которым следует трехзначный код страны, а затем телефонный номер в стране (до 11 цифр);
- 3) внутренний сетевой, состоящий из номера сети в стране и номера узла (до 10 цифр).

### Стек протоколов сети.

Стандарты сетей X.25 описывают три уровня протоколов: физический, канальный и сетевой.

На физическом уровне соответствующими протоколами определены интерфейсы оборудования передачи данных. Для линии связи протокол не оговорен, можно использовать разные стандарты.

На канальном уровне сеть X.25 обеспечивает гарантированную доставку, целостность данных и контроль потока. Обычно используется протокол сбалансированного доступа к линии связи (Link Access Protocol-Balanced — LAP-B), при котором оба участвующих в соединении узла равноправны.

Протокол LAP-B ориентирован на соединение и для надежной передачи кадров между двумя непосредственно соединенными устройствами использует алгоритм скользящего окна. Окно имеет фиксированный размер в 8 или 128 кадров и не может изменяться динамически. Согласно протоколу нумеруются не байты, а кадры.

По протоколу LAP-B также обычно устанавливаются соединения на канальном уровне между непосредственно связанными коммутаторами сети.

Сетевой уровень реализуется пакетным протоколом (Packet-Layer Protocol — PLP), который управляет обменом кадрами через виртуальные цепи и отделяет следующие режимы:

- установление соединения (Call Setup), используемый для организации коммутируемой виртуальной цепи между аппаратурой передачи данных DTE. Для постоянных виртуальных цепей режим не используется;

- передача данных (Data-Transfer Mode), в котором выполняются сегментация, заполнение недостающих битов (Padding), контроль ошибок и управление потоком. Режим используется при обмене данными для всех виртуальных цепей (PVC и SVC);

- пауза (Idle Mode), используемый в коммутируемых виртуальных цепях после установления соединений до начала обмена данными;

- сброс соединения (Call-Clearing Mode), предназначенный для разрыва конкретной коммутируемой виртуальной сети SVC при завершении сеанса;

- рестарт (Restarting Mode), используемый для синхронизации передачи между аппаратурой передачи данных DTE и локальным DCE. В этом режиме все устройства передачи данных DTE, подключенные к данному телекоммуникационному оборудованию DCE, должны установить виртуальные цепи.

Отличием технологии X.25 от рассматриваемых далее технологий Frame Relay и ATM является то, что после установления виртуального канала данные передаются протоколом сетевого, а не канального уровня.

Видео по теме: <https://www.youtube.com/watch?v=gbAmGA4YLw4>

## Урок 3-4

### Сети Frame Relay (FR)

Сеть Frame Relay является сетью с коммутацией кадров или сетью с ретрансляцией кадров, ориентированной на использование цифровых линий связи. Первоначально технология Frame Relay была стандартизирована как служба в сетях ISDN со скоростью передачи данных до 2 Мбит/с. В дальнейшем эта технология получила самостоятельное развитие. Frame Relay поддерживает физический и канальный уровни OSI. Технология Frame Relay использует для передачи данных технику виртуальных соединений (коммутируемых и постоянных).

Стек протоколов Frame Relay передает кадры при установленном виртуальном соединении по протоколам физического и канального уровней. В Frame Relay функции сетевого уровня перемещены на канальный уровень, поэтому необходимость в сетевом уровне отпала. На канальном уровне в Frame Relay выполняется мультиплексирование потока данных в кадры.

Каждый кадр канального уровня содержит заголовок, содержащий номер логического соединения, который используется для маршрутизации и коммутации трафика. Frame Relay - осуществляет мультиплексирование в одном канале связи нескольких потоков данных. Кадры при передаче через коммутатор не подвергаются преобразованиям, поэтому сеть получила название ретрансляции кадров. Таким образом, сеть коммутирует кадры, а не пакеты. Скорость передачи данных до 44 Мбит/с, но без гарантии целостности данных и достоверности их доставки.

Frame Relay ориентирована на цифровые каналы передачи данных хорошего качества, поэтому в ней отсутствует проверка выполнения соединения между узлами и контроль достоверности данных на канальном уровне. Кадры передаются без преобразования и контроля как в коммутаторах локальных сетей. За счет этого сети Frame Relay обладают высокой производительностью. При обнаружении ошибок в кадрах повторная передача кадров не выполняется, а искаженные кадры отбраковываются. Контроль достоверности данных осуществляется на более высоких уровнях модели OSI.

Сети Frame Relay широко используются в корпоративных и территориальных сетях в качестве:

- каналов для обмена данными между удаленными локальными сетями (в корпоративных сетях);
- каналов для обмена данными между локальными и территориальными (глобальными) сетями.

Технология Frame Relay (FR) в основном используется для маршрутизации протоколов локальных сетей через общие (публичные) коммуникационные сети. Frame Relay обеспечивает передачу данных с коммутацией пакетов через интерфейс между оконечными устройствами пользователя DTE (маршрутизаторами, мостами, ПК) и оконечным

оборудованием канала передачи данных DCE (коммутаторами сети типа "облако").

Коммутаторы Frame Relay используют технологию сквозной коммутации, т.е. кадры передаются с коммутатора на коммутатор сразу после прочтения адреса назначения, что обеспечивает высокую скорость передачи данных. В сетях Frame Relay применяются высококачественные каналы передачи, поэтому возможна передача трафика чувствительного к задержкам (голосовых и мультимедийных данных). В магистральных каналах сети Frame Relay используются волоконно-оптические кабели, а в каналах доступа может применяться высококачественная витая пара.



Рис. 1.

На рисунке представлена структурная схема сети Frame Relay, где изображены основные элементы:

1. DTE (data terminal equipment) – аппаратура передачи данных (маршрутизаторы, мосты, ПК).
2. DCE (data circuit-terminating equipment) – оконечное оборудование канала передачи данных (телекоммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети).

### **Физический уровень Frame Relay**

На физическом уровне Frame Relay используют цифровые выделенные каналы связи, протокол физического уровня I.430/431.

### **Канальный уровень Frame Relay**

В сети Frame Relay используется два типа виртуальных каналов: постоянные (PVC) и коммутируемые виртуальные каналы. На канальном уровне поток данных структурируется на кадры, поле данных в кадре имеет переменную величину, но не более 4096 байт. Канальный уровень реализуется протоколом LAR-F. Протокол LAR-F имеет два режима работы: основной и управляющий. В основном режиме кадры передаются без преобразования и контроля.

В поле заголовка кадра имеется информация, которая используется для управления виртуальным соединением в процессе передачи данных. Виртуальному соединению присваивается определенный номер (DLCI). DLCI (Data Link Connection Identifier) - идентификатор соединения канала данных.

Каждый кадр канального уровня содержит номер логического соединения, который используется для маршрутизации и коммутации

трафика. При этом контроль правильности передачи данных от отправителя получателю осуществляется на более высоком уровне модели OSI.

Коммутируемые виртуальные каналы используются для передачи импульсного трафика между двумя устройствами DTE. Постоянные виртуальные каналы применяются для постоянного обмена сообщениями между двумя устройствами DTE.

Процесс передачи данных через коммутируемые виртуальные каналы осуществляется следующим образом:

- установление вызова - образуется коммутируемый логический канал между двумя DTE;
- передача данных по установленному логическому каналу;
- режим ожидания, когда коммутируемая виртуальная цепь установлена, но обмен данными не происходит;
- завершение вызова - используется для завершения сеанса, осуществляется разрыв конкретного виртуального соединения.

Процесс передачи данных через предварительно установленные постоянные виртуальные каналы осуществляется следующим образом:

- передача данных по установленному логическому каналу;
- режим ожидания, когда коммутируемая виртуальная цепь установлена, но обмен данными не происходит.

Достоинства сети Frame Relay:

- высокая надежность работы сети;
- обеспечивает передачу чувствительный к временным задержкам трафик (голос, видеоизображение).

Недостатки сети Frame Relay:

- высокая стоимость качественных каналов связи;
- не обеспечивается достоверность доставки кадров.

***Видео по теме***

<https://www.youtube.com/watch?v=kJG1guqBRfw>