Лекция 11. Глобальная сеть X.25

Цель лекции

Изучить назначение и особенности глобальных сетей X.25, интерфейсы взаимодействия с сетью, структуру сети, принципы адресации и стек протоколов, который обеспечивает передачу данных между удалёнными устройствами.

1. Понятие и назначение сети X.25

X.25 представляет собой стандарт Международного союза электросвязи (ITU-T), который определяет взаимодействие пользовательского оборудования с сетью передачи данных с коммутацией пакетов.

Стандарт X.25 был разработан для передачи данных между удалёнными компьютерами через сети операторов связи. Он широко применялся в корпоративных сетях, банковских системах, терминальных сетях и других инфраструктурах, где требовалась надёжная передача данных по каналам связи с высокой вероятностью ошибок.

В отличие от сетей с коммутацией каналов, где для связи выделяется отдельный канал на время сеанса, X.25 использует коммутацию пакетов. Данные разделяются на пакеты, которые передаются через промежуточные узлы сети.

Сеть может обслуживать множество пользователей одновременно. Для каждого соединения создаётся логический канал, по которому передаются пакеты между отправителем и получателем.

Основные задачи сети X.25

- передача данных между удалёнными устройствами;
- установление логических соединений;
- контроль ошибок передачи;
- управление потоком пакетов;
- поддержка виртуальных соединений;
- обеспечение упорядоченной и надёжной доставки данных на уровне протоколов X.25.

Сети X.25 относятся к технологиям предыдущих поколений. Сегодня они в основном имеют историческое значение или сохраняются в отдельных специализированных системах.

2. Интерфейсы сетей X.25

Интерфейс X.25 определяет правила взаимодействия между пользовательским оборудованием и сетью передачи данных.

Для описания такого взаимодействия используются два основных понятия.

DTE (Data Terminal Equipment), оконечное оборудование данных, представляет собой устройство пользователя. Это может быть компьютер, терминал или маршрутизатор.

DCE (Data Circuit-terminating Equipment), оконечное оборудование канала передачи данных, обеспечивает подключение пользовательского устройства к сети оператора. В зависимости от реализации эту роль может выполнять сетевое оборудование оператора.

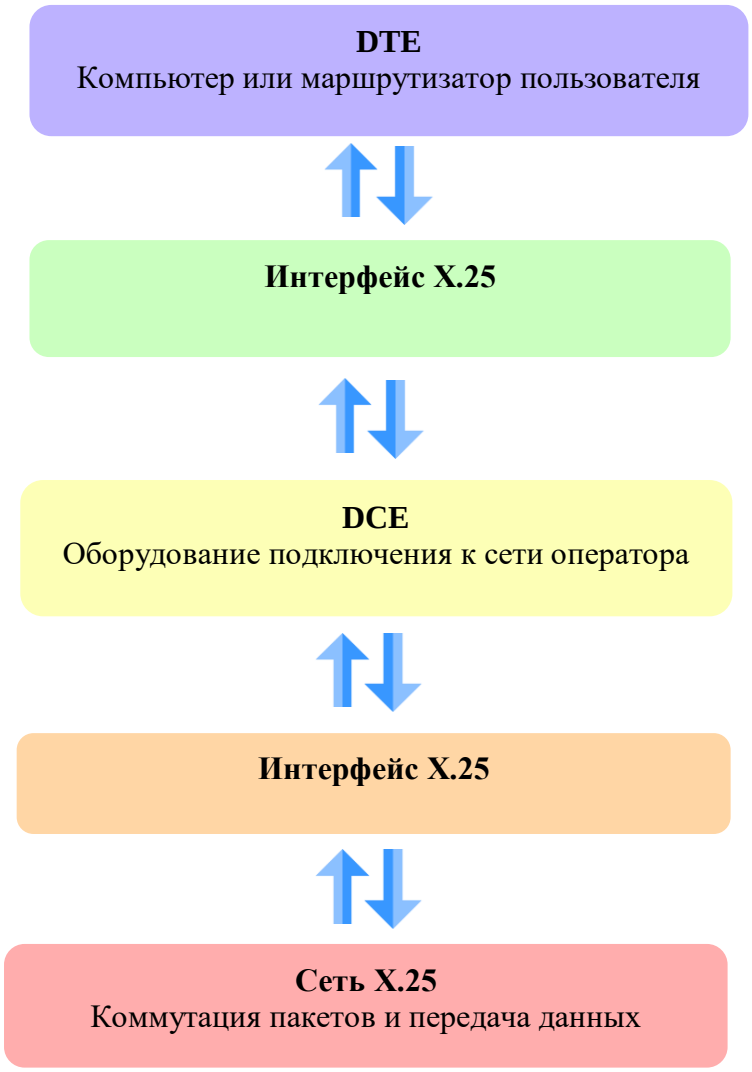


Рисунок 1. Взаимодействие DTE и DCE в сети X.25.

Основные функции интерфейса

Интерфейс X.25 обеспечивает:

1. установление логического соединения;
2. передачу пакетов данных;
3. управление потоком данных;
4. обработку ошибок;
5. завершение виртуального соединения.

Стандарт X.25 определяет взаимодействие на уровне пакетов и канального уровня, а также предусматривает физические интерфейсы для подключения оборудования.

На физическом уровне в исторических реализациях применялись интерфейсы, например, X.21 и семейство V.24/V.28. Конкретный тип подключения зависел от оборудования и сети оператора.

3. Основные признаки сетей X.25

Сети X.25 имеют ряд характерных особенностей.

3.1. Коммутация пакетов

Передаваемое сообщение разделяется на отдельные пакеты. Каждый пакет проходит через промежуточные узлы сети.

Коммутация пакетов позволяет совместно использовать каналы связи несколькими пользователями.

3.2. Виртуальные соединения

Перед передачей данных между устройствами обычно устанавливается логическое соединение, которое называется виртуальным каналом.

Виртуальное соединение не означает выделение отдельного физического кабеля или канала. Оно представляет собой логический путь передачи пакетов через общую сетевую инфраструктуру.

В X.25 различают два основных типа виртуальных соединений:

- Коммутируемый виртуальный канал (SVC, Switched Virtual Circuit). Создаётся для конкретного сеанса связи и освобождается после его завершения.
- Постоянный виртуальный канал (PVC, Permanent Virtual Circuit). Настраивается заранее и используется без отдельной процедуры установления соединения для каждого сеанса.

3.3. Контроль ошибок

X.25 предусматривает механизмы обнаружения ошибок и повторной передачи кадров на канальном уровне. Это повышает надёжность передачи по каналам с низким качеством.

3.4. Управление потоком

Механизмы управления потоком позволяют регулировать скорость передачи данных между взаимодействующими устройствами. Это помогает избежать переполнения буферов принимающей стороны.

3.5. Использование логических каналов

В одном физическом подключении могут обслуживаться несколько виртуальных соединений. Для различения соединений применяются идентификаторы логических каналов.

3.6. Повышенная протокольная нагрузка

Контроль ошибок, подтверждения, повторные передачи и другие механизмы повышают надёжность, но могут увеличивать задержку. Поэтому X.25 уступает более современным технологиям в задачах высокоскоростной передачи данных.

4. Структура сети X.25

Сеть X.25 включает пользовательское оборудование, узлы коммутации пакетов и каналы связи.

Основные элементы сети:

- DTE: оконечное оборудование пользователя.
- DCE: оборудование подключения пользователя к сети.
- Узел коммутации пакетов (PSE, Packet-Switching Exchange): сетевой узел, который принимает пакеты, анализирует их служебные поля и направляет их к следующему узлу.
- Каналы связи: соединяют узлы сети и обеспечивают передачу пакетов.
- Сетевые интерфейсы: обеспечивают подключение оборудования к инфраструктуре оператора.

Пример структуры сети X.25

Узлы PSE соединены каналами связи и передают пакеты к пункту назначения.

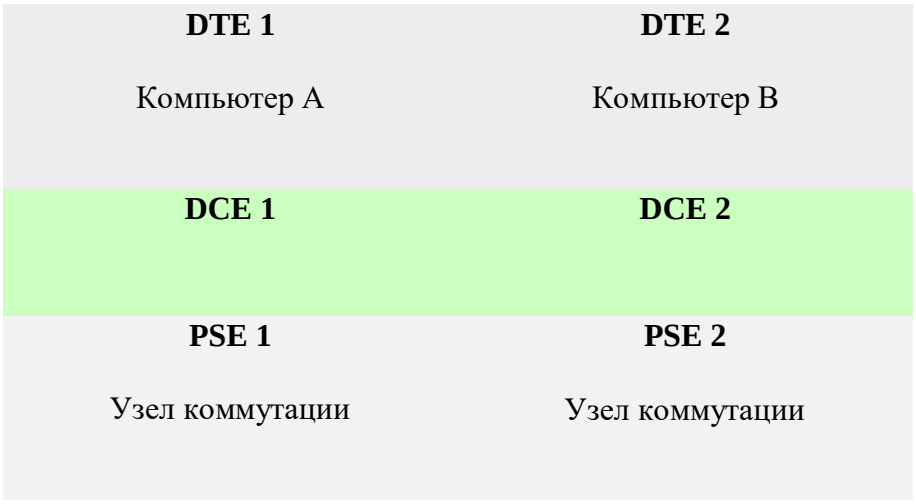


Рисунок 2. Упрощённая структура сети X.25.

Когда пользователь отправляет данные, пакеты поступают в сеть через интерфейс DTE-DCE. Затем узлы коммутации обрабатывают пакеты и передают их по установленному виртуальному соединению.

На стороне получателя пакеты передаются оконечному устройству через соответствующий интерфейс.

5. Адресация в сетях X.25

Для передачи данных сеть должна определить, какому абоненту предназначены пакеты и по какому виртуальному соединению они должны пройти.

В X.25 используются два важных понятия: адрес абонента и идентификатор логического канала.

5.1. Адресация абонентов

Для адресации абонентов применяется формат X.121. Он определяет международную систему нумерации для сетей передачи данных.

Адрес X.121 представляет собой цифровую последовательность длиной до 14 цифр. Он включает код идентификации сети и номер абонента в соответствии с принятой схемой нумерации.

Адрес используется прежде всего при установлении коммутируемого виртуального соединения.

5.2. Идентификатор логического канала

После установления виртуального соединения пакеты передаются с использованием идентификатора логического канала, или LCI (Logical Channel Identifier).

Этот идентификатор позволяет сети определить, к какому виртуальному соединению относится пакет на конкретном интерфейсе.

В X.25 применяется также термин LCN (Logical Channel Number), номер логического канала.

Важно понимать, что LCN не является глобальным адресом абонента. Он используется для различения соединений на определённом интерфейсе.

5.3. Пример передачи пакетов

Предположим, что компьютер A должен передать данные компьютеру B.

1. Компьютер A указывает адрес назначения в формате X.121.
2. Сеть устанавливает виртуальное соединение.
3. Для соединения назначается идентификатор логического канала.
4. Пакеты передаются с этим идентификатором.
5. Сетевые узлы используют таблицы соединений для пересылки пакетов.
6. После завершения сеанса коммутируемый виртуальный канал освобождается.

Таким образом, адрес X.121 помогает определить абонента при установлении соединения, а LCN позволяет различать пакеты уже установленного соединения.

6. Стек протоколов сети X.25

Стек протоколов X.25 обеспечивает передачу данных от пользовательского оборудования через сеть коммутации пакетов.

В классическом описании выделяют три уровня:

1. физический уровень;
2. канальный уровень;
3. пакетный уровень.

Эти уровни выполняют разные функции и совместно обеспечивают передачу данных.

6.1. Физический уровень

Физический уровень определяет электрические, механические и другие характеристики интерфейса между DTE и DCE.

Он обеспечивает передачу битов через физическую среду.

К основным задачам относятся:

- определение параметров физического соединения;
- передача битов;
- согласование характеристик интерфейса;
- подключение оконечного оборудования к сети.

В исторических сетях X.25 для этого уровня применялись различные интерфейсы, в том числе X.21 и V.24/V.28.

6.2. Канальный уровень

Канальный уровень обеспечивает надёжную передачу кадров между DTE и DCE.

Для этого применяется протокол LAPB (Link Access Procedure, Balanced), который основан на принципах HDLC.

Основные функции LAPB:

- формирование кадров;
- обнаружение ошибок;
- подтверждение приёма;
- повторная передача повреждённых или потерянных кадров;
- управление потоком кадров.

LAPB работает на канальном уровне и не заменяет пакетный уровень X.25.

6.3. Пакетный уровень

Пакетный уровень отвечает за установление и завершение виртуальных соединений, передачу пакетов и управление логическими каналами.

Он определяет формат пакетов и правила взаимодействия с сетью коммутации пакетов.

Основные функции:

- установление виртуального соединения;
- передача пользовательских данных;
- управление потоком пакетов;
- освобождение соединения;
- обработка служебных сообщений.

На этом уровне используются пакеты вызова, подтверждения вызова, передачи данных и завершения соединения.

Таблица уровней X.25

Уровень	Основной протокол или стандарт	Основные функции
Физический	X.21, V.24/V.28 и другие интерфейсы	Передача битов и подключение оборудования
Канальный	LAPB	Передача кадров, контроль ошибок и управление потоком
Пакетный	X.25 Packet Layer	Виртуальные соединения, адресация при установлении соединения, передача пакетов

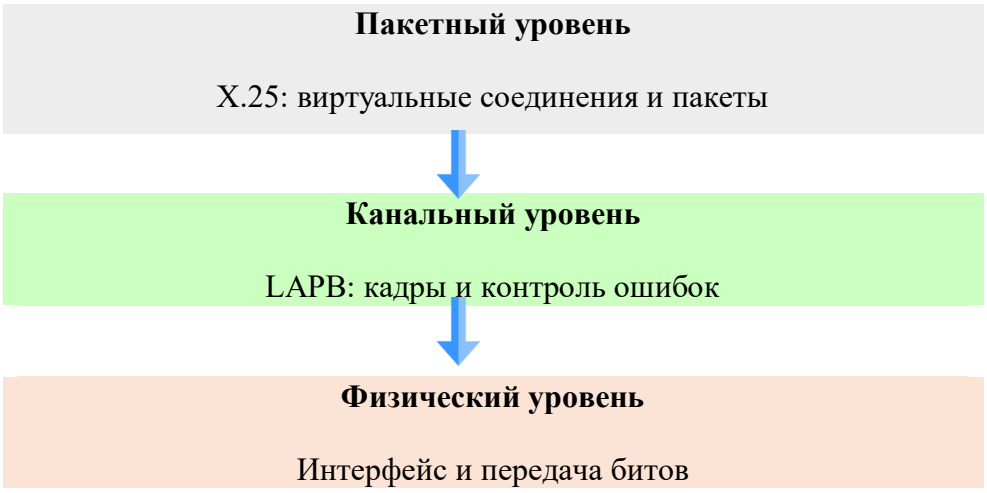


Рисунок 3. Стек протоколов сети X.25.

7. Преимущества и недостатки сети X.25

Преимущества

- высокая надёжность передачи данных по каналам с ошибками;
- наличие механизмов контроля ошибок и управления потоком;

- поддержка виртуальных соединений;
- возможность совместного использования каналов несколькими абонентами;
- упорядоченная передача данных в рамках виртуального соединения на уровне предусмотренных протоколом механизмов.

Недостатки

- значительные задержки из-за контрольных процедур;
- высокая служебная нагрузка протоколов;
- ограниченная эффективность при передаче больших объёмов данных на высоких скоростях;
- сложность сетевой инфраструктуры;
- более низкая производительность по сравнению со многими современными технологиями.

Заключение

Сеть X.25 является классическим примером глобальной сети с коммутацией пакетов. Она обеспечивает передачу данных между удалёнными устройствами через виртуальные соединения и использует механизмы контроля ошибок и управления потоком.

Для взаимодействия оборудования применяются интерфейсы DTE-DCE. Адресация абонентов основана на формате X.121, а идентификаторы логических каналов позволяют различать виртуальные соединения.

Стек X.25 включает физический, канальный и пакетный уровни. На физическом уровне передаются биты, на канальном уровне протокол LAPB обеспечивает передачу кадров, а на пакетном уровне реализуются виртуальные соединения и передача пакетов.

Несмотря на снижение распространённости, изучение X.25 важно для понимания развития глобальных сетей и принципов коммутации пакетов.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой стандарт X.25?
2. Для каких задач применялись сети X.25?
3. Что означают понятия DTE и DCE?
4. Какие функции выполняет интерфейс X.25?
5. Что такое коммутация пакетов?
6. Чем отличаются SVC и PVC?
7. Какие основные элементы входят в структуру сети X.25?
8. Для чего используется адресация X.121?
9. Чем отличается адрес абонента от номера логического канала?
10. Какие уровни входят в стек протоколов X.25?
11. Какие функции выполняет протокол LAPB?
12. Какие преимущества и недостатки имеют сети X.25?