

Протокол X.25

Структура коммуникационных систем X.25

Основные концепции пакетной передачи

Передача данных, генерируемых пользователями (абонентами) сети с коммутацией пакетов X.25 выполняется в форме дискретных блоков информации, называемых пакетами. Пакеты включают заголовок, содержащий идентификационные данные пользователя, информацию для управления вызовами и маршрутизацией, поле пользовательских данных и поле управления, указывающее конец пакета.

Передающие элементы сети X.25 помещают пакеты в очередь и передают их адресатам, указанным в заголовках пакетов. О соединении между приемным и передающим устройствами DTE говорят как об устройстве данных (data circuit). Для того, чтобы отличать традиционные устройства (т. е., устройства, обеспечивающие физическое соединение между DTE, которое существует явно в течение сеанса связи между двумя DTE) от данного типа соединений, мы будем называть последние виртуальными устройствами (virtual circuit). Подобно этому будет использоваться и термин «виртуальный вызов» (virtual call).

Структура системы

Общая структура коммуникационной системы на базе сети X.25 в качестве основной среды передачи информации показана на рисунке. В общем случае сеть X.25 содержит интерфейсы для доступа пользователей, оборудование для коммутации (маршрутизации), и внутреннюю среду передачи (transmission plant), которая соединяет коммутационные элементы.

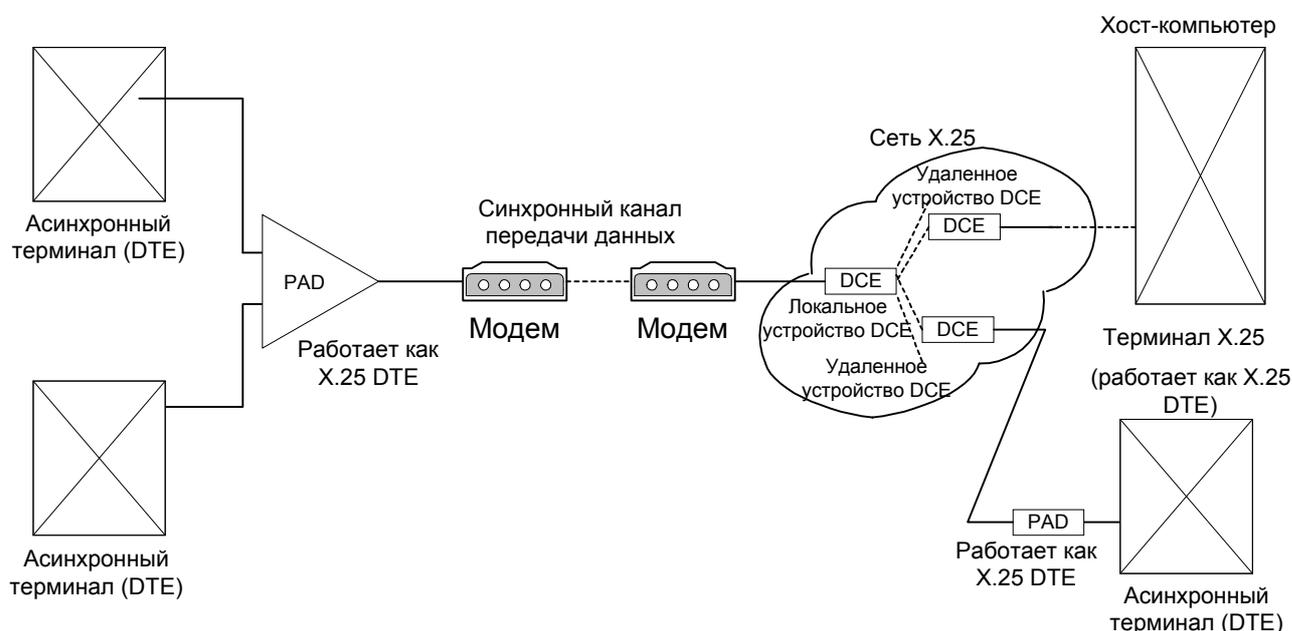


Рисунок 1 Структура коммуникационной системы X.25

В таких системах для обслуживания пользователей могут применяться асинхронные последовательные терминалы, подключенные к PAD или терминалам X.25.

PAD обеспечивает логический интерфейс между асинхронным пользовательским оборудованием и сетью X.25. В таком контексте термин «пользовательское оборудование передачи данных» (user data equipment) имеет широкий смысл – терминалы данных, периферийные коммуникационные контроллеры, компьютерные коммуникационные порты, пассивные (только прием) терминалы (например, принтеры) и т. п. Для удобства базовый термин DTE будет служить обозначением для всех этих типов пользовательского оборудования.

Термин “X.25 terminal” (терминал X.25) будет использоваться применительно к оборудованию, которое можно подключить непосредственно к сети X.25.

Терминалы X.25 и PAD всегда подключаются к сети X.25 через синхронные каналы передачи данных (например, канал на основе двух синхронных модемов). Этот канал не является частью сети X.25 – он используется только для доступа в сеть. Использование синхронных каналов позволяет сети X.25 управлять скоростью передачи оборудования, обслуживаемого сетью, и обеспечивать синхронизацию всего оборудования от одного источника. Использование общей синхронизации в масштабах сети необходимо для всех цифровых сетей с коммутацией.

X.25 DTE и DCE

Для получения доступа к сети X.25 нужно использовать протокол доступа к каналу LAP (Link Access Protocol), определенный в спецификации ITU Rec. X.25 (сбалансированный вариант - LAPB). Протокол предусматривает обмен командами и откликами между различными компонентами системы. В сбалансированных системах команды может вводить любая сторона.

Протокол X.25 определяет для всех компонент набор воспринимаемых команд и откликов на такие команды. Чтобы различать пользовательское оборудование и сетевое оборудование X.25, спецификация ITU Rec. X.25 определяет два типа оборудования:

- Терминальное оборудование X.25 (X.25 DTE).

- Оборудование завершения устройств X.25 (X.25 DCE).

Устройства X.25 DTE всегда размещаются на пользовательской стороне, а устройства X.25 DCE – на сетевой стороне. Каждая компонента системы, передающая X.25 PDU (команда или отклик) идентифицирует себя как DTE или DCE (фактически, идентифицируется также тип X.25 PDU).

В соответствии со спецификацией ITU Rec. X.25 устройства X.25 DTE обмениваются данными с X.25 DCE и наоборот. В коммутируемой сети X.25 локальное устройство X.25 DCE может обеспечивать все службы, которые могут потребоваться устройствам X.25 DTE для организации соединений и т. п. (устройства X.25 DTE не имеют прямого доступа к объектам, формирующим сеть X.25).

Устройства PAD могут также работать в парных (point-to-point) соединениях, на которых не используется сетевой сервис X.25 (т. е., два устройства PAD могут быть соединены напрямую через синхронный канал). В такой конфигурации оба устройства должны использовать различные режимы передачи X.25 (т. е., одно устройство должно работать как X.25 DTE, а другое – как X.25 DCE).

Протокол коммутации пакетов X.25

Организация протокола X.25

Протокол, описанный в спецификации ITU Rec. X.25 включает три аспекта (или “уровня” в терминах эталонной модели OSI) коммуникационного процесса:

- уровень 1 – физический уровень
- уровень 2 – канальный уровень (или уровень кадров)
- уровень 3 – пакетный уровень.

На приведенном ниже рисунке показана интеграция этих уровней для обеспечения сквозного (end-to-end) обслуживания.

- Пакетный уровень принимает от пользователей запросы на организацию соединений и обеспечивает требуемую для организации соединений информацию. Это уровень также обеспечивает передачу пользовательских данных на канальный уровень.
- Канальный уровень на основе полученных пакетов формирует кадры, которые могут быть переданы через физический канал с обеспечением гарантированной доставки.
- Физический уровень обеспечивает передачу последовательного потока данных, формируемого канальным уровнем, через среду передачи.

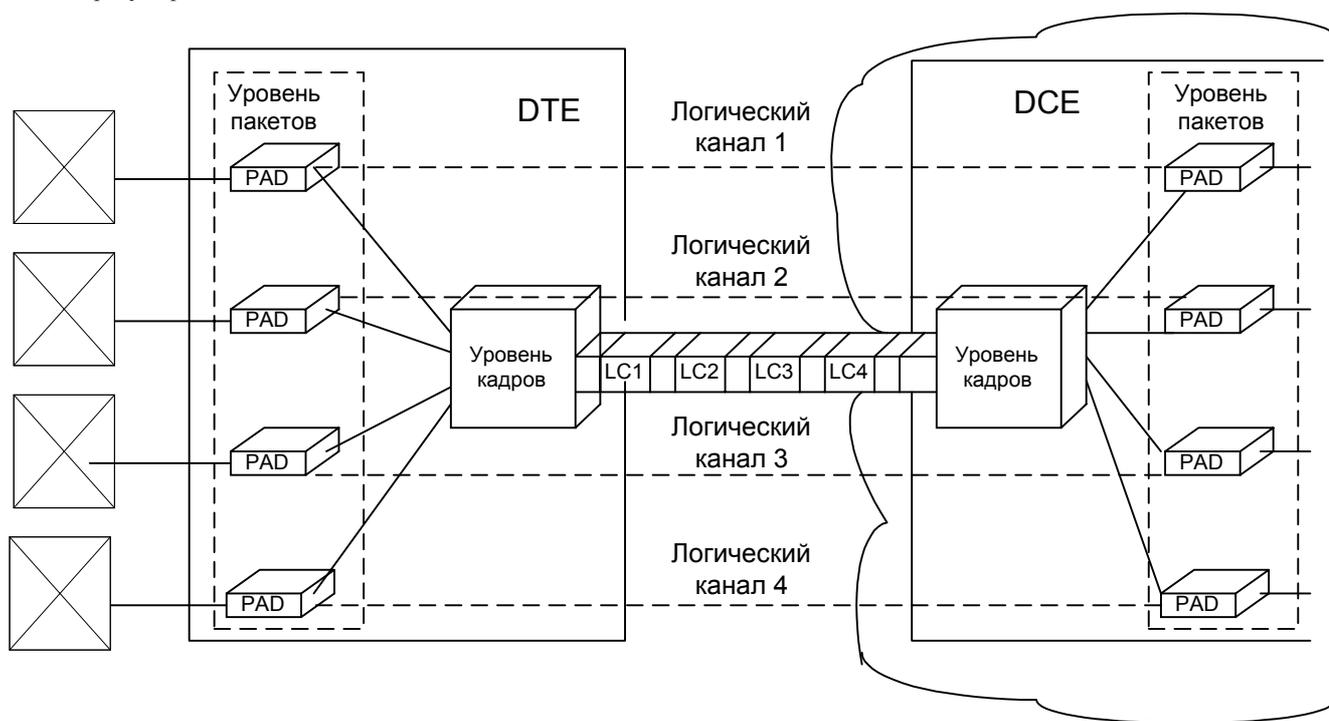


Рисунок 2 Интеграция физического, канального и пакетного уровней X.25

Физический уровень

Физический уровень определяет механические, электрические и функциональные характеристики физического интерфейса X.25. Стандарт требует организации синхронной полнодуплексной передачи с использованием интерфейсов ITU V.24/EIA RS-232, X.21bis или X.20bis.

Канальный уровень

Второй уровень протокола (канальный) называют также уровнем кадров (frame layer), поскольку этот уровень обслуживает передачу кадров между устройствами X.25 DTE и X.25 DCE через физический уровень.

К основным функциям канального уровня относятся:

- Организация канала для формирования логических соединений между устройствами DTE и DCE.
- Контроль ошибок для обеспечения безошибочной передачи кадров на следующий уровень.
- Управление потоком данных через физическое соединение.
- Разрыв соединений.

Работа канального уровня основывается на протоколе HDLC (High Level Data Link Control). Структура кадров, генерируемых на канальном уровне, показана в таблице.

Таблица 1 Формат кадров канального уровня

FLAG	ADDRESS	CONTROL	INFORMATION FIELD	FCS	FLAG
(01111110)	(8 битов)	(8 битов)	(содержит пакет X.25)	(16 битов)	(01111110)

Поля кадров имеют следующие значения:

Flag (Флаг) Символ синхронизации, указывающий начало и конец кадра.

Address (Адрес) Это поле может содержать два адреса, обозначаемые A и B:

адрес A Carried by command frames sent by the X.25 DCE to an X.25 DTE, and response frames sent by the X.25 DTE to the X.25 DCE.

адрес B Carried by command frames sent by the X.25 DTE to an X.25 DCE, and response frames sent by the X.25 DCE to the X.25 DTE.

Control (Управление) Поле управления определяет тип данного кадра и может иметь следующие значения:

Информационный кадр (I) Поле управления кадров I содержит два порядковых номера кадра – для передачи - N(S) и приема - N(R). Порядковые номера кадров служат для проверки корректности порядка передачи и обнаружения пропущенных кадров. При использовании принятого по умолчанию модуля 8 (modulo-8) значения N(S) и N(R) находятся в диапазоне от 0 до 7; для modulo-128 (расширенная нумерация) значения N(S) и N(R) могут достигать 127. Допустимый диапазон N(S) и N(R) определяет максимальное число неподтвержденных кадров, которые могут присутствовать в канале (окно - window).

Кадр управления (S) Используется для реализации функций управления каналом (например, подтверждение приема кадров).

Ненумерованные (Unnumbered) кадры (U) SABM, UM и т. п.). Используется функциями управления каналом данных (например, Информационная часть кадра (пакет верхнего уровня 3).

Information (Информация)

FCS Поле контрольной суммы кадра (Frame Check Sequence), используемое для контроля ошибок на канальном уровне.

Пакетный уровень

Пакетный уровень использует информационное поле канального уровня и выполняет следующие функции:

- Организация соединений
- Передача данных
- Разрыв соединений
- Восстановление (Restart) соединений.

Структура пакетов X.25 показана на рисунке 3.

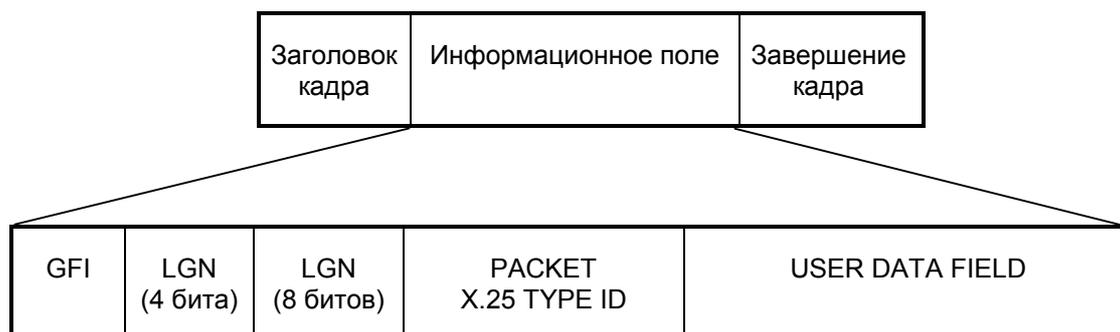


Рисунок 3 Структура пакетов X.25

Поля пакета имеют следующие значения:

GFI	Общий идентификатор формата.
LGN	Номер группы логического канала (см. описание ниже).
LCN	Номер логического канала (см. описание ниже).
Packet X.25 type ID	Тип пакета (запрос соединения, запрос разрыва соединения, подтверждение, сброс и т. п.).
User data field	Данные, передаваемые в пакете. Это поле может включать команды пакетного уровня X.25, поля данных команд или пользовательскую информацию (payload).

Логические каналы и группы логических каналов

Как было сказано ранее, каждое соединение через сеть X.25 организуется с использованием виртуальных устройств. Каждое виртуальное устройство использует логический канал (*logical channel*), который, по сути, представляет собой часть полосы

магистрального канала (main link bandwidth), динамически распределяемой по запросам. Логические каналы объединяются в группы. Каналы и группы управляются пользователем и должны быть настроены в соответствии с требованиями сети. Устройство может поддерживать до 16 групп, каждая из которых может включать до 255 логических каналов.

Логические каналы можно использовать несколькими способами:

- Для постоянных виртуальных устройств:
PAD автоматически инициирует вызов при подключении пользовательского устройства DTE к удаленному устройству DTE (если оба устройства работают нормально). Линия остается постоянно соединенной.
- Для однонаправленных входящих вызовов:
Логический канал будет воспринимать только вызовы, инициируемые удаленным устройством DTE, а вызовы от локального DTE будут игнорироваться. После организации соединения обмен данными может происходить в обоих направлениях.
- Для однонаправленных исходящих вызовов:
Логический канал будет воспринимать только вызовы, инициируемые локальным устройством DTE, а вызовы от удаленного DTE будут игнорироваться. После организации соединения обмен данными может происходить в обоих направлениях.
- Для двунаправленных вызовов:
Логический канал может принимать и инициировать вызовы.

Распределение логических каналов

Для предотвращения конфликтов между запросами на выделение логических каналов со стороны сети X.25 и от локального устройства DTE при выделении номеров для логических каналов используется специальный алгоритм, показанный на рисунке.

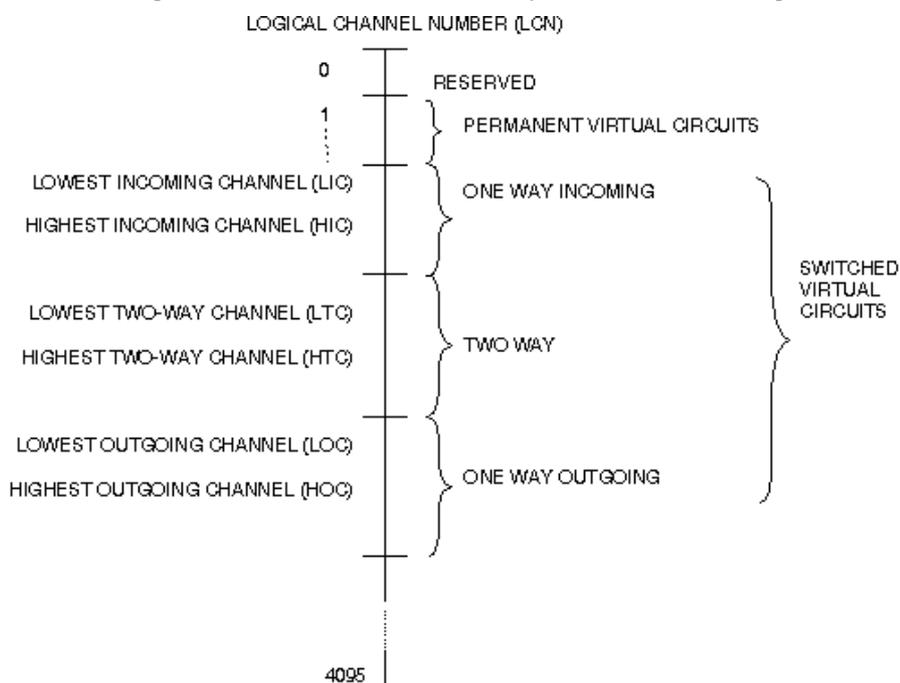


Рисунок 4 Распределение номеров для логических каналов

Как показано на рисунке, логические каналы объединены в несколько подмножеств, предназначенных для решения определенных задач:

- Младшее подмножество, начинающееся с номера 1, предназначено для организации постоянных виртуальных устройств.
 1. Во избежание частого перераспределения логических каналов не обязательно использовать все номера каналов из подмножества постоянных виртуальных устройств.
 2. Логические каналы, выделенные для постоянных виртуальных устройств, не должны использоваться для коммутируемых виртуальных устройств.
- Следующее подмножество, используемое для однонаправленных входящих вызовов, задается младшим (LIC) и старшим (HIC) номером.
- Третье подмножество используется для двунаправленных вызовов и тоже задается младшим (LTC) и старшим (HTC) номером.
- Последнее подмножество служит для однонаправленных исходящих соединений и определяется младшим (LOC) и старшим (HOC) номером.

Если какой-либо из типов вызовов не используется, следующее подмножество номеров логических каналов начинается с нижней границы соответствующего подмножества. Например, при отсутствии постоянных виртуальных устройств, логический канал 1 можно использовать для LIC. При отсутствии постоянных виртуальных устройств и однонаправленных входящих логических каналов номер 1 можно использовать для LTC. Если используются только исходящие однонаправленные соединения, логический канал 1 может служить для LOC.

При использовании этих соглашений устройство X.25 DCE, получающее вызов из сети X.25, будет проверять состояния логических каналов, включенных в подмножества однонаправленных входящих соединений и двунаправленных логических каналов, выделяя после такой проверки наименьший из возможных номеров для нового логического канала. Для исходящих вызовов канал PAD на устройстве X.25 DTE будет искать номер в подмножествах двунаправленных каналов и однонаправленных исходящих соединений, выделяя старший из доступных номеров.