

**X.25**

# Общие сведения

- Разработана в 1976 г. Изначально предназначена только для передачи эластичного трафика.
- Разрабатывалась для плохих каналов, т.е. скорости низкие, но высокая надежность.
- Использует аппарат виртуальных каналов (впервые предложен).
- Имеет свою адресацию.
- Модель OSI разрабатывалась исходя из X.25
- В настоящее время пока еще используется в банковских сетях и для организации внутривансионных связей.

# Модель X.25

Идея: сеть построена на коммутаторах пакетов. X.25 адаптирован для применения в сетях общего пользования. Каждая пользовательская рабочая станция подключается не к сети, а к коммутатору.

Особенность – обеспечение надежности осуществляется на каждом уровне модели. Канальный уровень – контрольная сумма, подтверждение о доставке. Сетевой уровень – обнаружение ошибок и восстановление пакетов (механизм контрольных сумм, тайм-аутов). Транспортный уровень – обеспечение надежности сквозного соединения, квитирование.

сетевой

X.25 – адресация, маршрутизация, сборка/разборка пакетов.

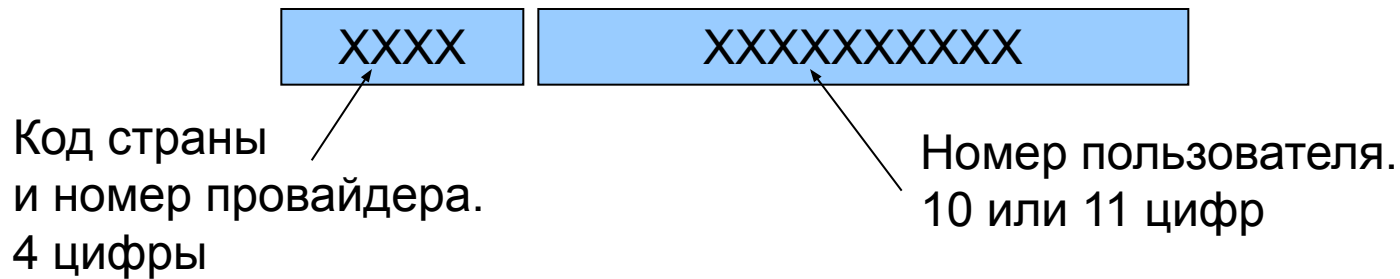
канальный

LAP-B (HDLC) – способ передачи данных между рабочей станцией и коммутатором.

физический

X.21 – стандарты физического подключения, в т. ч. Характеристики передаваемых сигналов.

# Адресация в X.25



Логический адрес назначается для каждого соединения.  
Адрес задается в десятичных цифрах.



# Формат кадра X.25 (канальный уровень)



Задаёт тип кадра:

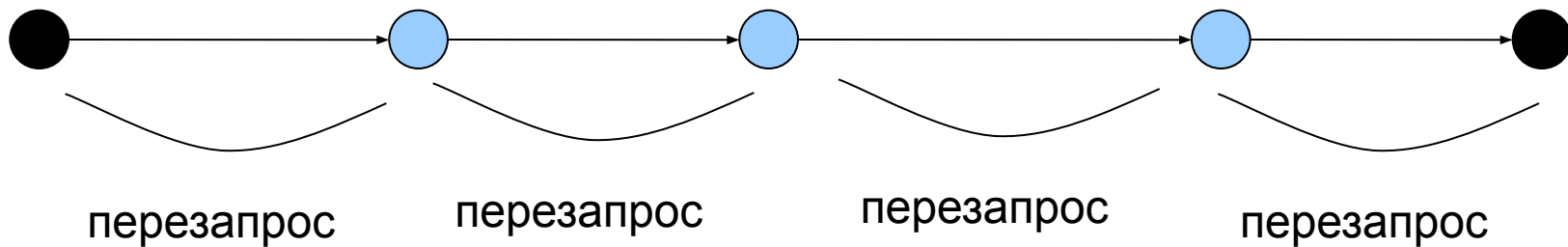
- информационный (с пользовательской информацией)
- управляющий (аналог установления соединения)
- нечисловый (контроль за состоянием соединения)

Комбинация 01111110

Расстояние между флагами  
не менее 32 бит – обеспечивает  
контроль за ошибками.

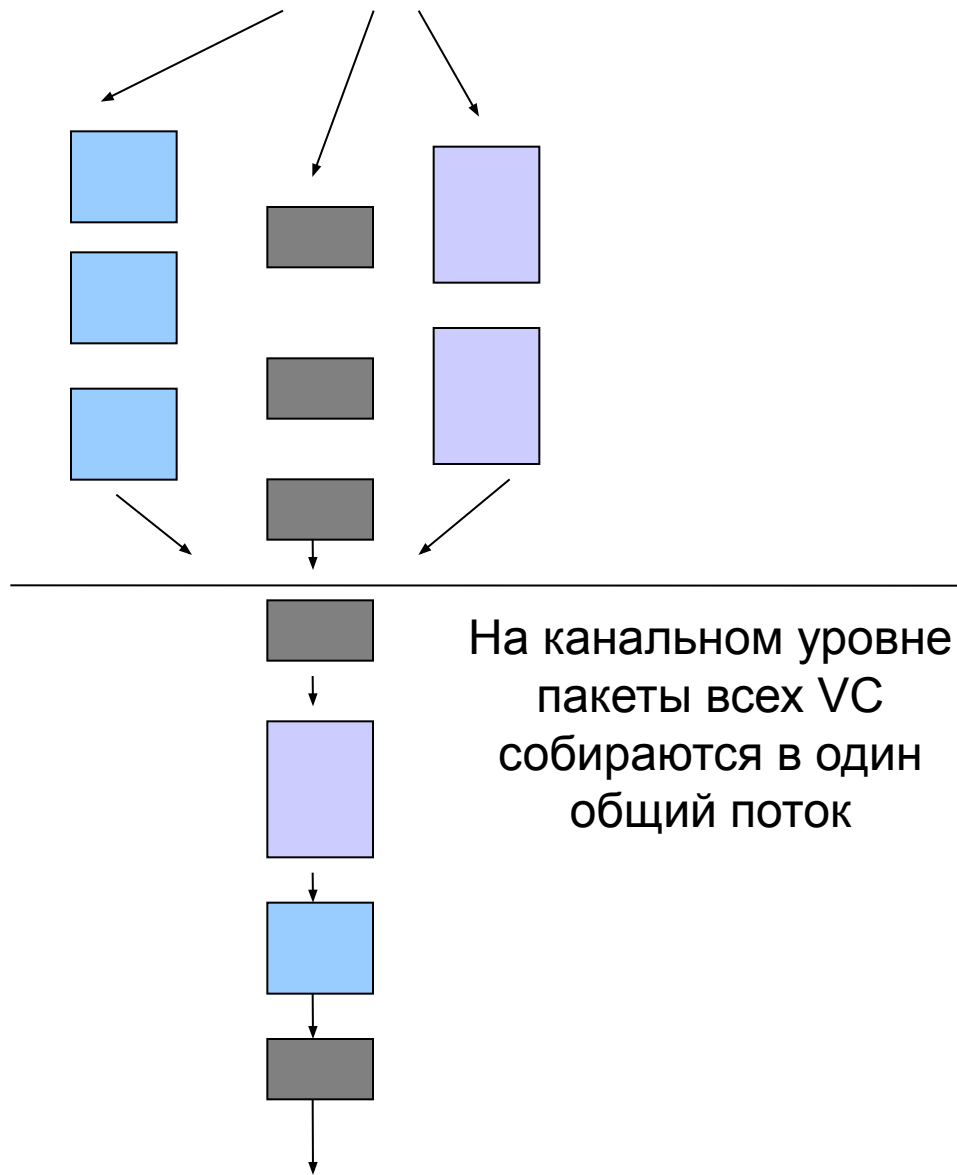
## LAP-B – Link Access Procedure Balanced.

Протокол семейства HDLC. Ориентирован на низкоскоростные каналы. Обеспечивает контроль за ошибками за счет перезапроса с предыдущего узла.



Т.о., перезапросы приводят к необходимости дополнительного буфера на промежуточных узлах и к существенному понижению скорости. Следовательно, для построения больших сетей X.25 непригодна.

## Виртуальные каналы



Особенности протокола LAP-B:  
-дуплекс, полудуплекс;  
-циклическая нумерация передаваемых блоков данных;  
-скользящее окно;  
-решающая обратная связь;  
-избыточный циклический код в режиме обнаружения ошибок.  
Образующий полином:

$$P(x)=x^{16}+x^{12}+x^5+1$$



# Другие протоколы и рекомендации X.25

- X.3, X.28, X.29 – рекомендации, определяющие различные типы терминалов. Управляют процессом сборки/разборки пакетов.
- X.21 – протокол физического уровня. Симметричный. Поддерживает V.24.

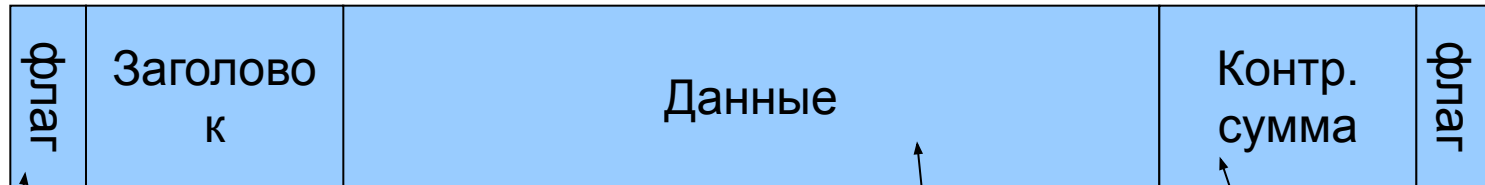
# Frame Relay

- Основная особенность – отсутствие явного управления потоками (сигнализация переносится в кадр данных).
- Оперирует кадрами данных, каждый из которых содержит адреса получателя, отправителя и управляющей информацией.
- Работает на канальном (протокол LAP-F) и физическом (поддержка рекомендаций серии V, X.21, T1/E1, BRI/PRI) уровнях.
- Использует статистическое мультиплексирование
- Организует постоянные и проключаемые виртуальные каналы (PVC и SVC)

# Базовые возможности:

- Поддержка дуплекса
- Скорость для абонентов 2 Мбит/с, для транспортных сегментов до 155 Мбит/с
- Сохранение порядка кадров
- Определение ошибок передачи. Перезапрос производится с узла-получателя.
- Впервые применена прозрачность передачи данных (т.е. модификация только адресного поля и поля контрольной суммы при сохранении структуры кадра).

# Структура кадра (канальный уровень)

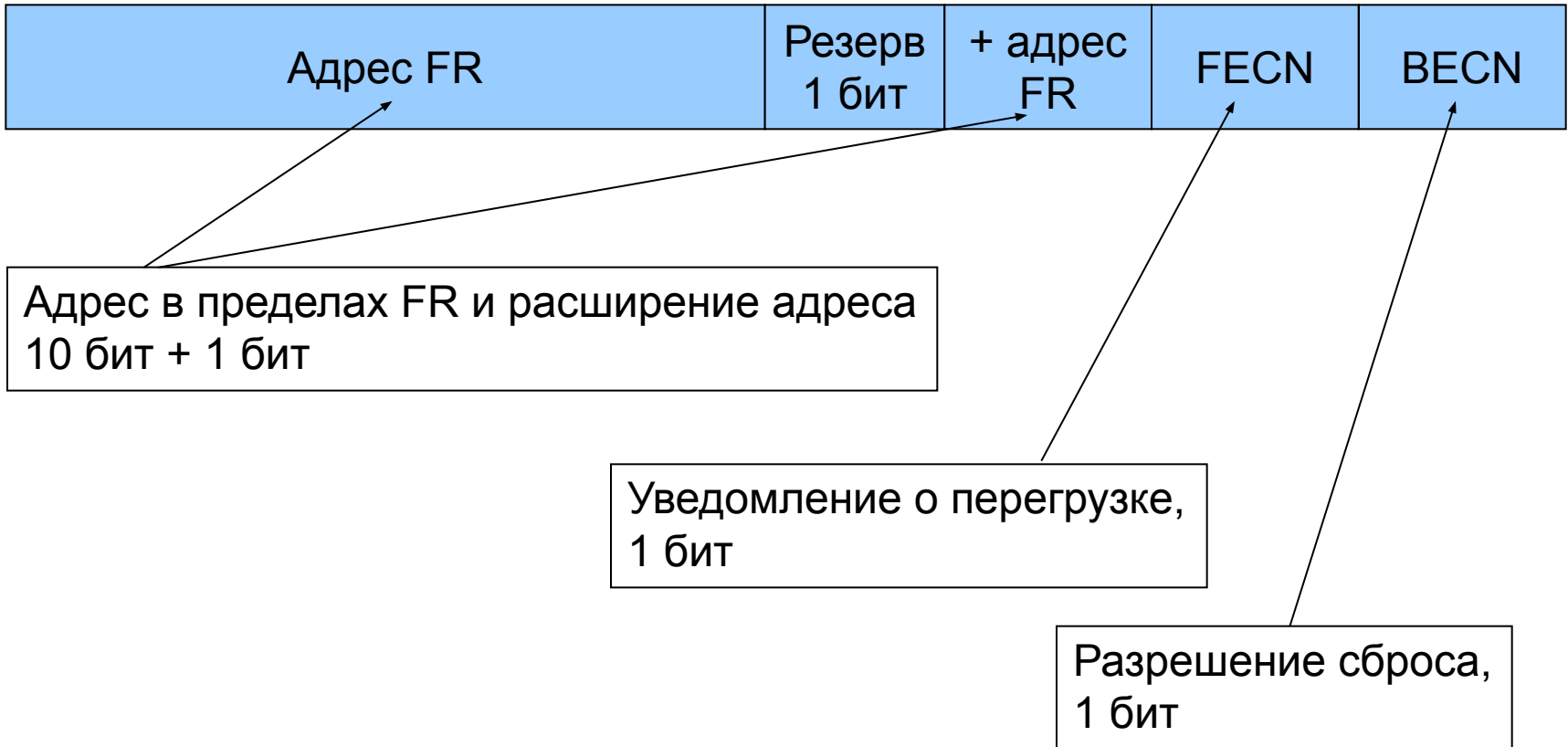


Комбинация 01111110.  
Для избежания ложного срабатывания на передаче используется bit-staffing – Вставка 0 после каждых пяти 1.  
Комбинация из пятнадцати или более 1 означает состояние покоя канала

Рассчитывается по всему кадру. Занимает 1 байт

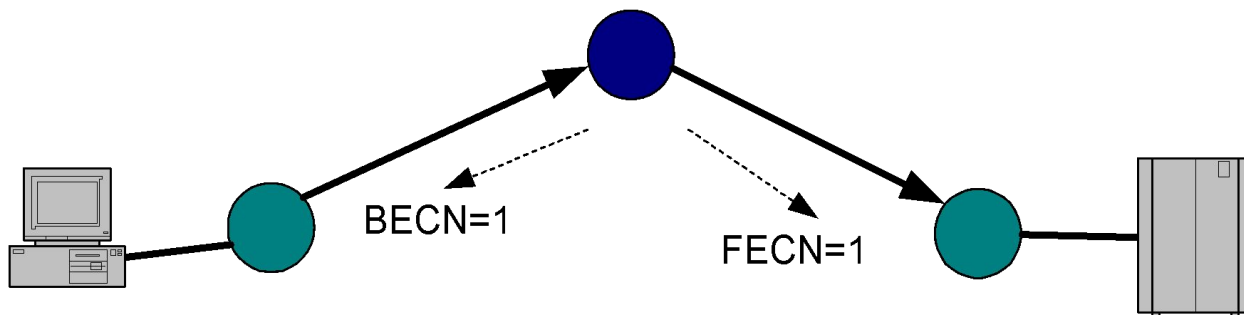
Размер поля данных от 1 до 4096 байт

# Структура заголовка



# Модели качества обслуживания

- 1. Механизм предотвращения перегрузки:**  
позволяет протоколам верхних уровней реагировать на сообщения о перегрузке сети:
  - **FECN** (Forward Explicit Congestion Notification) – прямое уведомление о перегрузке;
  - **BECN** (Backward Explicit Congestion Notification) – обратное уведомление о перегрузке.

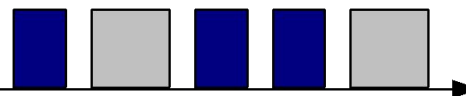
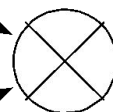
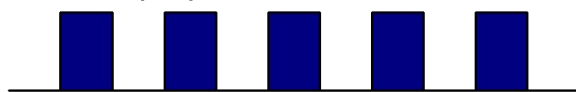


**2. Фрагментация:** разбиение больших пакетов эластичного трафика на части и их мультиплексирование с пакетами трафика реального времени. Механизмы: WFQ, организация отдельных очередей для каждого типа трафика.

эластичный трафик (данные)



голосовой трафик





**3. Механизмы выравнивания трафика:**  
позволяют выравнивать трафик в соответствии с CIR (скоростью, с которой кадры поступают на обслуживание) на каждом виртуальном канале.

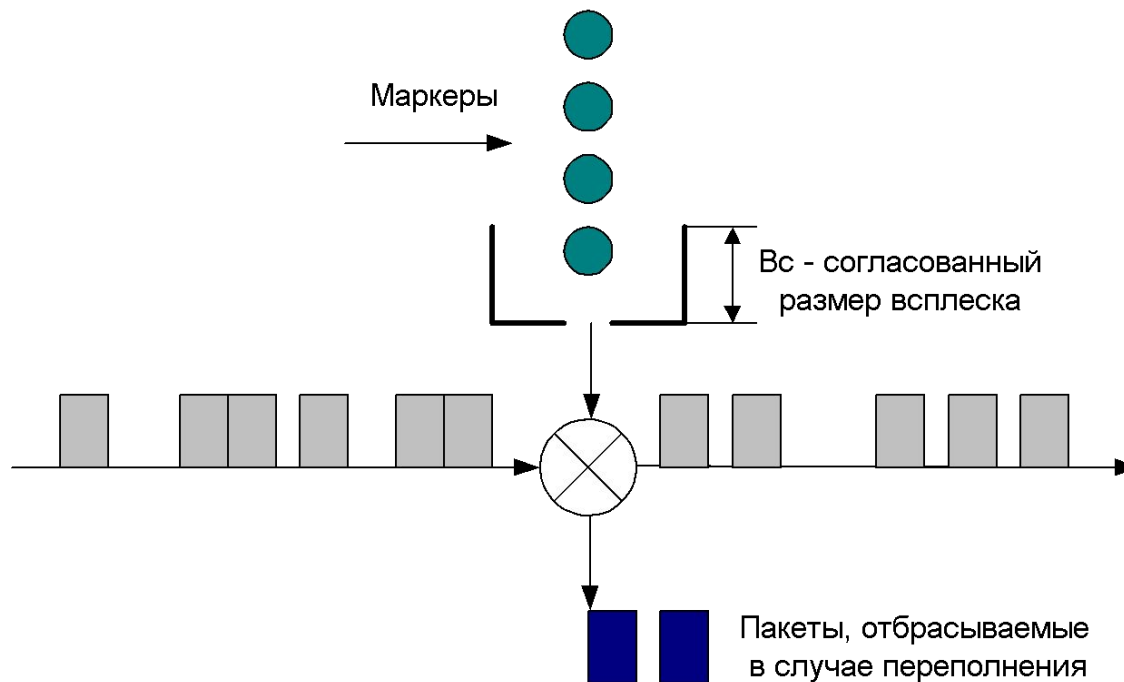
Механизмы:

- корзина маркеров,
- дырявое ведро,
- методы обслуживания очередей (например, WFQ)

# Корзина маркеров

Дозирование и выравнивание трафика. Применяется во всех пакетных сетях. Имеет две модификации:

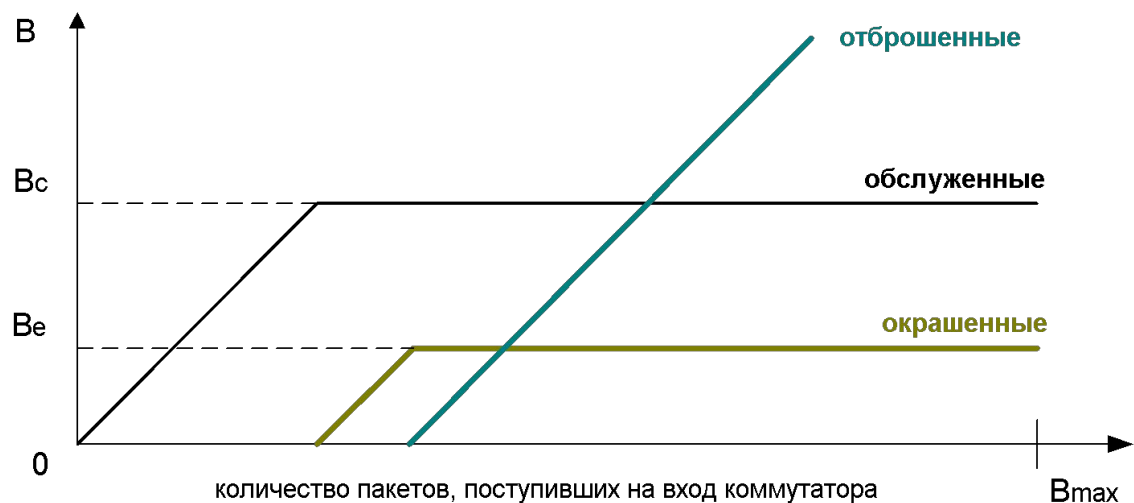
- стандартная: не поддерживает резкого увеличения всплеска, допускает потери пакетов (отбрасывание хвоста);
- с возможностью резкого увеличения всплеска: количество маркеров может изменяться при увеличении интенсивности трафика

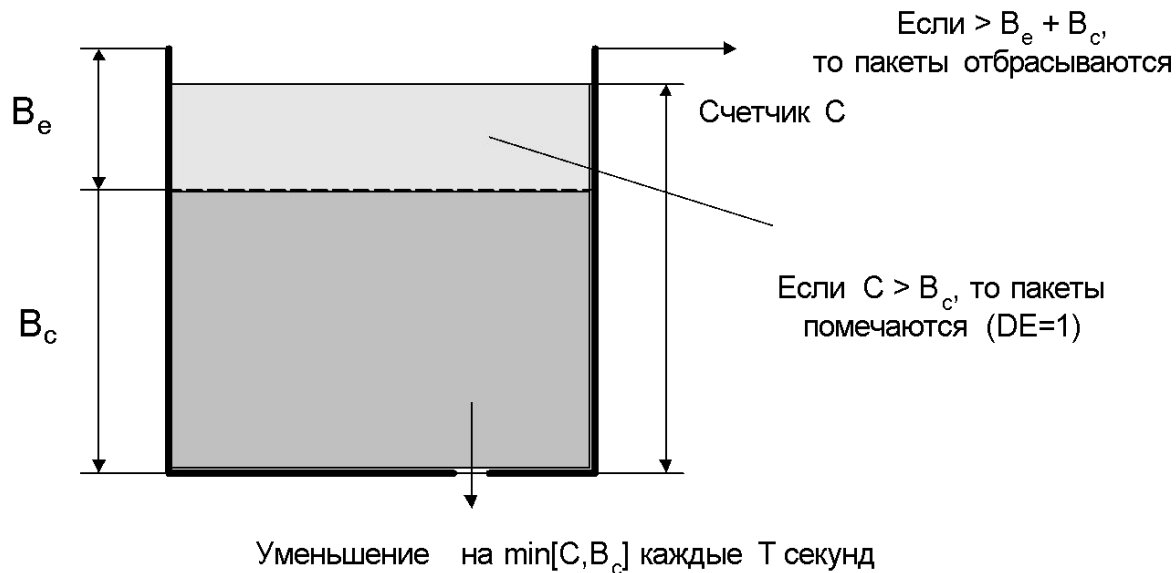


# Алгоритм «дырявого ведра»

Семейство алгоритмов класса «дырявое ведро» (LB – Leaky Bucket ) используется практически во всех современных коммутаторах Frame Relay и АТМ-коммутаторах.

Подробно рассматривается в лаб. работе.





CIR – Committed Information Rate: средняя скорость трафика;  
 $T$  — период усреднения скорости;  
 $V_c$  — объем пульсации, соответствующий средней скорости CIR  
и периоду  $T$ :  $V_c = CIR \times T$ ;  
 $V_e$  — допустимое превышение объема пульсации.  
 $DE=1$  (Discard Eligibility) – признак «окрашивания» пакета.  
Если пакет с признаком  $DE=1$  не обслужен в течение периода,  
то он должен быть отброшен.

# Механизмы обслуживания очередей

- **FIFO** (First In First Out) – без использования дополнительных возможностей, используется в best effort
- **PQ** (Priority Queuing) – приоритетные очереди, вводится приоритет трафика (1-8)
- **CQ** (Custom Queuing) – настраиваемые очереди, используется при резервировании ресурсов
- **WFQ** (Weighting Fair Queuing) – взвешенное справедливое обслуживание, позволяет динамически управлять ресурсами

# Организация очередей WFQ

## Приоритет:

7-8 сигнализация, транзакции

5-6 трафик реального времени

1-4 эластичный трафик

