

Формирование трафика на границе сети

Наличие формирователей трафика, расположенных на границе сети, является необходимым условием для обеспечения сетью функций дифференцированного обслуживания.

Функции формирования трафика

Классификация пакетов

Производится маршрутизаторами на границе сети на основании соответствующего поля IP-приоритета или поля кода DSCP

Маркировка пакетов

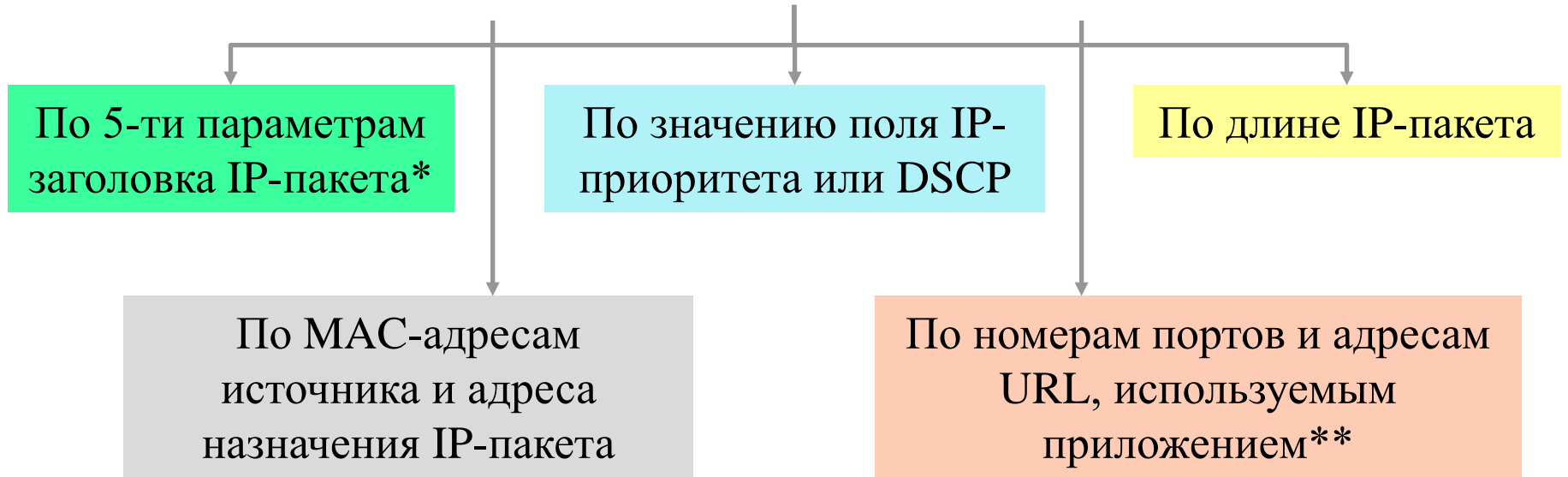
Производится путем установки соответствующего поля IP-приоритета или поля кода DSCP

Управление интенсивностью трафика

Предполагает соизмерение параметров поступающего в сеть трафика клиента с его профилем с помощью ограничивающей функции

Классификация пакетов (*packet classification*, «раскраска» пакетов - *packet coloring*) представляет собой средство, позволяющее отнести пакет к тому или иному классу трафика в зависимости от значения одного или нескольких полей пакета.

Способы классификации пакетов

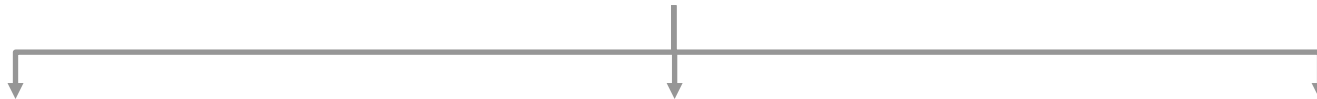


*Параметры заголовка IP-пакета: адрес источника, адрес назначения, поле протокола IP, порт источника, порт назначения.

**Этот метод реализован в продуктах Cisco в виде метода распознавания приложений на основе сетевых параметров (Network Based Application Recognition - NBAR).

Маркировка пакетов (*packet marking*) используется для идентификации соответствующего им класса трафика.

Способы маркировки пакетов



IP-приоритет

DSCP

QoS-группа - поле внутренней по отношению к маршрутизатору структуры данных пакета

Значение	Биты	Название
0	000	стандартный
1	001	приоритетный
2	010	немедленный
3	011	срочный
4	100	сверхсрочный
5	101	критический
6	110	межсетевое управление
7	111	сетевое управление

Механизм согласования скорости доступа (Committed Access Rate - CAR)

Маршрутизация на основе политики (Policy-Based Routing – PBR)

Механизм распространения политик QoS с помощью протокола пограничного шлюза (QPPB)

«Раскраска» пакетов путем установки IP-приоритета может быть осуществлена как приложением, так и узлом сети.

С целью обеспечения QoS весь входящий в сеть поставщика услуг трафик должен проходить строгий контроль на границе сети на предмет соответствия его интенсивности поддерживаемым сетью параметрам.

Функции управления интенсивностью трафика

Функция ограничения трафика (механизм CAR)	Функция выравнивания трафика (механизм TS)
<p>Пересылка «подходящего» трафика с линейной интенсивностью. Допускается всплеск трафика.</p>	<p>Сглаживание трафика и его пересылка с постоянной интенсивностью.</p>
<p>Возможно отбрасывание пакетов в случае исчерпания маркеров.</p>	<p>Помещение пакетов в буфер и извлечение по мере появления доступных маркеров.</p>
<p>Применяется для входящего и исходящего трафика.</p>	<p>Применяется только для исходящего трафика.</p>
<p>Протокол TCR определяет доступную полосу пропускания, однако адаптируется в моменты отбрасывания пакетов путем сужения размеров окна.</p>	<p>Если согласно TCR скорость недостаточна, настраивается таймер повторной передачи пакетов. Меньшее число повторно переданных пакетов.</p>

Корзина маркеров (token bucket) – схема дозирования трафика, используемая алгоритмом ограничения и алгоритмом выравнивания трафика, представляющая собой средство сообщения о результатах сопоставления параметров пакета с заданными ограничениями интенсивности.

В зависимости от результатов дозирования принимается решение (передать пакет, отбросить пакет и т.п.), при этом пакеты не подвергаются изменениям или каким-либо воздействиям.

Параметры корзины маркеров

Средняя интенсивность, или согласованная скорость передачи информации (Committed Information Rate - CIR), бит/с. Интенсивность трафика, как правило, не превышает CIR.

Согласованный (стандартный) размер всплеска V_c , байт – объем трафика, на который может быть превышен размер корзины маркеров в отдельно взятый момент времени.

Расширенный размер всплеска V_E , байт – объем трафика, на который может быть превышен размер корзины маркеров в экстренном случае.

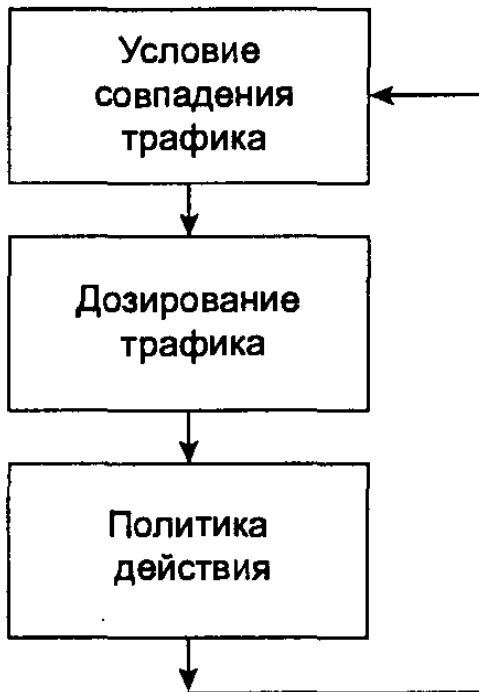
Интервал времени превышения (time interval - TI), с: $TI = V_c / CIR$

Функция ограничения трафика обеспечивается механизмом согласования скорости доступа (**Committed Access Rate - CAR**), который также реализует и функцию установки значения поля IP-приоритета.

Реализация механизма CAR представляет собой список операторов **rate-limit**, которые могут применяться как к входному, так и к исходящему трафику заданного интерфейса.

Структура оператора **rate-limit**:

```
rate-limit <input/ouput> access-group # rate-limit "CIR"  
↳ "согласованный всплеск" "расширенный всплеск"  
↳ conform-action "требуемое действие"  
↳ exceed-action "требуемое действие"
```



Переход к следующему оператору **rate-limit**

Каждый оператор ограничения интенсивности трафика состоит из трех элементов (см. рисунок).

Алгоритм обработки оператора **rate-limit**.



Условие совпадения трафика позволяет определить пакеты, которые должны быть обработаны с помощью механизма CAR. Условие совпадения проверяется последовательно для каждого из операторов **rate-limit**. В случае соответствия пакета указанным параметрам выполняется алгоритм «корзина маркеров». Если указанное действие является действием продолжения, то к рассмотрению принимается следующий по списку оператор **rate-limit**.

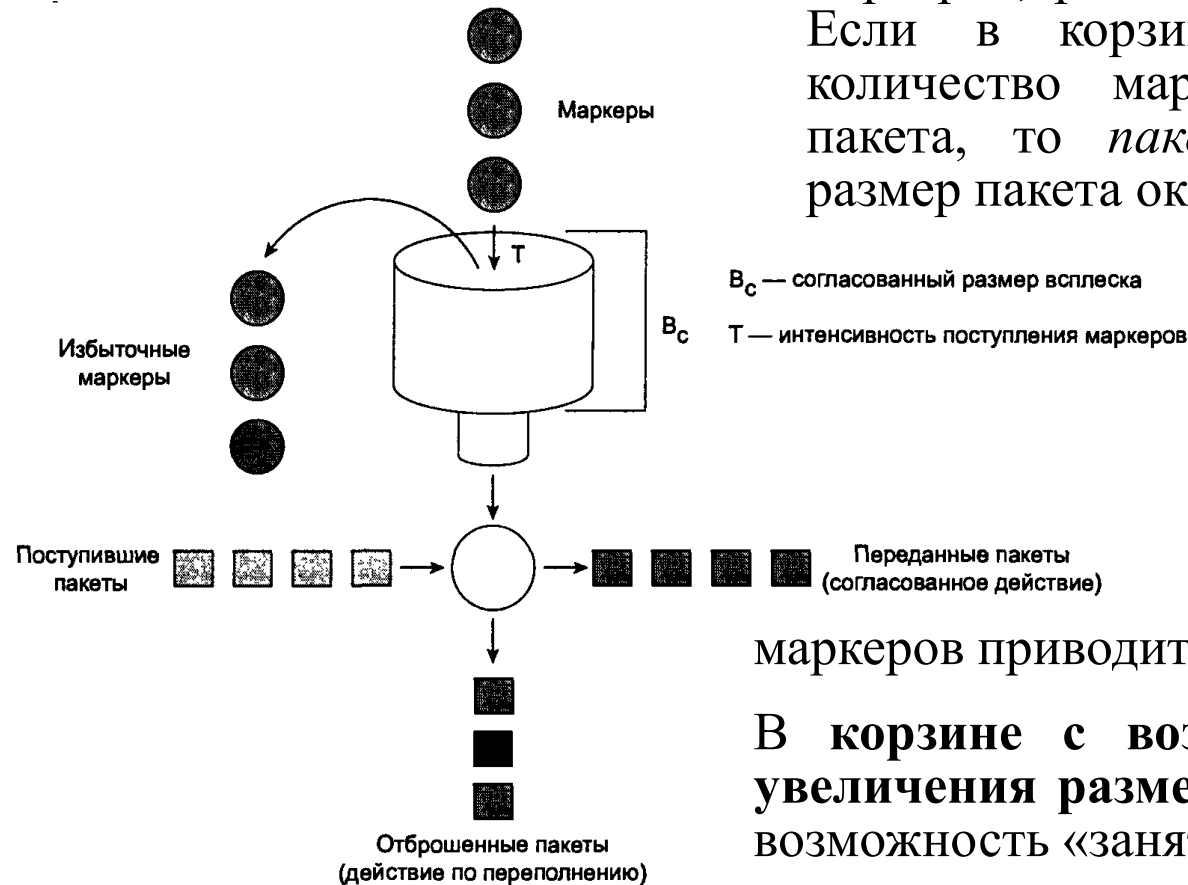
Пакет, «прошедший» все операторы **rate-limit**, должен быть передан.

Условие совпадения трафика может быть составлено **одним из перечисленных ниже способов**:

1. Условие совпадения трафика охватывает все пакеты.
2. Пакеты отбираются на основании IP-приоритета с использованием ограничивающих списков доступа.
3. Пакеты отбираются на основании MAC-адреса с использованием ограничивающих списков доступа.
4. Пакеты отбираются с использованием стандартных или расширенных списков доступа на основе IP-адреса.

Основным средством дозирования трафика является схема «корзина маркеров».

Размер корзины маркеров (максимальное число маркеров, которое может вместить корзина) равен согласованному размеру всплеска V_c . Для каждого пакета, обрабатываемого в соответствии с CAR, из корзины вынимается число маркеров, равное размеру пакета в байтах. Если в корзине нашлось достаточное количество маркеров для обслуживания пакета, то *пакет передается*. Если же размер пакета оказался больше, чем текущее



число доступных маркеров, то учитывается расширенный размер всплеска V_E .

Для стандартной корзины маркеров $V_E = V_c$ и нехватка маркеров приводит к отбрасыванию пакета.

В корзине с возможностью экстренного увеличения размера всплеска $V_E > V_c$ есть возможность «занять» недостающие маркеры.

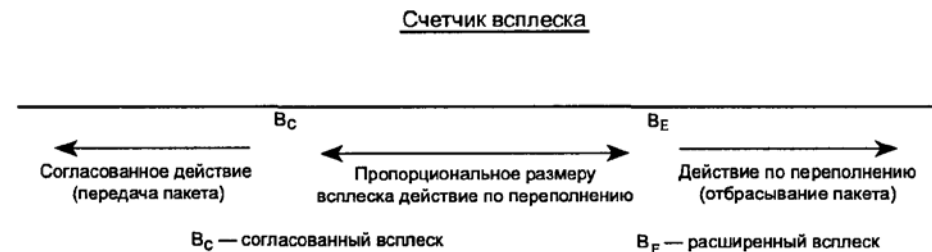
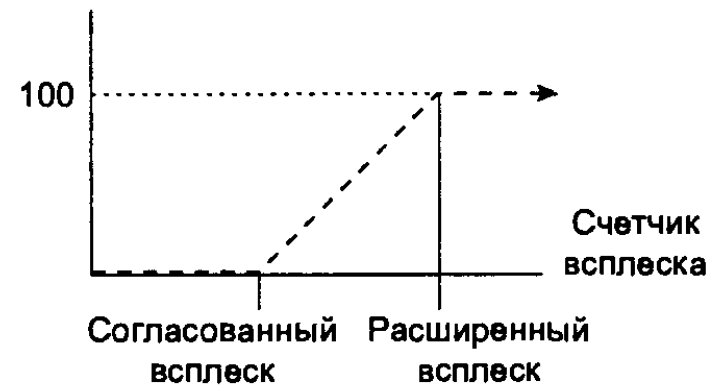
Текущий долг (actual debt - D_a) – количество маркеров, занятых в настоящий момент времени. Благодаря накоплению маркеров D_a уменьшается через постоянные интервалы времени, определяемые CIR. Значение D_a не обнуляется при потере пакета. Если значение D_a превышает допустимую границу, то пакеты отбрасываются до тех пор, пока D_a не вернется в допустимые пределы.

Накопленный долг (compounded debt - D_c) – сумма текущих долгов всех пакетов, переданных с момента последнего отбрасывания. При потере пакета величина D_c обнуляется.

Если вслед за последним отбрасыванием пакета мы занимали по 100 маркеров для передачи каждого из трех пакетов, то D_a равно 100 после передачи первого пакета, 200 – после 2-го и 300 после 3-го. Величина D_c будет соответственно 100, 300 (100+200) и 600 (100+200+300) на каждом из шагов.

Корзина маркеров с возможностью экстренного увеличения всплеска обеспечивает постепенное отбрасывание пакетов. Если для передачи вновь пришедшего пакета требуется занять некоторое количество маркеров, проводится сравнение расширенного всплеска V_E и накопленного долга D_c . Если $D_c > V_E$, то пакет отбрасывается, а значение D_c обнуляется. В противном случае пакет передается.

Вероятность отбрасывания пакета, %

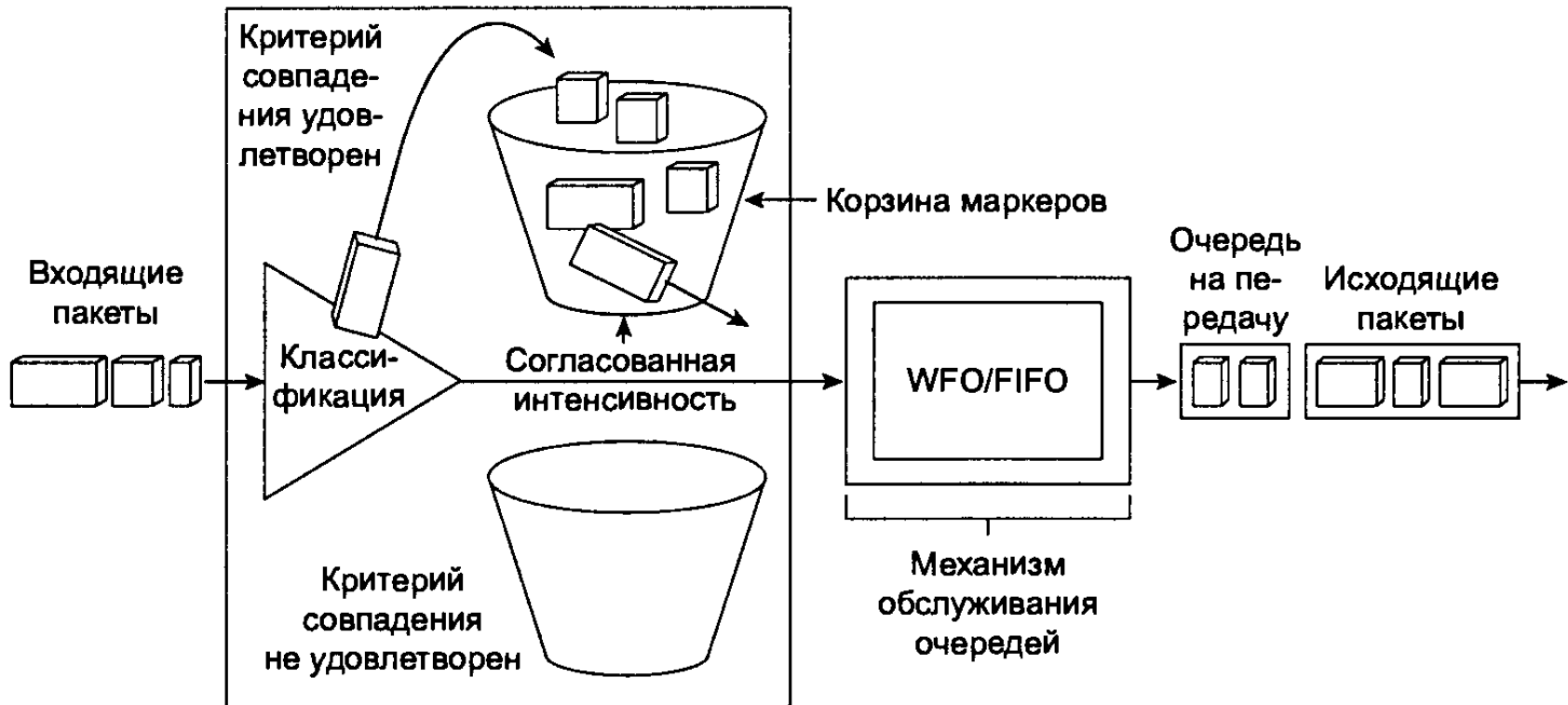


Можно определить **собственную политику действия** для согласованного действия и действия по переполнению каждого оператора ограничения интенсивности трафика.

Возможные значения операторов *conform-action* и *exceed-action* оператора **rate-limit**:

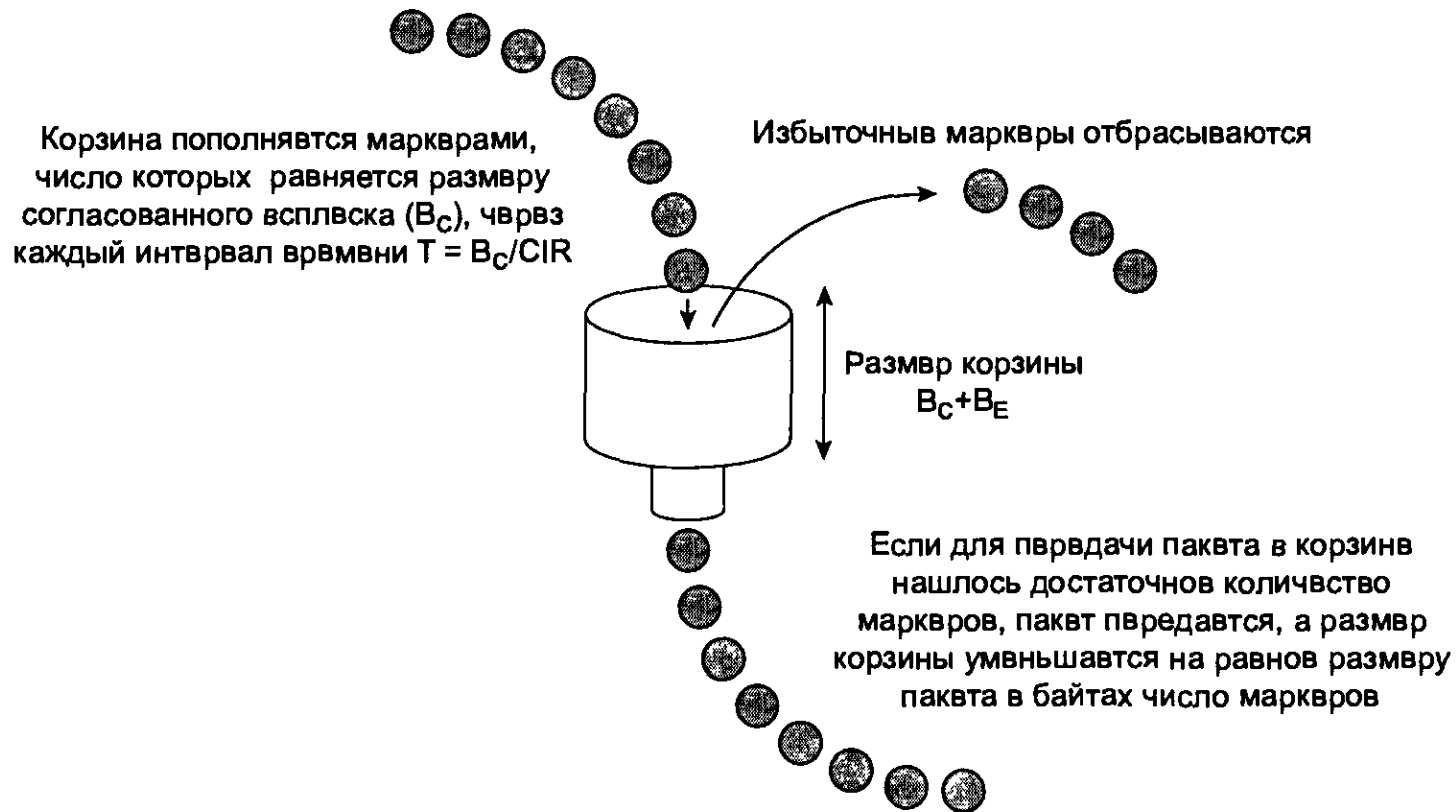
- передать пакет;
- отбросить пакет;
- продолжить (continue) (перейти к следующему по списку оператору **rate-limit**);
- установить значение поля IP-приоритета и передать пакет;
- установить значение поля IP-приоритета и продолжить просмотр списка операторов rate-limit;
- установить значение поля QoS-группы и передать пакет;
- установить значение поля QoS-группы и продолжить просмотр списка операторов rate-limit.

Выравнивание трафика (*traffic shaping - TS*) – механизм сглаживания поступающего на интерфейс потока трафика. При TS интенсивность пульсирующего трафика выравнивается до согласованной скорости передачи информации CIR путем постановки в очередь пакетов, интенсивность передачи которых превысила среднее значение. Буферизованные пакеты передаются по мере накопления маркеров. Передача поставленных в очередь пакетов производится в соответствии с механизмом FIFO или WFQ.



Операционная модель механизма выравнивания трафика

Основным инструментом является **корзина маркеров**. Максимальный размер корзины маркеров равен сумме размеров согласованного V_C и расширенного V_E всплесков. Корзина пополняется маркерами, число которых равняется V_C , через каждый интервал времени $T=V_C/CIR$. Когда корзина заполняется, вновь прибывающие маркеры отбрасываются.



Реализация алгоритма «корзина маркеров» для механизма выравнивания трафика

Обобщенный механизм выравнивания трафика (**Generic Traffic Shaping - GTS**)

Распределенный механизм выравнивания трафика (**Distributed Traffic Shaping - DTS**)

Основные характеристики	Обобщенный механизм выравнивания трафика (GTS)	Распределенный механизм выравнивания трафика (DTS)
Порядок передачи буферизованных пакетов	В качестве алгоритма обслуживания очереди используется алгоритм WFQ	В качестве алгоритма обслужива- ния очереди используется либо алгоритм FIFO, либо распределен- ный алгоритм WFQ (Distributed WFQ — DWFQ)
Критерий совпадения трафика	Поддерживаются два режима: кри- терию совпадения удовлетворяет либо весь трафик, либо трафик, со- ответствующий простому или рас- ширенному списку доступа на осно- ве IP-адреса	Классы трафика определяются пользователем с помощью одного из механизмов классификации трафика (CAR или QPPB)
Поддержка идентификации соединения канального уровня (Data-Link Connection Identifier — DLCI) для каналов Frame Relay	Выравнивание трафика для отдель- ных каналов PVC/SVC на интерфей- се Frame Relay не поддерживается	Поддерживается выравнивание тра- фика для отдельных каналов PVC/SVC на интерфейсе Frame Relay
Доступность	Все однопроцессорные (не распре- деленные) платформы	Только в маршрутизаторах Cisco серии 7500, построенных на базе интерфейсной платы VIP
Поддержка протоколов	Все протоколы	Только протокол IP