

РНВ-политика: распределение ресурсов

В моменты перегрузки сети распределение ресурсов для отдельного потока трафика обуславливается *порядком обслуживания поставленных в очередь пакетов*, в соответствии с которым определяется следующий пакет, который будет извлечен из очереди.

Частота обслуживания пакетов, принадлежащих к одному и тому же потоку трафика, обуславливает его *полосу пропускания (bandwidth)* или *распределение ресурсов (resource allocation)* для данного потока трафика.

Традиционным для Internet является механизм **FIFO (first-in, first-out)**, в соответствии с которым пакеты передаются в порядке постановки в выходную очередь.

Взвешенный механизм равномерного обслуживания очередей WFQ (Weighted Fair Queuing) – это алгоритм, учитывающий принадлежность к тому или иному типу трафика.

Поддержка механизмов QoS со стороны механизмов обслуживания очередей

В отсутствии перегрузок любая схема обслуживания очередей пригодна, потому что *очередей в маршрутизаторах нет.*

Буферизация пакетов и *применение механизмов обслуживания очередей начинается при перегрузке*

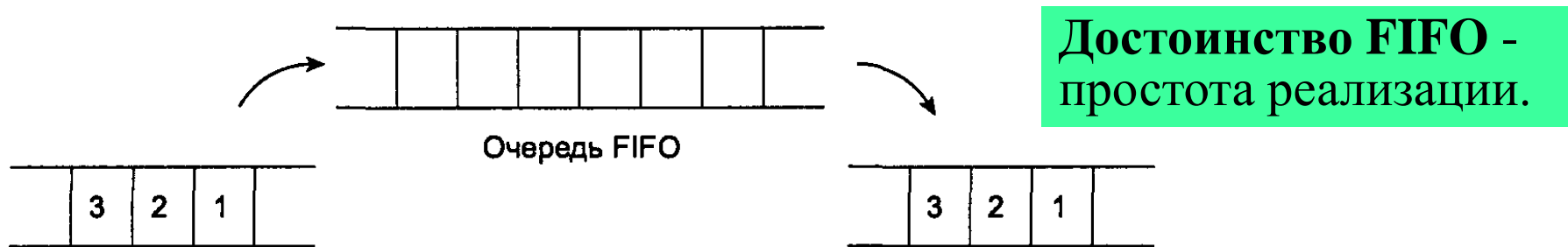
Требования к алгоритму обслуживания очередей с поддержкой QoS:

1. Наличие средства дифференцирования пакетов. Дифференцирование может производиться на основании:
 - принадлежности пакета к потоку трафика;
 - принадлежности пакета к классу трафика, включающему пакеты из различных потоков.
2. Обеспечение защиты и равномерной обработки потоков с одинаковым приоритетом.
3. Легкость реализации и поддержка управления доступом для потоков, нуждающихся в гарантированном обслуживании.

Алгоритм обслуживания очередей FIFO

3

FIFO – механизм обслуживания очередей (МОО), в соответствии с которым порядок постановки пакетов в очередь совпадает с порядком их извлечения из очереди для обработки (передачи).



FIFO – наиболее распространенный МОО, применяемый в маршрутизаторах.

Недостатки FIFO:

1. отсутствие средств дифференцирования трафика => невозможность выделения приоритетных потоков;
2. неспособность обеспечения равномерного обслуживания потоков трафика с одинаковым приоритетом и защиты их от подавления потоками с неравномерной интенсивностью

Максиминная схема равномерного распределения ресурсов 4

(max-min fair-share allocation structure)

1. Ресурсы распределяются в порядке возрастания требований.
2. Пользователь не может получить объем ресурсов, превышающий его требования.
3. Ресурсы распределяются равномерно между пользователями с неудовлетворенными требованиями.

Объем ресурсов, предоставляемый пользователю, R_i рассчитывается по формуле:

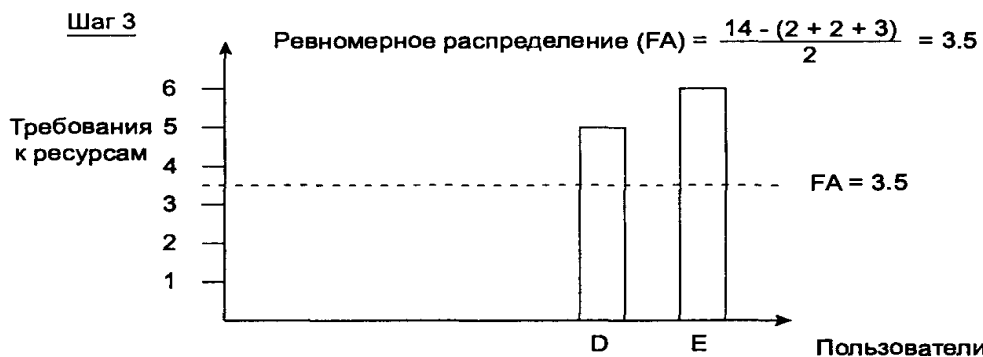
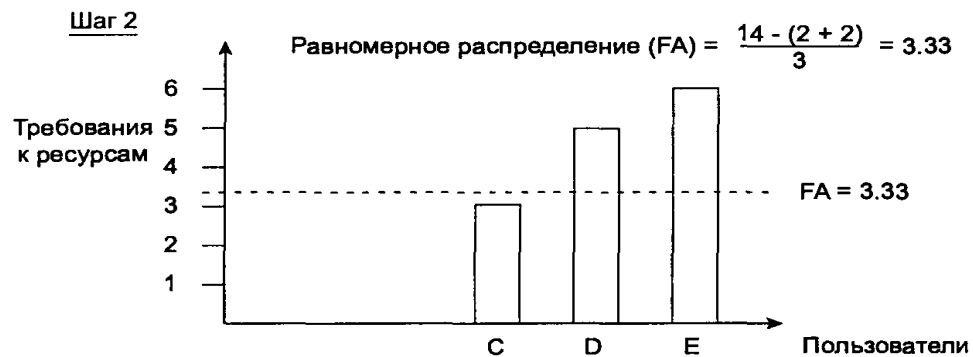
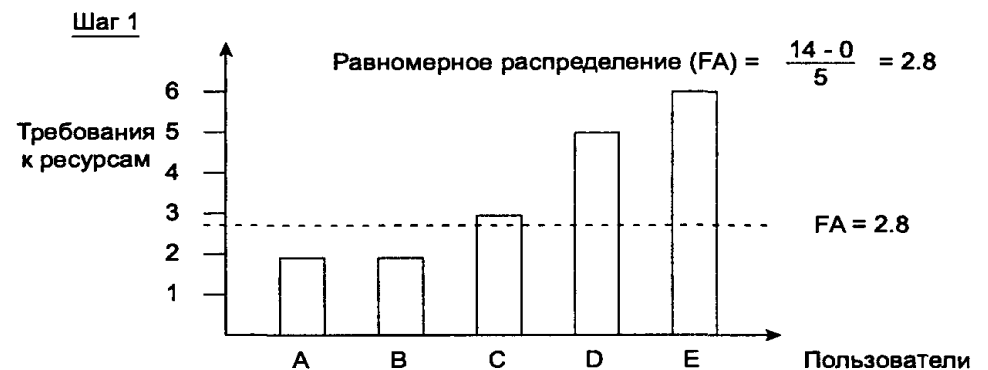
$$R_i = \frac{R_{\text{общ}} - R_{\text{распред}}}{N_{\text{неудовл}}}$$

$R_{\text{общ}}$ – общее количество доступных ресурсов;

$R_{\text{распред}}$ – число уже распределенных ресурсов;

$N_{\text{неудовл}}$ – число пользователей, которым все еще требуются ресурсы.

Имеется 14 единиц доступных ресурсов. Пользователи А, В, С, D, Е 5 требуют 2, 2, 3, 5 и 6 единиц ресурсов соответственно. Распределение ресурсов начинается с пользователя с наименьшими требованиями.



Поскольку требования А и В составляют по 2 ресурса, то избыточные 1,6 ($2 * 0,8$) единиц ресурсов распределяются между оставшимися пользователями С, D и Е.

Избыточный ресурс 0,33 равномерно распределяется между пользователями D и Е.

Схема называется **максиминной**, потому что неудовлетворенный пользователь получает *максимум из возможных минимальных равномерных долей*.

Обобщенная схема разделения процессорного времени 6

При обработке потоков трафика, передаваемого по методу негарантированной доставки, должна применяться схема, обеспечивающая справедливое обслуживание по типу максиминной схемы равномерного распределения ресурсов (MCPPP). Именно такой схемой и является **обобщенная схема разделения процессорного времени (*Generalized Processor Sharing — GPS*)**.

Согласно GPS каждый поток трафика помещается в собственную логическую очередь, после чего бесконечно малый объем данных из каждой непустой очереди обслуживается по круговому принципу. Необходимость обработки бесконечно малого объема данных на каждом круге обусловлена требованием обслуживания всех непустых очередей на любом конечном временном интервале. Таким образом, схема GPS является справедливой в любой момент времени.

Если же всем потокам трафика назначить вес, то объем данных потока, обрабатываемый на каждом круге, будет пропорционален его весу. Подобное расширение схемы GPS фактически представляет собой ***взвешенную MCPPP***.

Несмотря на то что GPS является идеальным воплощением MCPPP, подобная ***модель не может быть реализована на практике***. Таким образом, к алгоритму обслуживания очередей, пригодному для практического использования, выдвигаются **два требования**:

- максимальная приближенность к GPS;
- практическая реализуемость.

WFQ на основе вычисления порядкового номера пакета 7

WFQ моделирует поведение планировщика GPS без нереализуемого на практике предположения о бесконечно малом объеме обрабатываемых данных.

WFQ на основе вычисления порядкового номера пакета имитирует работу GPS-сервера, обслуживающего в отдельный момент времени **1 байт данных**. Алгоритм WFQ достаточно хорошо справляется с обработкой пакетов переменной длины, поскольку ему не нужно знать заранее средний размер пакета в потоке.

Основой алгоритма WFQ является алгоритм **FQ**, в соответствии с которым *все потоки трафика рассматриваются* как равные между собой — т.е. *как потоки с одинаковым весом*.

Алгоритм FQ моделирует схему GPS путем вычисления порядкового номера каждого полученного пакета. По существу, *порядковый номер пакета представляет собой служебную метку*, определяющую относительный порядок обработки пакетов.

на основе вычисления порядкового номера пакета

Счетчик циклов (round number) – переменная, значение которой определяет количество выполненных циклов побайтового планировщика кругового обслуживания в заданный момент времени. Вычисление порядкового номера пакета зависит от счетчика циклов.

Активным (active) называется поток, хотя бы один из пакетов которого находится в ожидании обслуживания.

Пассивным (inactive) называется поток, ни один из пакетов которого не находится в ожидании обслуживания.

Для пакетов, принадлежащих *пассивному потоку трафика*,

порядковый номер (SN) = размер пакета в байтах + значение счетчика циклов на момент поступления пакета (значение счетчика циклов равняется порядковому номеру последнего обслуженного пакета).

Для пакетов, принадлежащих *активному потоку трафика*,

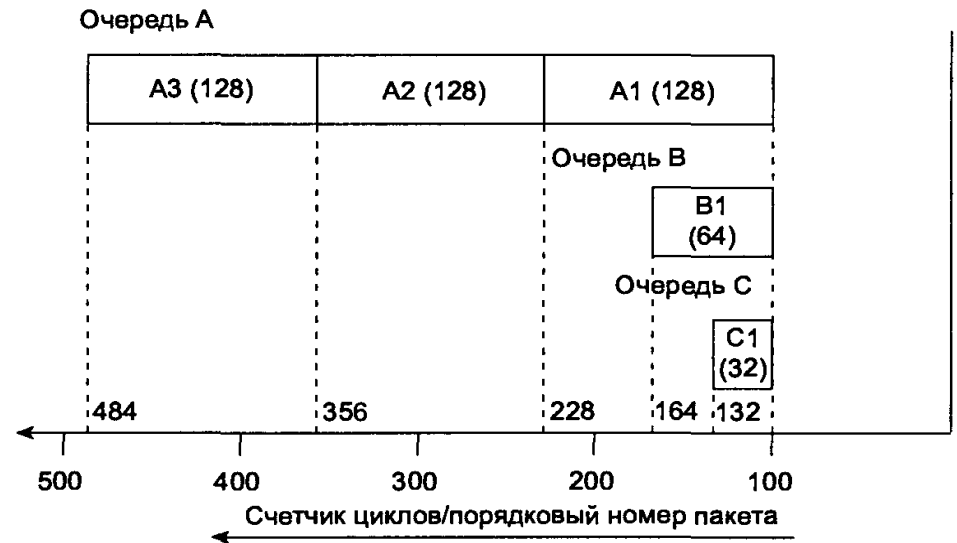
порядковый номер (SN) = размер пакета в байтах + значение наибольшего порядкового номера пакета, поставленного в очередь этого потока.

Имеются три потока трафика, А, В и С, размеры пакетов которых составляют 128, 64 и 32 байт, соответственно. Пакеты поступают один за другим на загруженный FQ-сервер в порядке А1, А2, А3, В1, С1.

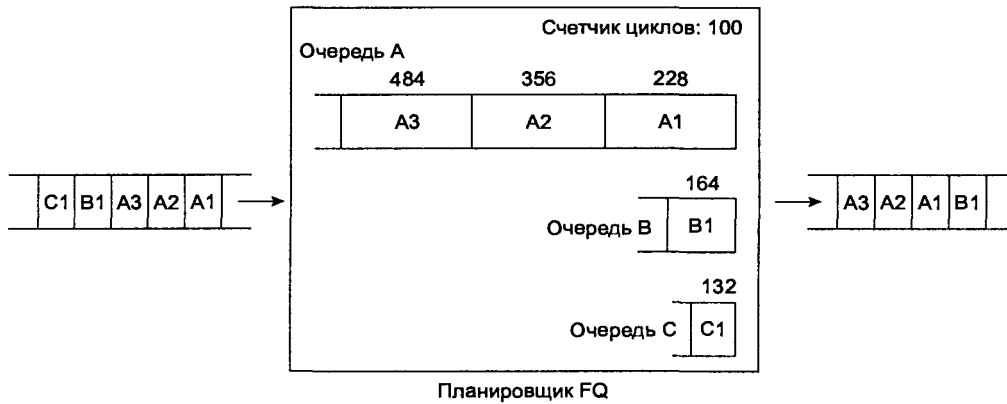
Предположим, что системой FQ был получен пакет А1, принадлежащий пассивному потоку трафика. Полная обработка 128-байтового пакета побайтовым планировщиком кругового обслуживания займет 128 циклов. Если на момент получения пакета А1 значение счетчика циклов равнялось 100, то после полной передачи пакета А1 это значение станет равным $100 + 128 = 228$.

По сути, SN представляет собой номер цикла, в который осуществляется передача последнего байта пакета. Поскольку в действительности *планировщик за один раз проводит передачу всего пакета*, а не его одного байта, он обслуживает весь пакет вне зависимости от того, сравнялся ли счетчик циклов с порядковым номером пакета.

Пакет А2 будет принадлежать активному потоку трафика благодаря наличию в очереди пакета А1 с порядковым номером 228. $SN_{A2} = 228 + 128 = 356$, поскольку он должен быть передан после пакета А1. Аналогичным образом, $SN_{A3} = 356 + 128 = 484$. Поскольку пакеты В1 и С1 принадлежат пассивному потоку трафика, их порядковые номера равняются 164 ($100 + 64$) и 132 ($100 + 32$), соответственно.



обслуживание пакета A1 на 228-м цикле. Поскольку SN пакета определяет очередность обработки пакетов планировщиком, в данном случае пакеты будут обслужены в таком порядке: C1, B1, A1, A2, A3.



Счетчик циклов используется исключительно для вычисления SN пакетов, принадлежащих новым (пассивным) потокам трафика. SN пакетов, принадлежащих активным потокам трафика, рассчитываются с учетом наибольшего SN пакета, поставленного в очередь этого потока. Таким образом, если пакет A4 будет принят до обслуживания пакета A3, то его порядковый номер будет равняться $484 + 128 = 612$.

Счетчик циклов обновляется при передаче каждого очередного пакета, при этом его новое значение равняется порядковому номеру пакета, который передается. Таким образом, если 32-байтовый пакет D1, принадлежащий новому потоку трафика, будет принят в момент передачи пакета A1, значение счетчика циклов будет равняться 228, а $SN_{D1} = 260 (228 + 32)$. Поскольку SN_{D1} меньше SN_{A2} и SN_{A3} , он будет передан раньше этих пакетов.

