

Алгоритм ведра маркеров

Алгоритм ведра маркеров используется как для сглаживания, так и для профилирования трафика.

Он основан на сравнении потока пакетов с некоторым эталонным потоком. Эталонный поток представлен маркерами, заполняющими условное «ведро» маркеров (см. рис. ниже).

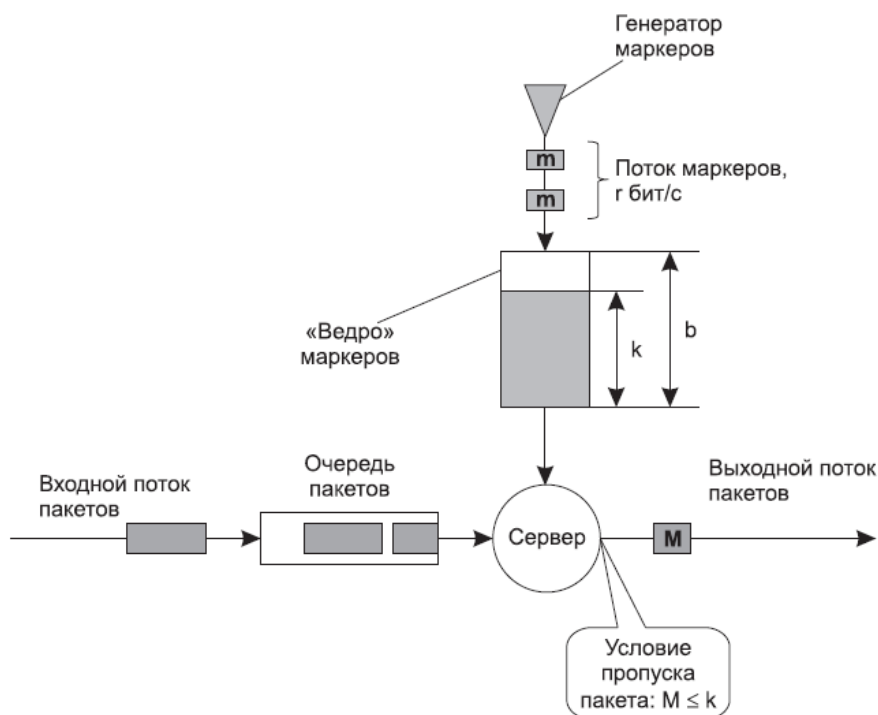


Рис. Алгоритм ведра маркеров

Под маркером в данном случае понимается некий абстрактный объект, носитель «порции» информации, используемый для построения эталонного потока. Генератор маркеров периодически с постоянным интервалом w направляет очередной маркер в «ведро» с ограниченным объемом b байт. Все маркеры имеют одинаковый объем m байт, а генерация маркеров происходит так, что «ведро» заполняется со скоростью r бит/с. Нетрудно подсчитать, что $r = 8m/w$. Эта скорость r и является максимальной средней скоростью для трафика пакетов, а объем ведра соответствует максимальному размеру пульсации потока пакетов. Если ведро заполняется маркерами «до краев» (то есть суммарный объем маркеров в ведре становится равным b), то поступление маркеров временно прекращается. Фактически, ведро маркеров представляет собой счетчик, который наращивается на величину m каждые w секунд.

При применении алгоритма ведра маркеров профиль трафика определяется **средней скоростью r** и **объемом пульсации b** .

Сравнение эталонного и реального потоков выполняет сервер — абстрактное устройство, которое имеет два входа. Вход 1 связан с очередью пакетов, а вход 2 — с ведром маркеров. Сервер также имеет выход, на который он передает пакеты из входной очереди пакетов. Вход 1 сервера моделирует входной интерфейс маршрутизатора, а выход — выходной интерфейс.

Пакет из входной очереди продвигается сервером на выход только в том случае, если к моменту его поступления на сервер «ведро» заполнено маркерами до уровня не ниже M байт, где M — объем пакета.

При продвижении пакета из ведра удаляются маркеры общим объемом в M байт (с точностью до размера одного маркера, то есть до m байт).

Если же ведро заполнено недостаточно, то пакет обрабатывается одним из двух описанных далее нестандартных способов, выбор которых зависит от цели применения алгоритма.

Если алгоритм ведра маркеров применяется для **сглаживания** трафика, то пакет просто задерживается в

очереди на некоторое дополнительное время, ожидая поступления в ведро нужного числа маркеров. Таким образом, даже если в результате пульсации в систему приходит большая группа пакетов, из очереди пакеты выходят более равномерно — в темпе, задаваемом генератором маркеров.

Если же алгоритм ведра маркеров используется для *профилирования* трафика, то пакет отбрасывается как не соответствующий профилю. Более мягким решением может быть повторная маркировка пакета, понижающая его статус при дальнейшем обслуживании. Например, пакет может быть помечен особым признаком «удалять при необходимости», в результате чего при перегрузках маршрутизаторы будут отбрасывать такие пакеты в первую очередь. При дифференцированном обслуживании пакет может быть переведен в другой класс, который обслуживается с более низким качеством.

Алгоритм ведра маркеров допускает пульсацию трафика в определенных пределах. Пусть пропускная способность выходного интерфейса, который моделируется выходом сервера, равна R . Это значит, что сервер не может передавать данные на выход со скоростью, превышающей R бит/с. Можно показать, что на любом интервале времени t средняя скорость исходящего с сервера потока равна минимуму из двух величин: R и $r + b/t$. При больших значениях t скорость выходного потока стремится к r — это и говорит о том, что алгоритм обеспечивает желаемую среднюю скорость. В то же время в течение небольшого времени t пакеты могут выходить из сервера со скоростью, большей r . Если $r + b/t < R$, то они выходят из сервера со скоростью $r + b/t$, в противном случае интерфейс ограничивает эту скорость до величины R . Период времени t соответствует пульсации трафика. Эта ситуация наблюдается тогда, когда в течение некоторого времени пакеты не поступали на сервер, так что ведро полностью заполнилось маркерами (то есть времени, большего, чем b/r). Если после этого на вход сервера поступит большая группа пакетов, следующих один за другим, то эти пакеты будут передаваться на выход со скоростью выходного интерфейса R также один за другим, без интервалов. Максимальное время такой пульсации составляет $b/(R - r)$ секунд, после чего обязательно наступит пауза, необходимая для наполнения опустевшего ведра. Объем пульсации составляет $Rb/(R - r)$ байт. Из приведенного соотношения видно, что алгоритм ведра маркеров начинает плохо работать, если средняя скорость r выбирается близкой к пропускной способности выходного интерфейса. В этом случае пульсация может продолжаться очень долго, что обесценивает алгоритм.