

*Паламарчук У.А. Методы активного управления очередями // Академия педагогических идей «Новация». – 2020. – №3 (март). – АРТ 24-эл. – 0,3 п. л. – URL: <http://akademnova.ru/page/875548>*

**РУБРИКА: ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

**УДК 621.394.343: 004,715**

**Паламарчук Ульяна Алексеевна**  
студентка 2-го курса магистратуры  
Уральский технический институт связи и  
информатики (филиал)  
эл.адрес: ul\_sha@mail.ru

*Научный руководитель:* Будылдина Надежда Вениаминовна  
кандидат технических наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный  
университет телекоммуникаций и информатики»  
в г. Екатеринбурге  
г. Екатеринбург, Российская Федерация

**МЕТОДЫ АКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОЧЕРЕДЯМИ**

*Аннотация:* В этой статье проводится всестороннее исследование методов AQM, которые предлагаются, и значения и короткие падения существуют.

*Ключевые слова:* активное управление очередями, задержка, перегрузка, методы контроля перегрузок.

**Palamarchuk Uliana**  
2nd year student of magistracy  
Ural Technical Institute of Communications and  
Informatics (branch)  
*Scientific adviser:* Budyldina Nadezhda  
candidate of technical sciences, associate professor  
FGBOU VO «Siberian State University  
telecommunications and informatics» in  
Yekaterinburg  
e-mail: ul\_sha@mail.ru

## ACTIVE QUEUE MANAGEMENT METHODS

*Annotation:* This article provides a comprehensive study of the AQM methods that are offered, and meanings and short drops exist.

*Key words:* active queue management, delay, congestion, congestion control methods.

Задержка интернета стала объектом пристального внимания для повышения оперативности работы интернет-приложений и протоколов. Одним из основных источников задержки является накопление очередей в сетевых устройствах. Очередь возникает всякий раз, когда скорость поступления данных на входе в устройство превышает текущую скорость выхода. Такая очередь является нормальной в сети с коммутацией пакетов и часто необходима для поглощения пакетов при передаче и выполнения статистического мультиплексирования трафика, но чрезмерная очередь может привести к нежелательной задержке, снижая производительность некоторых интернет-приложений. RFC 2309 ввел понятие "активного управления очередями" (AQM), класс технологий, которые, сигнализируя обычным транспортным средствам с контролируемой перегрузкой, таким

как TCP, управляют размером очередей, которые строятся в сетевых буферах. RFC 2309 также описывает специфический алгоритм AQM, Random Early Detection (RED), и рекомендует, чтобы он был широко реализован и использовался по умолчанию в маршрутизаторах. При соответствующем наборе параметров красный цвет является эффективным алгоритмом. Тем не менее, динамически прогнозировать этот набор параметров было найдено, чтобы быть трудным. В результате красный цвет не был включен по умолчанию, и его нынешнее использование в Интернете ограничено.

После публикации RFC 2309 были разработаны другие алгоритмы AQM, некоторые из которых являются самонастраивающимися в пределах диапазона применимости. Таким образом, хотя эта памятка продолжает рекомендовать развертывание AQM, она больше не рекомендует использовать RED или любой другой конкретный алгоритм по умолчанию. Вместо этого он дает рекомендации по процессам IETF для выбора соответствующих алгоритмов, и

особенно о том, что рекомендуемый алгоритм способен автоматизировать любую необходимую настройку для распространенных сценариев развертывания.

Абстрактная перегрузка обычно возникает, когда количество пакетов, поступающих в буфер маршрутизатора, превышает доступные ресурсы. Это вызывает ряд проблем, таких как, увеличение вероятности высокой задержки очереди в буфере и увеличение вероятности потери пакетов буфера. Метод контроля перегрузки является одним из ключевых, который сохраняет любую сеть эффективной и надежной для пользователей. Многие исследователи были предложены в литературе в течение многих лет для эффективного управления перегрузками, которые

происходят в сети.

Перегрузка контролируется и контролируется на ранней стадии перед переполнением маршрутизатора, используя набор параметров. Эти методы формально называются методами активного управления очередями (АQM), которые были предложены для преодоления перегрузки. Эти методы зависят от поддержания динамического буфера маршрутизатора.

Когда прибытие пакетов увеличивается, количество отброшенных пакетов увеличивается, чтобы предотвратить накопление пакетов и поддержать стабильность буфера. Эта процедура реализуется путем назначения фиксированного значения, при котором  $aq1$  должен поддерживаться. Отбрасывание пакетов начинается до переполнения буфера по отношению к фиксированному значению и текущему значению  $aq1$ . Хотя такие методы хорошо работают в устойчивом буфере, они плохо адаптируются, когда  $aq1$  изменяется с течением времени.

Огромное количество приложений, подключенных через компьютерные сети и интернет-технологии, генерируют огромные пакетные передачи между различными сторонами. Процесс передачи между отправителем и получателем является промежуточным с процессом очереди, происходящим в буферах сетевого маршрутизатора. Пакеты, поступающие первыми в буферную очередь, обрабатываются и передаются в первую очередь способом First-In-First-Out (FIFO).

Впоследствии, если размер буфера велик, поступившие пакеты сталкиваются с задержкой, прежде чем они будут отправлены, это снижает производительность маршрутизатора и производительность сети в целом. С другой стороны, если размер буфера невелик, буфер будет быстро переполнен, и поступающие пакеты не будут иметь места для

размещения, что приводит к потере пакетов, как в [1].

Aq1 обозначает среднее количество пакетов, стоящих в очереди в буфере маршрутизатора в определенный момент времени, перегрузка обычно происходит, когда количество пакетов, поступающих в буфер, не может быть размещено из-за недостаточной aq1, средней длины очереди. Что не подходит для количества пакетных передач, происходящих в сети? Следовательно, перегрузка может быть оценена и проконтролирована aq1. Устранение или предотвращение перегрузки требуется для оптимизации эффективности маршрутизации и сетевых ресурсов, а также повышения производительности сети, как в [2].

Почти десять лет назад было предложено несколько методов предварительной перегрузки, таких как активное управление очередями (AQM) [3], чтобы обнаружить и предотвратить перегрузку на ранней стадии [4]. Эти методы зависят от поддержания значения aq1 на среднем уровне. Когда прибытие пакетов увеличивается, количество отброшенных пакетов увеличивается, чтобы предотвратить накопление пакетов и поддержать стабильность буфера.

Эта процедура реализуется путем назначения фиксированного значения, при котором aq1 должен поддерживаться. Отбрасывание пакетов начинается до переполнения буфера по отношению к фиксированному значению и текущему

значению aq1. Хотя такие методы хорошо работают в устойчивом буфере, они плохо адаптируются, когда aq1 изменяется с течением времени. Существующие методы контроля до перегрузки обычно плохо адаптируются к изменениям в значении aq1.

Это вызывает несколько проблем, когда  $aq1$  изменяется с течением времени. Эти проблемы можно суммировать как (1) увеличение вероятности высокой задержки очереди в буфере и (2) увеличение вероятности потери пакетов из-за переполнения буфера [1, 4].

В результате эти методы не могут хорошо стабилизировать  $aq1$  на оптимальном уровне [5]. Таким образом, существующие методы управления до перегрузки плохо адаптируются, когда сетевой трафик изменяется с течением времени, что приводит к потере сетевых ресурсов в целом и увеличению вероятной потери пакетов и среднего времени ожидания пакетов в частности. Таким образом, должен быть установлен адаптивный метод, способный обнаруживать перегрузку до переполнения буферного маршрутизатора. Кроме того, для преодоления проблемы параметризации необходимо адаптировать непараметрическое решение.

Следующие методы контроля перегрузки постоянно связаны с быстрым развитием интернета и сетевых технологий. Большинство из этих методов были построены путем заполнения пробелов в их предшественниках.

Чтобы показать эволюционирующую процедуру, обсуждение начинается с ранних методов, которые основаны на обнаружении после перегрузки, а затем обрабатываются с помощью последнего метода, реализующего контроль перед перегрузкой. Один. Метод контроля поздних перегрузок в категории контроль поздних перегрузок, контроль перегрузок устанавливает размер буфера в маршрутизаторе к фиксированному значению эти типы:

1) Drop Tail (DT) Drop Tail (DT), неадаптивный (значения параметров никогда не изменялись после того, как они были инициализированы) метод, управляет перегрузкой, фиксируя размер буфера маршрутизатора для оптимизации задержки и потери пакетов [6]. Перегрузка контролируется, когда буфер переполняется, отбрасывая все входящие пакеты автоматически. Как правило, размер В. Методы управления ранней перегрузкой на основе параметров в методах управления ранней перегрузкой на основе параметров перегрузка контролируется и контролируется на ранней стадии до переполнения маршрутизатора с использованием набора параметров. Эти методы формально называются методами активного управления очередями (AQM), которые были предложены для преодоления ограничений метода DT, рассмотренного ранее [9, 10].

Огромные методов для контроля перегрузок были построены как АКМ, таких как произвольное раннее обнаружение (Red) [11], адаптивные произвольное раннее обнаружение (ARED) [12], случайных экспоненциальных маркировка (РЭМ) [13, 14] , синий, стохастический справедливый синий (СФБ) [17], нежный произвольное раннее Detiction (ГРЕД) [18], динамическое произвольное раннее падение (Дред) [19], стабилизированного произвольное раннее падение (сред) [20], Дред пушистый синий[23], нечеткая экспоненциальное обозначение (МКЭ) [24], Decbit и адаптивного мягким произвольное раннее обнаружение. Все эти методы адаптируются к состоянию перегрузки в буфере маршрутизатора путем изменения значений используемых параметров в зависимости от состояния сети.

1) Метод Decbit метод Decbit [25], адаптивный (значения параметров динамически изменяются от ситуации к другой ситуации), использует среднюю длину очереди ( $aql$ ) в качестве индикаторов перегрузки в сети. В том случае, если метод DT устанавливает буферы маршрутизатора на максимальный размер, возможность высокой задержки очереди пакетов D повышается. В случае, когда DT устанавливает буферы маршрутизатора на минимальный размер, пропускная способность  $t$  рационально уменьшается.

Преимуществом DT является простота реализации при незначительных вычислительных накладных расходах недостатками DT являются сложность получения оптимизированного значения для всех показателей производительности, увеличение скорости потери пакетов и насыщение буфера маршрутизатора очередью. Перегрузка контролируется путем отправки уведомления отправителю для снижения скорости передачи. Таким образом, если значение  $aql$ , отношение числа пакетов, находящихся в данный момент в очереди, к размеру очереди, превышает значение единицы, то отправителю отправляется уведомление через бит индикации, чтобы уменьшить скорость передачи. Для уточнения, для каждого пакета, поступающего в буфер маршрутизатора, метод Decbit вычисляет текущий  $aql$ , если  $aql$  превышает единицу, метод decbit помечает поступающий пакет и передает его в пункт назначения. На основе бита индикации подтверждение от назначения передается обратно источнику, и источник может определить перегрузку по содержимому подтверждения и впоследствии уменьшить скорость передачи, чтобы избежать перегрузки. Как правило, источники модифицируют свои окна передачи один раз каждые два времени обхода (RTTs), используя метод Decbit, если половина или больше пакетов в последнем размере окна



отмечены битом индикации перегрузки, то размер окна передачи уменьшается экспоненциально. С другой стороны, скорость передачи возрастает линейно, если пакеты не помечены. В целом, преимущества decbit просты, распределены, оптимизированы, низкая перегрузка накладных расходов, поскольку обратная связь передается маркировочными пакетами и динамична, что обеспечивает хорошую справедливость.

С другой стороны, decbit не подходит для бурного трафика, поскольку требуется время, чтобы уведомить отправителя о снижении скорости передачи.

1) раннее случайное обнаружение (RED) раннее случайное обнаружение (RED), неадаптивный метод, был предложен Флойдом и Якобсоном в 1993 году. Красный цвет не уведомляет отправителя как decbit, он контролирует

перегрузку с помощью вероятностного отбрасывания пакетов. Перегрузка контролируется с помощью различных сценариев следующим образом: Во-первых, когда  $aq_l$  меньше, чем  $minthreshold$ , никакие пакеты не отбрасываются, поскольку перегрузка в этом случае не происходит. Во-вторых, если  $aq_l$  находится между двумя порогами, поступающий пакет отбрасывается с вычисленной вероятностью  $D_p$ , чтобы уменьшить перегрузку до переполнения буфера. Наконец, когда  $aq_l$  находится выше  $maxthershold$ , все поступающие пакеты отбрасываются.

RED является одним из наиболее значимых методов, поскольку он был успешно принят инженерной группой Интернета (IETF) в RFC 2309 [6]. Преимуществом красного цвета является устранение глобальных проблем синхронизации. Однако недостатком RED является то, что Индикатор перегрузки реализуется в вычислениях  $aq_l$  на основе нагрузки

трафика (количества подключений), а не на фактическом состоянии загрузки пакетов, что может ухудшить производительность сети во многих аспектах. Например, задержка и потеря пакетов. Впоследствии RED не может стабилизировать свое значение  $aql$  между  $mintheshold$  и  $maxthreshold$ , когда нагрузка на трафик внезапно меняется (т. е. бурный трафик).

3. Адаптивная произвольное раннее обнаружение (ARED) адаптивный произвольное раннее обнаружение (ARED), адаптивный метод, была предложена для преодоления стабилизирующего проблема ДУК, которые произошли в красной [27]. Хотя ARED и RED имеют идентичные методы индикации перегруженности, разница между этими методами воплощена в технике контроля перегруженности.

Впоследствии метод ARED предотвращает рост очереди, не позволяя значению  $aql$  достичь  $maxtheshold$  [12]. Когда  $aql$  выше  $Taql$ , а  $D_{max}$  ниже или равен 0.5,  $D_{max}$  увеличивается, и впоследствии вероятность падения увеличивается. Основными преимуществами ARED являются устранение, в некоторой степени, чувствительности параметров, влияющих на производительность RED и возможность частичной стабилизации  $aql$ . Ограничения ARED заключаются в следующем. Во-первых, ARED не может стабилизировать  $aql$  между  $mintheshold$  и  $maxthreshold$ , когда происходит сильная перегрузка. Во-вторых, подобно RED, если в ARED возникает сильная перегрузка, а  $aql$  меньше  $mintheshold$ , то буфер маршрутизатора, скорее всего, переполнится и потеряет все пакеты. Наконец, параметры ARED должны быть настроены на определенные значения, чтобы получить удовлетворительную производительность (параметризация).

**Список использованной литературы:**

1. Floyd, S. Random Early Detection Gateways for Congestion Avoidance/ S. Floyd, V. Jacobson IEEE/ACM Transactions on Networking, August 1993.
2. Wu-chang Feng; Dilip D. Kandlur; Debanjan Saha; Kang G. Shin (April 1999), "BLUE: A New Class of Active Queue Management Algorithms", U. Michigan CS TR (CSE-TR-387-99) - 2010- 12-22 - Адрес доступа: [www.eecs.umich.edu/techreports/cse/99/CSE-TR-387-99.pdf](http://www.eecs.umich.edu/techreports/cse/99/CSE-TR-387-99.pdf) Время доступа: январь 2013 г.
3. Deniz Ustebay, Hitay Ozbay, Nazli Gundes. A new PI and PID control design method for integrating systems with time delays. - In Proceedings of the 6th WSEAS IS-PRA'07, USA, - 2007 Адрес доступа: [www.ece.ucdavis.edu](http://www.ece.ucdavis.edu)
4. Батыр С.С., Хорхордин А.В. Построение модели сети передачи данных для исследования технологии AQM // Сборник научных трудов ДониЖТ Вы-пуск:28 - Донецк, 2011 С.108- 116
5. Floyd S. Request for Comments: 5166 Metrics for the Evaluation of Congestion Control Mechanisms / S. Floyd, Ed. -March, 2008. - Адрес доступа: <http://tools.ietf.org/rfc/rfc5166.txt> - Время доступа: январь 2013 г.
6. R. Jain, D M. Chiu, and W. Hawe, A Quantitative Measure of Fairness and Discrimination for Resource Allocation in Shared Systems, DEC TR-301, Littleton, MA: DEC, 1984. – Адрес доступа: [www1.cse.wustl.edu/~jain/papers/ftp/fairness .pdf](http://www1.cse.wustl.edu/~jain/papers/ftp/fairness.pdf) - Время доступа: январь 2013 г.

***Дата поступления в редакцию: 12.03.2020 г.***

***Опубликовано: 17.03.2020 г.***

***© Академия педагогических идей «Новация», электронный журнал, 2020***

***© Паламарчук У.А., 2020***