
М.В. Семеняка, *А.В. Симоненко

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКОЙ
БАЛАНСИРОВКИ ОЧЕРЕДЕЙ НА МАРШРУТИЗАТОРАХ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ**

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
* Харьковский университет воздушных сил

Ключевые слова: балансировка, очереди, MPLS, Traffic Engineering Queues, метод.

Предложен метод динамической балансировки очередей на маршрутизаторах телекоммуникационной сети. Проведено экспериментальное исследование с использованием реального участка сети. В исследовании сравнивались показатели качества обслуживания для потоков обслуженных существующими автоматическими механизмами управления очередями с показателями, полученными при обслуживании трафика с помощью предложенного метода.

M.V. Semenyaka, *A.V. Simonenko

**EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE DYNAMIC ADAPTIVE QUEUE BALANCING
METHOD ON TELECOMMUNICATION NETWORK ROUTERS**

Kharkiv national university of radioelectronics
*Kharkiv Air Force University

Keywords: balancing, queuing, MPLS, Traffic Engineering Queues, method.

The paper presents the dynamic adaptive queue balancing method that was designed for solving queues balancing problem on the telecommunication network routers. The experimental research using the real part of the network was performed. Within research the quality of service indicators was compared for flows that had been served by existing automatic congestion control mechanisms and provided method.

Преобладающим направлением в развитии средств обеспечения качества обслуживания является переход к динамическим стратегиям управления сетевыми ресурсами – буферным пространством сетевых узлов, пропускной способностью каналов связи и сетевым трафиком. В работе предложен метод динамической балансировки очередей на маршрутизаторах мультисервисной телекоммуникационной сети в рамках которого осуществляется комбинированный адаптивный подход выбора математических моделей в зависимости от исходных данных на входе интерфейса сетевого узла.

В рамках предлагаемого метода процесс балансировки очередей организован следующим образом: на первом этапе метода динамической балансировки осуществляется сбор исходных данных для расчета. На основе мониторинга состояния маршрутизатора и характеристик поступающего трафика анализируются следующие показатели: количество потоков агрегированного трафика, который поступает на вход маршрутизатора; интенсивность каждого

потока; приоритет обслуживания того или иного потока; количество очередей необходимое для обслуживания поступившей информации; пропускная способность исходящего канала связи. При этом на верхнем уровне метода управления очередями будет производиться на основе потоковой модели балансировки очередей, основанной на метриках [1], результатом чего будет предварительное распределение потоков по очередям с закреплением за этими очередями определенной пропускной способности исходящего канала связи (физического интерфейса). На нижнем уровне метода предполагается, чтобы каждая конкретная очередь разбивалась на под-очереди, что является характерным решением для иерархических очередей (Hierarchical Queues, HQ), причем балансировка уже этих под-очередей будет осуществляться на основе моделей описанных в [2, 3].

Основываясь на результатах решения верхней модели балансировки очередей к использованию предлагается модель балансировки очередей учитывающая загруженность по пропускной способности. В ходе анализа модели установлено, что она обеспечивает лучшую балансировку при условии (условие №1), что агрегированный трафик, поступающий на интерфейс, образуется достаточно большим количеством (по отношению к числу очередей) отдельных потоков приблизительно равного приоритета и невысокой (и желательно соизмеримой между собой) интенсивности. Кроме того, данную модель можно использовать лишь в случае (условие №2) низкой и средней загруженности интерфейса, т.к. в ней в явном виде отсутствуют условия предотвращения перегрузки очередей по их длине. Данную модель балансировки целесообразно использовать ввиду ее более простой алгоритмическо-программной реализации по сравнению с моделью учитывающей загруженность очередей по их длине [2], так как в первой модели решается более простая MILP (Mixed Integer Linear Programming) задача, а во второй – более сложная MILNP (Mixed Integer Non-linear Programming) задача.

Таким образом, когда условия применения модели балансировки очередей по пропускной способности не выполняются, то необходимо обеспечивать балансировку очередей на основе использования потоковой модели балансировки очередей учитывающей длину очереди [2]. Особенно актуально ее применять, во-первых, в области высокой загруженности интерфейса, когда очень важно предотвратить перегрузку очередей по их длине, во-вторых, при существенном расхождении в приоритетах обслуживаемых потоков трафика, и в третьих, при условии, что агрегированный поток, поступающий на интерфейс, образует относительно небольшое число (по сравнению с числом очередей) потоков высокой интенсивности (по сравнению с ПС КС, закрепленной за каждой отдельной очередью).

Исходя из выше описанных математических моделей, а также условий их применения на рис. 1 была предложена структурная схема метода динамической балансировки очередей на маршрутизаторах телекоммуникационной сети.

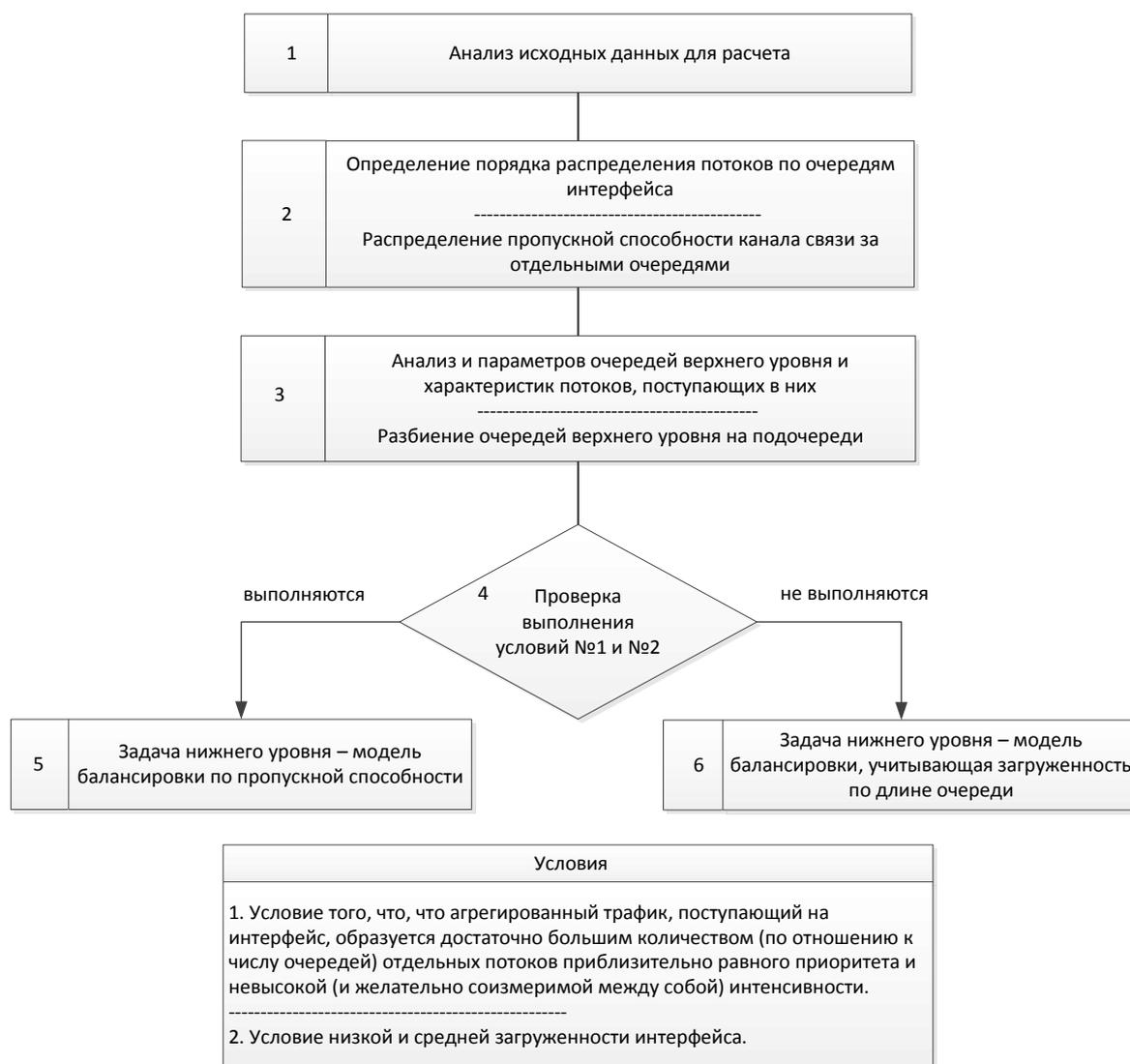


Рисунок 1 – Структура метода адаптивной балансировки очередей на маршрутизаторах мультисервисной телекоммуникационной сети

Для оценки эффективности решений, получаемых при использовании предложенного метода балансировки очередей на интерфейсах маршрутизаторов мультисервисных ТКС был проведен эксперимент, методика которого представлена в [4]. Проведен анализ зависимости средней межконцевой задержки пакетов от числа переключений в маршруте передачи пакетов обслуживаемых потоков трафика и их интенсивности. Сравнивались варианты применения для управления очередями механизмов FIFO, WFQ и предлагаемого метода. Выбор сравниваемых механизмов был продиктован высоким уровнем их автоматичности работы. Результаты расчетов по предлагаемому методу балансировки очередей эмулировались с помощью механизма CBWFQ.

Результаты сравнительного анализа показали, что в случае использования ненагруженных (до 4 Мбит/с) высокоскоростных интерфейсов (Ethernet) вне зависимости от числа переключений лучшую межконцевую задержку (до 2-3%) обеспечивал механизм FIFO (рис. 2). Это объяснялось тем, что задержка обработки пакетов вносилась в основном работой того или иного механизма обслуживания очередей, у FIFO эта задержка минимальна. Особого расхождения в значениях межконцевой задержки при реализации предлагаемого метода и механизма WFQ не было (расхождение до 3%). С ростом загруженности интерфейса (более 4 Мбит/с) алгоритм FIFO начал уступать по качеству обслуживания и механизму WFQ, и предлагаемому методу. Причем наблюдалось улучшение средней межконцевой задержки в среднем до 7% (при средних нагрузках)

до 17% (в условиях близких к перегрузке) при реализации предлагаемого метода по сравнению с механизмом WFQ (рис. 2).

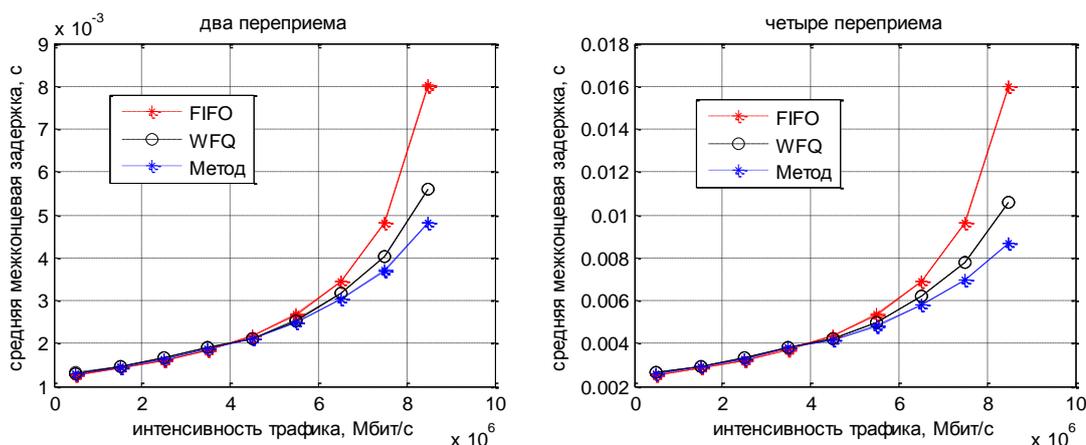


Рисунок 2 – Сравнительный анализ предложенного метода с существующими механизмами управления очередями

Таким образом предложенный метод особенно эффективно решает задачу балансировки очередей в условиях высокой загрузки интерфейса маршрутизатора, обеспечивая улучшение средней межконцевой задержки в среднем от 7% (при средних нагрузках) до 17% (в условиях близких к перегрузке) при реализации предлагаемого метода по сравнению с механизмом WFQ.

Литература:

1. Лемешко А.В., Симоненко А.В., Ватти Махмуд. Потокковая модель управления очередями с динамическим распределением пропускной способности исходящего канала связи // Наукові записки УНДІЗ. – 2008. – №3(5). – С. 34-39.
2. Али С. Али, Симоненко А.В. Потокковая модель динамической балансировки очередей в MPLS-сети с поддержкой Traffic Engineering Queues [Электронный ресурс] // Проблеми телекомунікацій. – 2010. – № 1 (1). – С. 59 – 67. – Режим доступа до журн.: http://pt.journal.kh.ua/2010/1/1/101_ali_balancing.pdf.
3. Лемешко А.В., Али С. Али, Семеняка М.В. Разработка и исследование потоковых моделей динамической балансировки очередей на маршрутизаторах мультисервисной телекоммуникационной сети // Системи обробки інформації. - Вип. 8(98). - 2011. - С. 218-223.
5. Лемешко А.В., Семеняка М.В., Али С. Али Особенности проведения лабораторного эксперимента по исследованию процессов управления очередями в телекоммуникационных сетях // Цифрові технології. – 2012, Вип. 10. – С.5-17