

# Буферизация трафика в многоканальных коммутаторах сетей доступа

Б.Я. Лихтциндер<sup>1</sup>, А.Ю. Привалов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Льва Толстого, 23, Самара, Россия, 443010

<sup>2</sup>Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34а, Самара, Россия, 443086

## Аннотация

Рассматривается проблема большого объема буферной памяти, необходимой для обеспечения надлежащего качества работы коммутаторов сетей доступа при передаче потокового видео. Многопроцессорная архитектура современных коммутаторов позволяет моделировать их многоканальными системами массового обслуживания (СМО). При моделировании совокупности проходящих через коммутатор видеопотоков пуассоновскими процессами, получено заметное сокращение размера очереди, которое на практике не наблюдается. В предлагаемой работе потоковое видео моделируется с помощью более адекватной модели потока группового прибытия. Для такого потока предложен метод сведения данной модели к СМО M/D/n и использован интервальный метод анализа очередей, позволивший получить ряд оценок. Показано, что сокращение размера очереди при реальных параметрах потоков и коммутатора, как правило, места не имеет.

## Ключевые слова

Моделирование трафика, многоканальные системы массового обслуживания, интервальный метод анализа очередей

## 1. Введение

Сегодня технология потокового вещания видео все более замещает общепринятую видео трансляцию, основанную на протоколах RTP/UDP [1]. При этом остро встаёт проблема необходимых для этого ресурсов. Например, по общепринятым оценкам для нормальной работы одного канала видеотрансляции с пропускной способностью 10 гигабит в секунду, работающего в сети с круговой задержкой 250 миллисекунд, требуется объем буферной памяти, равный 2,5 гигабайт [2]. Принято также считать, что этот объем увеличивается пропорционально числу каналов. Современные магистральные маршрутизаторы обычно являются многоканальными, и необходимый объем памяти существенно возрастает, при этом предъявляются очень высокие требования к ее быстродействию. Это увеличивает стоимость производства и эксплуатации такого оборудования. Таким образом, снижение объема буферной памяти коммутаторов и маршрутизаторов является одним из важных требований. при их проектировании и производстве.

Многоканальный коммутатор и маршрутизатор с общей памятью могут рассматриваться как многоканальные системы массового обслуживания (СМО) с общей очередью. Известно, что при пуассоновском входном потоке и эквивалентной загрузке каждого из каналов многоканальной СМО с общей очередью, средняя очередь, приходящаяся на один канал такой системы, будет существенно меньше очереди в обычной одноканальной системе. Это явление позволило авторам статьи [2] сделать вывод о возможности существенного сокращения объемов буферной памяти в многоканальных магистральных коммутаторах, предполагая, что входные потоки пакетов являются пуассоновскими. Однако, это далеко не всегда так. Трафик пакетов мультисервисных сетей весьма неравномерен, носит пачечный характер, и увеличение

числа каналов СМО часто не приводит к существенному уменьшению среднего размера очередей.

## 2. Многоканальная СМО с входным потоком с групповым прибытием

В данной работе пачечный трафик видеопотоков моделируется потоком с групповым прибытием, в котором, согласно пуассоновскому потоку, на вход коммутатора прибывают не одиночные заявки, а пачки заявок, причём, как правило, количество заявок в пачке велико. Коммутатор рассматривается как многоканальная СМО с одинаковым и постоянным временем обслуживания в каждом канале, при этом одна заявка во входной пачке – это загрузка одного прибора (канала) на время обслуживания.

В предположении того, что число каналов (обслуживающих приборов) делится нацело на постоянный размер пачки, данная система сводится к СМО M/D/n, и анализируется методом интервального анализа очередей. При отсутствии делимости нацело, анализ СМО M/D/n даёт оценки для среднего размера очереди. При использовании численного метода, предложенного в [3], показана близость получаемых результатов к результатам для СМО M/M/n, что позволяет использовать их как верхнюю границу для рассматриваемого случая. При этом действительно имеет место уменьшение среднего размера очереди в системе.

Однако, случай, когда число каналов больше числа заявок в пачке маловероятен с практической точки зрения. Более реалистичной является обратная ситуация – когда число заявок в пачке много больше числа каналов. В предположении, что постоянное число заявок в пачке делится нацело на число каналов, данный случай сводится к одноканальной СМО с входным потоком с групповым прибытием (с модифицированным размером пачки) и постоянным временем обслуживания. Интервальный анализ этой системы демонстрирует близость среднего размера очереди в такой системе к очереди в СМО M/D/1 с эквивалентной загрузкой, и никакого выигрыша в размере очереди с практической точки зрения нет.

## 3. Заключение

Таким образом, в работе продемонстрировано, что учёт пачечности трафика видео потоков приводит к тому, что в наиболее реалистичной с практической точки зрения ситуации многоканальность (при эквивалентной загрузке каждого канала) не даёт выигрыша в среднем размере очереди в канале, и, соответственно, в требуемом размере буферной памяти. Выигрыш может наблюдаться только в некоторых специфических ситуациях.

## 4. Литература

- [1] History of Move Networks. Available online. – URL: <http://movenetworks.com/history.html>.
- [2] Appenzeller G. Sizing Router Buffers / G. Appenzeller, I. Keslassy, N. McKeown // Conference proceedings SIGCOMM'04, Portland, Oregon, USA. – 2004. – Vol. 3. – P. 281-292.
- [3] Бочаров, П.П. Теория массового обслуживания / П.П. Бочаров, А.В. Печинкин. – М.: Издательство РУДН, 1995. – С. 319-323.