

Влияние самоподобного трафика реального времени на показатели качества обслуживания

Исаев Р.И., Балгабекова Л.О.

В данной статье приведены результаты исследований влияния реального самоподобного мультисервисного трафика на качество обслуживания пользователей услуг.

This article presents the results of studies of the influence of real self-similar traffic on the quality of services of the multi-user service.

Ушбу мақолада “ўзига-ўзи ўхшаш” мультисервис реал трафигини фойдаланувчиларга кўрсатилаётган хизматга таъсири тадқиқот натижалари келтирилган.

Требуемое качество обслуживания потребителей услуг при реальном самоподобном трафике обеспечивается путем перераспределения пропускной способности устройств (маршрутизаторов).

Актуальность темы. Модель единой мультисервисной сети в качестве технологической базы ориентирована на протокол IP, по которой предполагается передача трафика различного типа, что позволяет отказаться от дублирующих друг друга сетей и позволяет внедрять новые услуги, обеспечивая выполнение их требований к скорости и качеству передачи.

Исследование влияния самоподобия трафика на показатели качества обслуживания единой сети для всех видов приложений является актуальной задачей.

Постановка задачи. Исследование реального трафика мультисервисной сети пакетной передачи данных и анализ методов обеспечения качества обслуживания.

Решение задачи. В настоящее время в результате конвергенции сетей различных типов, а также увеличение объема трафика

и появление новых приложений (IP-телефония, IPTV), работающих в режиме реального времени, мультимедийных приложений привели к необходимости передачи по сети различных видов трафика, в том числе, чувствительного к задержкам [1]. В свою очередь транспортная сеть TCP/IP не гарантирует необходимое новым приложениям качество их обслуживания и возникает необходимость в разработке дополнительных средств предоставления приложениям требуемого уровня сервиса.

Под качеством обслуживания (Quality of Services, QoS) понимают интегральный полезный эффект от обслуживания, который определяется степенью удовлетворения пользователя как от полученной услуги, так и от самой системы обслуживания. Критерий качества обслуживания представляется в виде интегрального показателя совершенства обслуживания, учитывающего не только качество услуги, но и способность сети обрабатывать реальную нагрузку.

На качество обслуживания в IP-сетях влияют следующие основные факторы:

- задержка – время, которое требуется пакету для его передачи из одного пункта в другой. Эта величина зависит от доступной полосы пропускания, загрузки ресурсов сетевых устройств, расстояния между узлами. Время задержки речевого трафика состоит из: задержки на кодирование и декодирование в шлюзах, и задержки, вносимые сетью (в маршрутизаторах, линиях связи). Уменьшить задержки можно за счет проектирования инфраструктуры сети с минимальными задержками и за счет уменьшения времени обработки информационного трафика в шлюзе и/или на транспортном узле;

- джиттер – вариация задержки находится в прямой зависимости от загруженности каналов. Уменьшение этой величины возможно либо назначив высокий приоритет обслуживанию трафику, либо увеличить размер джиттер-буфера;

- потеря пакетов происходит при перегрузке сетей или устройств. Методы QoS позволяют ограничить полосу пропускания, которую могут использовать те или иные протоколы или соединения, таким образом, предотвращая или ограничивая перегрузку;

- контроль над использованием полосы пропускания.

Развитие телекоммуникационных технологий, принципов построения сетей связи, изменение структурного состава абонентов и спектра предоставляемых услуг

приводит к увеличению неравномерности интенсивности трафика.

Рассмотрим анализ статистических характеристик реального трафика пакетов отдельных протоколов (однородного) и всего трафика (мультисервисного) в целом. Реальный поток сформирован множеством источников: DHCP, IGMP, MPEG-1 Audio, MPEG video-stream, ARP, STP, UDP и другие. Измеренные данные свидетельствуют о том, что для мультисервисного трафика характерна сильная неравномерность интенсивности поступления заявок и пакетов. Заявки и пакеты рассредоточены в различных интервалах времени и могут группироваться в «пачки» в одних интервалах, а также полностью отсутствовать в других интервалах времени (рис. 1 и рис. 2).

В пачечном трафике при небольшом среднем значении интенсивности поступления пакетов (интенсивность трафика) присутствует достаточное количество относительно больших выбросов. Например, для трафика IGMP, среднее значение составляет 0,94 пакетов в минуту за интервал 267 минут, а отдельные выбросы достигают значений до 6 пакетов в минуту.

Для потока MPEG-1 Audio средняя интенсивность поступления составляет 19,8 пакетов в минуту за интервал 270 минут, а отдельные выбросы составляют 92 пакетов в минуту.

В табл. 1 представлены вычисленные количественные характеристики реального трафика.

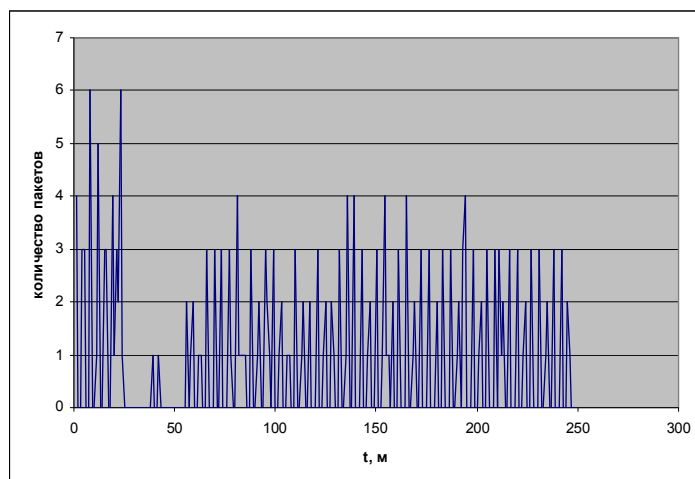


Рис. 1 Интенсивность поступления пакетов IGMP.

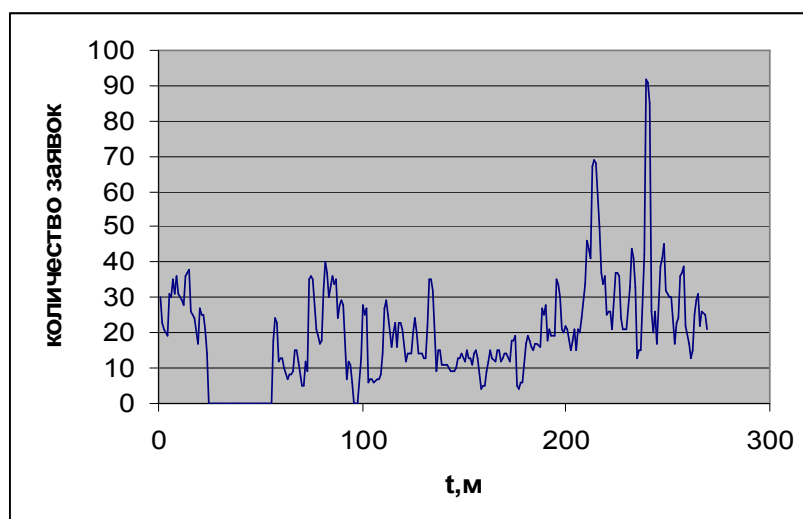


Рис.2 Интенсивность поступления пакетов MPEG-1 Audio

Табл. 1 Статистические характеристики реального трафика

Наименование	IGMP	MPEG-1 Audio	DHCP	ARP	Общий
Математическое ожидание	0,88755	19,32932	1,012	1,895	0,002116
Дисперсия	196,338	502,1232	270,963	865,28	0,000227
Среднеквадратическое отклонение	14,0403	22,4081	16,4609	29,415	0,015067
Коэффициент вариации	15,8191	1,159	16,46	15,51	7,12
Интенсивность	0,0155	0,3308	0,0169	0,03	17,195

Результаты исследований показывают, что интенсивность трафика представляет собой случайный процесс, который имеет флуктуации (пачечность, пик-фактор) во времени. При этом даже протокол TCP, гарантирующий надежную передачу последовательности пакетов, может не обеспечить качество обслуживания в «моменты» пиковой нагрузки сети.

Разброс интервала времени между требованиями определяется по формуле:

$$S = \frac{\sigma^2}{\Lambda}, \quad (1)$$

где S – коэффициент скупенности нагрузки или пик-фактор трафика;

Λ – интенсивность;

σ^2 – среднеквадратическое отклонение.

Анализ коэффициента скупенности однородных потоков показал, что σ^2 превышает Λ от десятков до сотен раз.

Из-за этого в пачечном трафике при сравнительно небольшом среднем значении интенсивности поступления пакетов присутствует определенное количество относительно больших выбросов. Абоненты, создающие трафик, отличаются между собой значениями удельной интенсивности нагрузки и источники каждой службы имеют разные скорости передачи информации или изменяются в процессе сеанса связи и объединенному потоку пакетов присуща «пачечность» трафика (burstness), измеряемая коэффициентом пачечности, что обуславли-

вает еще большую неравномерность общего трафика.

Исследование объединенного трафика реального времени на самоподобие методом нормированного размаха показал, что параметр Херста H равен 0,9; для однородных потоков ARP и DHCP показатель H равен соответственно 0,85 и 0,86.

В [2] показано, что для описания трафика в мультисервисных IP-сетях наиболее широко используют распределения с тяжелым хвостом, в частности, распределение Парето, в которых параметр потока α характеризующий «тяжесть» хвоста распределения и определяет пачечную структуру процесса.

Для измеренного трафика запросов ARP и DHCP определены «тяжесть хвоста» α равный соответственно 1,5453 и 1,434.

На основе разработанных имитационных моделей в программной среде GPSS World поступающего потока на маршрутизатор показано, что с увеличением параметра H мультисервисного потока, пропускная способность канала не справляется с самоподобной загрузкой и растут задержки, то есть увеличивается время, которое требуется пакету для его передачи из одного пункта в другой. На рис. 3 показано, что с увеличением параметра H растет задержка обработки трафика маршрутизатором. Время задержки, вносимое сетью можно уменьшить за счет приоритетного обслуживания соответствующих требований или рациональным выбором типа маршрутизатора.

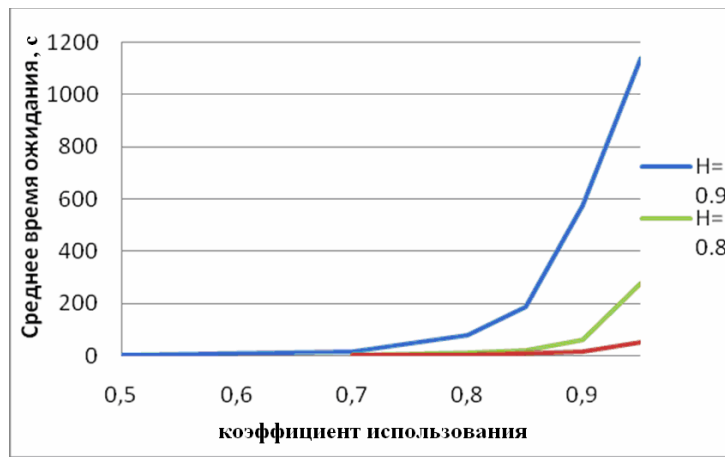


Рис. 3 Зависимость времени задержки от загрузки пропускной способности маршрутизатора самоподобным потоком.

Результаты исследования имитационных моделей приведены в табл.2.

Табл. 2 Результаты исследования имитационных моделей

Загрузка	Без приоритета		С приоритетом	
	Ср. длина очереди, кл	Ср. время в очереди, с	Средняя длина очереди, кл	Ср. время в очереди, с
0,70	0,056	55,585	0,024	9,4
0,75	0,493	589,979	0,061	24,2
0,8	1,207	1305,915	0,172	68,4
0,85	3,831	4050,937	0,617	245,3
0,9	18,271	19313,67	3,223	1282,2

На рис.4 и рис.5 показаны зависимости времени ожидания в очереди от пропускной способности маршрутизатора при самоподобном трафике.

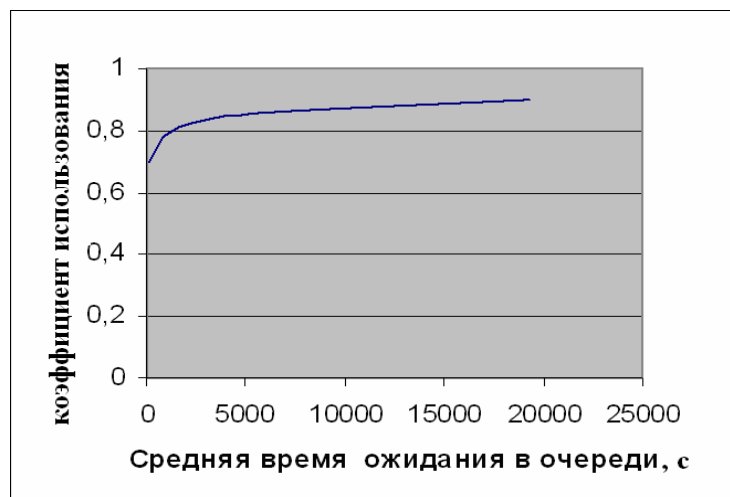


Рис. 4 Время задержки обслуживания без приоритета



Рис. 5 Время задержки трафика маршрутизатором при обслуживании с приоритетом.

Выводы

1. С увеличением параметра Херста мультисервисного потока канал связи не способен пропустить самоподобный трафик задержки передаваемой информации.

2. С увеличением параметра Херста растет время задержки отработки трафика маршрутизатором.

3. Критерий качества обслуживания пользователей услуг определяется способностью канала и сети связи без задержки обрабатывать самоподобный трафик.

4. Время задержки, вносимые каналом связи и сетью связи

при самоподобном трафике можно уменьшить путем повышения широкополосности канала связи и за счет установления приоритетов обслуживания трафика, а также рациональным выбором типа устройств обработки трафика (маршрутизатора).

Литература

1. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. - 3-е изд., - С.Пб.: Питер, 2006. - 957 с.

2. Шелухин О.И., Тенякшев А.М., Осин А.В. Фрактальные процессы в телекоммуникациях – М.: Радиотехника, 2003. – 480 с.

