

П. Е. ПУСТОВОЙТОВ, канд. техн. наук, доцент, НТУ «ХПИ»;
Р. А. КРУГЛОВ, студент, НТУ «ХПИ»;
С. В. СУДАКОВ, студент, НТУ «ХПИ»

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТОВ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ ПАКЕТОВ

В работе проанализирован состав суперпозиции потоков пакетов данных в компьютерной сети, показано, что управление приоритетами составляющих композиционного потока влияет на стохастические показатели системы обслуживания. В тестовой сети внедрен программный комплекс, который управляет потоками. Построены графики для общих показателей надежности компьютерной сети.

Ключевые слова: компьютерные сети, оптимальное управление потоками, прокси-сервер, снижение нагрузки, отклик, трафик, потери пакетов.

Вступление, анализ литературы

В реальных компьютерных сетях (КС) поток заявок, поступающих на вход узла сети, является суперпозицией нескольких потоков, отличающихся друг от друга численными значениями своих характеристик (интенсивностью, объемом пакета, законом распределения интервала между заявками и т.д.). Так, например, гистограмма, описывающая случайную величину длины пакета, полученная по данным потока заявок на одном из узлов компьютерной сети НТУ «ХПИ» в случайно выбранный рабочий день 12.09.2011 имеет вид, приведенный на рис. 1. Для каждого пакета этого потока известны моменты поступления и окончания обслуживания.

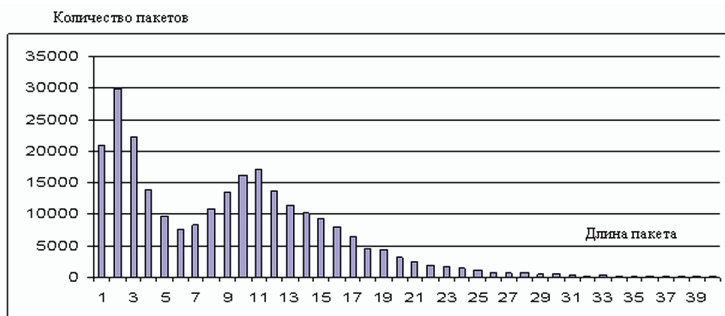


Рисунок 1 – Гистограмма случайной длины пакета

Из рисунка можно предположить, что поток заявок представляет собой суперпозицию двух потоков с разными плотностями распределения длины

пакета [1-2]. Отметим, что в известной литературе, например в [3-5] и других по анализу и оценке эффективности сетей, на вход которых поступает многокомпонентный поток, учитываются только различия в длине интервалов между пакетами.

В следующих статьях [6-9] были разработаны математические модели одно- и многоканальных компьютерных сетей с неоднородным входящим потоком и различными видами приоритетов составляющих компонентов суперпозиции потоков. Были вычислены стохастические параметры системы для каждого случая. Основываясь на результатах, полученных моделей, были решены задачи оптимального управления потоками [10-14] в узлах компьютерных сетей.

В связи с этим, **целью работы** является практическая проверка методов управления потоками в тестовой КС.

Постановка задачи

Для тестирования была выбрана КС, схема которой приведена на рис.2. В тестировании было задействовано 5 компьютеров внутренней сети. В роли прокси-сервера выступал компьютер с операционной системой Linux Fedora Core 6, на котором было установлено программное обеспечение, управляющее потоками пакетов.

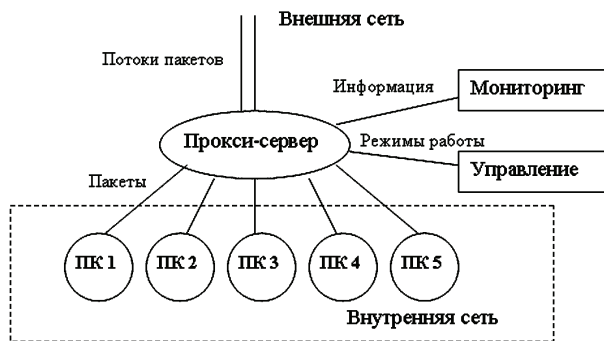


Рисунок 2 – Схема работы системы

Во время тестирования необходимо выполнить мониторинг следующих параметров качества компьютерной сети (рис. 3):

- способность системы справляться с нагрузкой;
- скорость отклика;
- потери пакетов.

Для различных уровней нагрузки необходимо сравнить указанные показатели для следующих режимов функционирования системы:

- потоки без приоритетов;
- относительный приоритет 2-го потока;
- абсолютный приоритет 2-го потока;

- относительный приоритет 1-го потока;
- абсолютный приоритет 1-го потока.

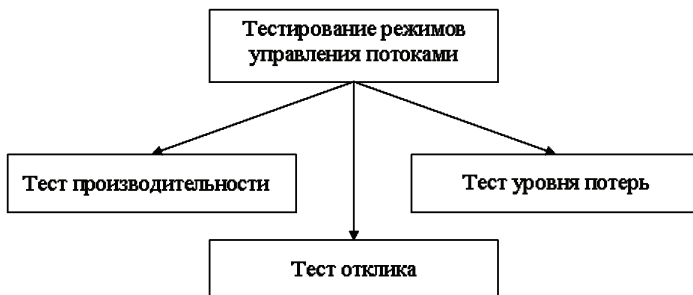


Рисунок 3 – Схема планирования тестирования программы

Основные результаты

Тестирование надежности системы по показателю *производительность* заключалось в оценке параметров системы при оказывании контролируемой дискретно повышающейся нагрузки на прокси-сервер узлами сети. Нагрузка, оказываемая каждым узлом сети, была практически одинаковая, а различия были такие незначительные, что ими можно пренебречь.

Данные о трафике на каждом узле сети для каждого уровня нагрузки снимались программой darkstat (рис. 4).

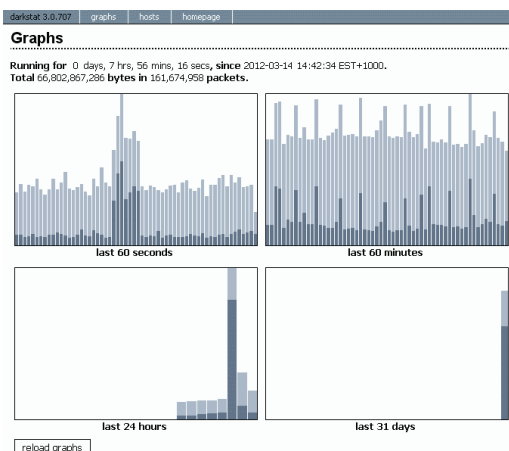


Рисунок 4 – Сбор информации программой darkstat о трафике за 8 часов работы системы

Суть тестирования состояло в том, что все компьютеры внутренней сети загружали с определенной равной установленной скоростью некоторые дан-

ные из внешней сети. Фиксированную скорость загрузки данных, выставленную для каждого теста, будем называть затребованной нагрузкой узла сети, а отношение реальной полученной скорости поступления данных к затребованной нагрузке – процентом выполняемой нагрузки. На графике (рис. 5) показана зависимость процента выполняемой нагрузки от затребованной нагрузки узлом сети (в мегабитах).

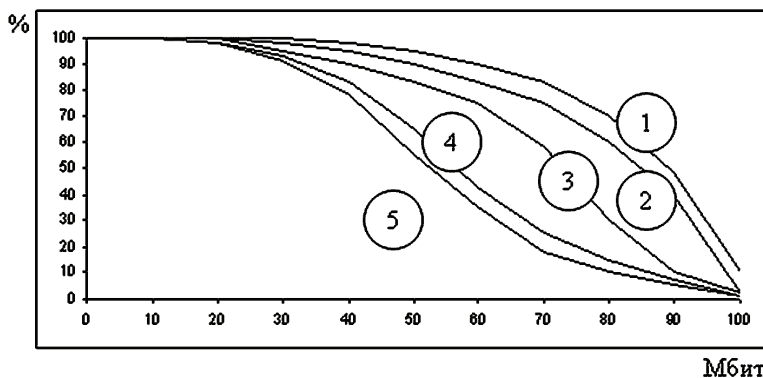


Рисунок 5 – Зависимость процента производительности узла сети от затребованной им нагрузки: 1 – абсолютный приоритет первого потока; 2 – относительный приоритет первого потока; 3 – без приоритета; 4 – относительный приоритет второго потока; 5 – абсолютный приоритет второго потока

Из графика видно, что абсолютный и относительный приоритеты первого потока дают большую выгоду в производительности по сравнению с режимом без приоритета, а также дольше сохраняют максимальную производительность.

Тестирование *скорости отклика* заключалось в снятии показаний отклика при контролируемом дискретном повышении нагрузки на прокси-сервер узлами внутренней сети. Отклик от одного и того же компьютера во внешней сети проверялся путем измерения времени между отсылкой тестового пакета и последующим его приемом. Снятие показаний может быть выполнено командами *ping*, *tracert* или утилитой *WinMTR*.

На графиках на рис. 6 приведены данные по отклику при контролируемом повышении нагрузки на прокси-сервере узлами сети.

Из графика видно, что использование режима относительного приоритета первого потока сокращает отклик.

Анализ *потерь пакетов* заключался в учете количества утерянных пакетов при высоких нагрузках, оказываемых на прокси-сервер. Потери обусловлены отказом в приеме пакетов из-за переполнения буфера очереди системы. Оценка потерь выполнена программой *WinMTR*.

Из графика (рис. 7) видно, что относительный приоритет первого потока

позволяет снизить количество утраченных пакетов. Полученные данные тестирования сведены в таблицу.

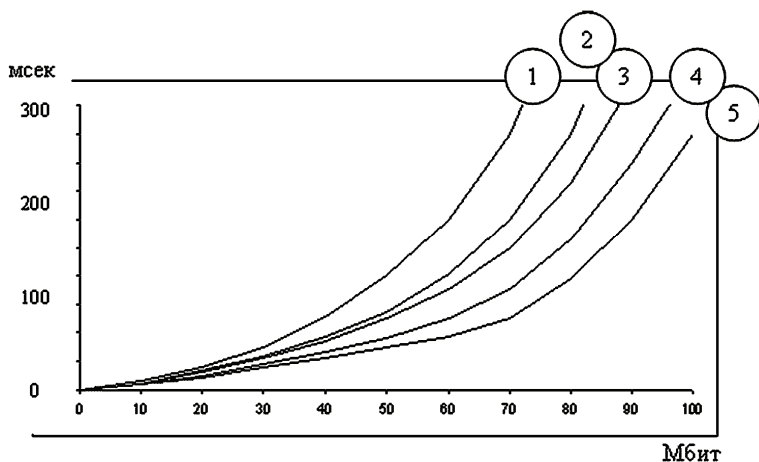


Рисунок 6 – Зависимость величины отклика в узле сети от требуемой им нагрузки: 1 – относительный приоритет первого потока; 2 – без приоритета; 3 – относительный приоритет второго потока; 4 – абсолютный приоритет второго потока; 5 – абсолютный приоритет первого потока

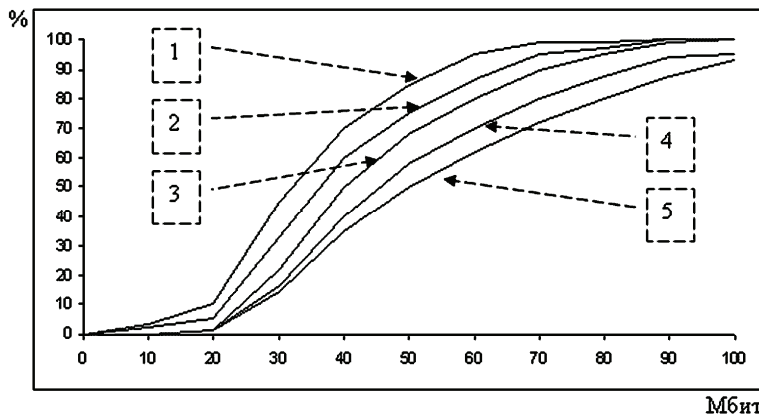


Рисунок 7 – Зависимость процента потерь от величины требуемой нагрузки каждым узлом сети: 1 – абсолютный приоритет первого потока; 2 – абсолютный приоритет второго потока; 3 – относительный приоритет второго потока; 4 – без приоритета; 5 – относительный приоритет первого потока

Изменение дисциплины обслуживания очередей в узлах КС существенно влияет на основные статистические характеристики качества работы системы. С учетом полученных данных наиболее рациональной в рассматриваемом

мом временном интервале является дисциплина с использованием относительного приоритета для очереди коротких сообщений.

Статистические характеристики функционирования узла КС
во временном интервале 11.00 –12.00

Дисциплины обслуживания	Средняя длина очереди		Дисперсия длины очереди		Вероятность превышения критической длины	
	короткие	длинные	короткие	длинные	короткие	длинные
Приоритет отсутствует	183,1	92,4	$9,31 \times 10^3$	$1,58 \times 10^3$	0,36	0,16
Относительный приоритет 2-го потока	248,1	73,4	$4,82 \times 10^3$	$8,36 \times 10^3$	0,47	0,08
Абсолютный приоритет 2-го потока	302,4	42,4	$6,93 \times 10^3$	$2,48 \times 10^3$	0,89	0,02
Относительный приоритет 1-го потока	121,4	132,7	$2,14 \times 10^3$	$3,12 \times 10^3$	0,24	0,32
Абсолютный приоритет 1-го потока	63,2	163,8	$5,82 \times 10^3$	$4,76 \times 10^3$	0,12	0,68

Однако рассмотрим другой случай, подтвержденный реальными данными, полученными на входе прокси-сервера НТУ «ХПИ». Рассмотрим гистограммы распределения трафика сети в будний день по параметрам количество пакетов (рис. 8) и величина трафика (в мегабайтах) (рис. 9) соответственно.

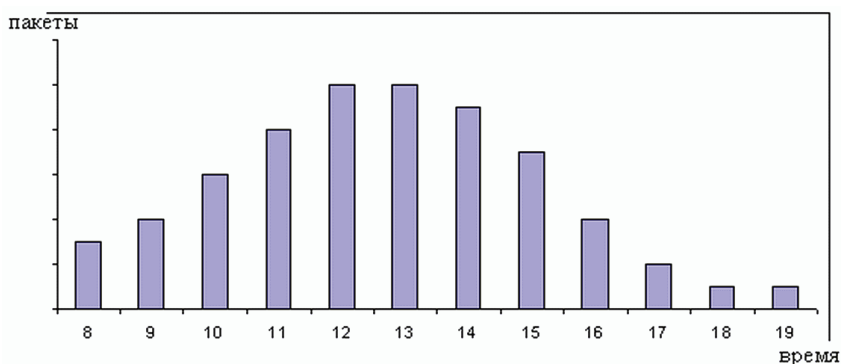


Рисунок 8 – Гистограмма распределения количества пакетов по часам

Из гистограмм видно, что в диапазоне 16.00 – 18.00 количество пакетов снижается, а величина трафика возрастает. Это может быть обусловлено тем,

что в этом промежутке времени в трафике преобладают большие пакеты и целесообразно переключить приоритет на второй поток.

Анализ полученных результатов тестирования показал, что использование приоритета первого потока дает существенный выигрыш в надежности в среднем 7 % и в производительности в среднем 5 %.

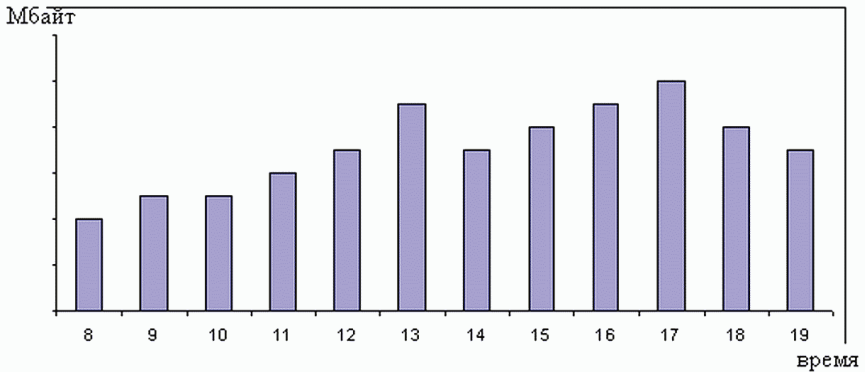


Рисунок 9 – Гистограмма объема трафика по часам

Выводы. Таким образом, разработанное программное обеспечение обладает всеми возможностями маршрутизатора и прокси-сервера по передаче пакетов данных из внешней сети во внутреннюю, осуществляет сбор статистики по входящему трафику и сохраняет ее в базе данных. Внедренные математические разработки позволяют выполнять управление потоками пакетов, которое снижает нагрузку на узел сети. Реализация программного комплекса выполнена кроссплатформенными и свободнораспространяемыми средствами разработки программ.

Список литературы: 1. *Пустовойтов П.Е.* Исследование информационных потоков данных в телекоммуникационных сетях / *П.Е. Пустовойтов* // Вестник НТУ «ХПИ». – Х.: НТУ «ХПИ», 2011. – № 49. 2. *Пустовойтов П.Е.* Методика анализа многокомпонентных входных потоков в компьютерных сетях / *П.Е. Пустовойтов, Эль Саед Абделаал Эльсаед Мохамед* // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2006. – № 40. 3. *Столлинс В.* Современные компьютерные сети : 2-е изд. / *В. Столлинс.* – СПб: Питер, 2003 – 784 с. 4. *Таненбаум Э.* Компьютерные сети / *Э. Таненбаум.* – СПб.: Питер, 2003. – 992 с. 5. *Олифер В.Г.* Компьютерные сети / *В.Г. Олифер, Н.А. Олифер.* – СПб: Питер, 2006. – 958 с. 6. *Пустовойтов П.Е.* Одноканальная компьютерная сеть с неоднородным входным потоком заявок без приоритетов / *П.Е. Пустовойтов* // Системи обробки інформації. – Х.: Хар. ун-т Повітряних Сил, 2011. – Вип 3(93). 7. *Пустовойтов П.Е.* Одноканальная компьютерная сеть с неоднородным входным потоком заявок с абсолютным приоритетом / *П.Е. Пустовойтов* // Системи управління навігації та зв'язку. – К.: Центральний науководослідний інститут навігації і управління, 2011. – Вип 2 (18). 8. *Пустовойтов П.Е.* Компьютерная сеть с неоднородным входным потоком заявок с относительными приоритетами / *П.Е. Пустовойтов* // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Х.: 2011. – Вип. 3/2 (51). 9. *Пустовойтов П.Е.* Приближенная технология оценки эффективности многоканальной компьютерной сети с отказами и неоднородным входящим потоком с приоритетами / *П.Е. Пустовойтов*

// Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Х.: ХарДАЗТ, 2011. – № 3. **10.** *Пустовойтов П.Е.* Управление обслуживанием потоков с приоритетами в компьютерных сетях. / *П.Е. Пустовойтов* // Системи управління навігації та зв'язку. – К.: Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління, 2010. – Вип. 1(13). **11.** *Пустовойтов П.Е.* Управление ресурсами узла компьютерной сети по критерию среднее число очередей, длина которых не ниже критической / *П.Е. Пустовойтов* // Системи обробки інформації. – Х.: Хар. ун-т Повітряних Сил, 2010. – Вип. 5 (86). **12.** *Пустовойтов П.Е.* Управление передачей пакетов в узле компьютерной сети, минимизирующее максимальную длину очереди / *П.Е. Пустовойтов* // Системи управління навігації та зв'язку. – К.: Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління, 2010. – Вип. 2(14). **13.** *Пустовойтов П.Е.* Борьба с перегрузкой и рациональная организация очередей в компьютерных сетях / *П.Е. Пустовойтов, Н.И. Яцук* // Системи управління навігації та зв'язку. – К.: Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління, 2007. – Вип. 4. **14.** *Пустовойтов П.Е.* Минимаксное управление дисциплиной обслуживания в компьютерных сетях / *П.Е. Пустовойтов, Эль Саед Абделаал Эльсаед Мохамед* // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2006. – № 23.

Поступила в редколлегию 26.10.2012

УДК 004.7+681.324

Анализ показателей надежности компьютерной сети для различных вариантов управления потоками пакетов / П.Е. Пустовойтов, Р.А. Круглов, С.В. Судаков // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Техніка та електрофізика високих напруг. – Х.: НТУ «ХПІ», 2012. – № 52 (958). – С. 138-145. – Бібліогр.: 14 назв.

У роботі проаналізовано склад потоку пакетів комп'ютерної мережі, показано, що управління пріоритетами складових потоків впливає на показники системи обслуговування. У тестовій мережі впроваджено програмний комплекс, що управляє потоками. Побудовано графіки для загальних показників надійності комп'ютерної мережі.

Ключові слова: комп'ютерні мережі, оптимальне керування потоками, прокси-сервер, зниження навантаження, відгук, трафік, втрати пакетів.

It was researched the influence of package flow managing on reliability of network. It was built graphs of main indexes of reliabilities, using the developed program, which was tested in test network.

Keywords: reliability of network, ping, traffic, package loss.