

# Моделирование процесса обслуживания самоподобного трафика коммутатором второго уровня

Важной особенностью современных мультисервисных сетей является неравномерная интенсивность поступления сообщений в сеть связи, что делает сетевой трафик самоподобным. Проектирование телекоммуникационных сетей без учета самоподобия трафика приводит к явлению перегрузки буферных устройств коммутаторов и потере пакетов. Оценивается эффективность применения изобретения "способа и системы управления потоками при передаче данных" на мультисервисных сетях, использующих IP-коммутаторы. На это изобретение выдан инновационный патент № 27529, который зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Республики Казахстан от 29.03.13. Предложенный в патенте алгоритм предварительной обработки самоподобного трафика, поступающего на стандартный IP-коммутатор, обеспечивает усреднение поступающего трафика, предотвращая перегрузки за счет динамического распределения объема буфера памяти между портами коммутатора. Оценка эффективности использования предлагаемого способа осуществляется путем моделирования. Фрагмент первой имитационной модели, описывающей работу восьмипортового коммутатора с распределением интервалов поступления кадров на коммутатор по закону Парето с коэффициентом самоподобия  $H = 0,7$  и использованием предлагаемого алгоритма обработки самоподобного трафика. При этом формируется общая память размером 184 места, т.е. максимально одна из очередей может достигать значения 200. Вторая имитационная модель описывает работу восьмипортового коммутатора при поступлении самоподобного трафика с  $H = 0,9$  и использовании предлагаемого способа обработки трафика. Третья имитационная модель описывает работу восьмипортового коммутатора, при этом трафик с  $H = 0,7$  поступает на коммутатор непосредственно. В четвертой имитационной модели значение показателя Херста увеличено до  $H = 0,9$ . На основе результатов моделирования доказано, что использование предлагаемого способа позволяет повысить показатели качества обслуживания при поступлении самоподобного трафика, обеспечивая выигрыш тем больше, чем больше значение  $H$ .

**Ключевые слова:** мультисервисные сети, самоподобный трафик, моделирование, программная среда GPSS World, коммутатор второго уровня.

**Шувалов В.П.,**

профессор Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики (СибГУТИ), кафедра ПДС и М (передача дискретных сообщений и метрологии), shvp04@mail.ru

**Мирзакулова Ш.А.,**

старший преподаватель кафедры Алмаатинского университета энергетики и связи (АУЭС), кафедра автоматической электросвязи (АЭС) г. Алматы, mirzakulova@mail.ru

На современном этапе наблюдается бурное развитие телекоммуникаций в Казахстане. Это обусловлено в первую очередь реализацией крупнейшего проекта государственного значения – строительства основного кольца Национальной информационной супермагистрали (НИСМ) со скоростью передачи 2 Гбит/с, что позволило заложить основу для создания "цифрового государства", формирования инфраструктуры "электронного правительства", а также "информационного общества". НИСМ включает в себя волоконно-оптические линии связи общей протяженностью более 11500 км, соединяющие между собой города и областные центры республики. Построена мультисервисная междугородная сеть NGN, ядром которой является пакетная IP-сеть; проведены работы по модернизации ГТС; запущены услуги широкополосного

доступа в Интернет; услуги IP VPN, IPTV, IP-телефония и др. Важной особенностью современной мультисервисной сети является неравномерная интенсивность поступления сообщений в сети связи, при этом характер трафика является самоподобным.

Существующие телекоммуникационные сети спроектированы, как правило, без учета самоподобия трафика, что приводит к явлениям перегрузки (congestion) и превышению допустимых значений времени задержки, оговариваемых в соглашении о качестве обслуживания. Оценивается эффективность применения "способа и системы управления потоками при передаче данных" [1] на мультисервисных сетях, использующих IP-коммутаторы. Следует заметить, что IP-коммутаторы, обладающие высокой производительностью, все чаще стали использоваться на сетях связи, вытесняя IP-маршрутизаторы.

Предложенный в [1] алгоритм обработки самоподобного трафика, поступающего на стандартный IP-коммутатор, обеспечивает усреднение поступающего трафика, предотвращая перегрузки за счет динамического распределения объема буфера памяти между портами коммутатора.

На рис. 1 представлен временной ряд: по оси абсцисс – номер индекса (количество пакетов), а по оси ординат – интервалы между пакетами части измеренного сетевого трафика, поступающего на порт (с буфером) коммутатора второго уровня, на котором видно, что плотность потока имеет нестационарный характер [2].

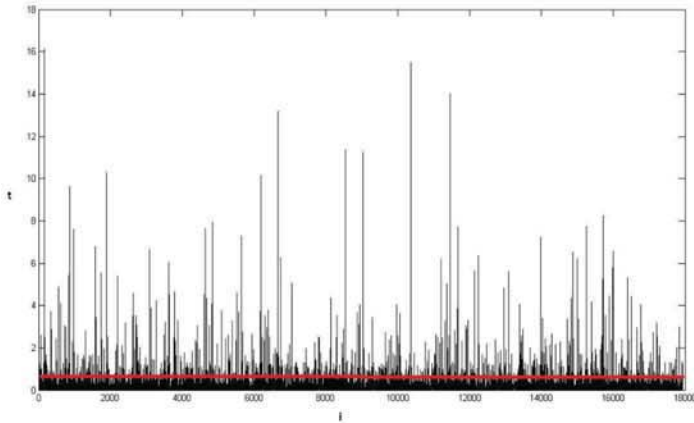


Рис. 1. Временной ряд

Сплошная линия (уровень нормальной нагрузки) показывает: все, что выше этой линии, порт коммутатора второго уровня успеет обработать. Все, что ниже сплошной линии, порт коммутатора не успеет обработать, что может привести к переполнению буферов портов коммутатора и вызывать дополнительные потери и/или задержки и снизить качество обслуживания в целом.

Измеренный самоподобный трафик [2] характеризуется высокой пачечностью, а также обладает последствием, что не позволяет получить корректные результаты работы коммутатора при моделировании трафика простейшим пуассоновским потоком. На рис. 2 представлены два графика, на которых представлены плотности распределения интервалов между пакетами для самоподобного трафика по закону Парето и распределение интервалов по экспоненте. Закрашенная область – это дополнительный объем буфера, который необходим для обработки самоподобного трафика, поступающего на порт коммутатора второго уровня [3].

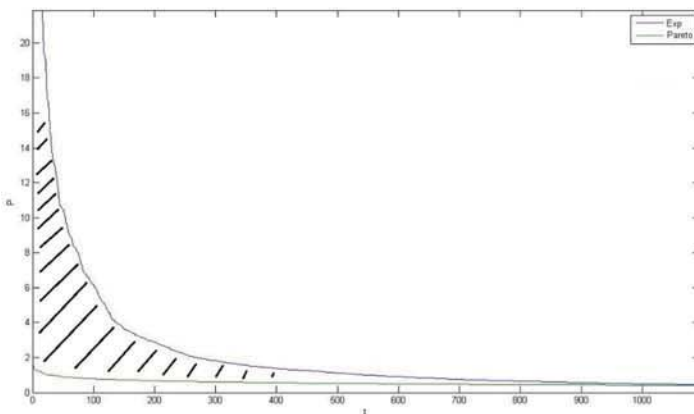


Рис. 2. Распределение самоподобного и простейшего потоков

На рис. 3 представлен алгоритм работы устройства [1], осуществляющего динамическое перераспределение емкости буфера из объединенного накопителя при поступлении самоподобного трафика.

Алгоритм работы контроллера обработки самоподобного трафика на каждом из портов:

- шаг 1 – считать и запомнить время прибытия последнего пакета;
- шаг 2 – считать время прибытия нового пакета  $T_2$ ;

- шаг 3 – вычислить временное окно между пакетами  $T_x = T_2 - T_1$ ;
- шаг 4 – сравнить  $T_x$  и нормированное время  $T_n$  (среднее значение интервала между пакетами);
- шаг 5 – если  $T_x < T_n$ , то с помощью целочисленного деления определяется, во сколько раз быстрее поступают требования, чем успевает обработать порт коммутатора второго уровня;
- шаг 6 – из общего буфера выделяется необходимая емкость;
- шаг 7 – если  $T_x > T_n$ , то с помощью целочисленного деления определяется, во сколько раз медленнее поступают требования, чем успевает обработать порт коммутатора второго уровня;
- шаг 8 – из нормированного буфера порта изымается неиспользованная емкость буфера для других портов в случае необходимости.

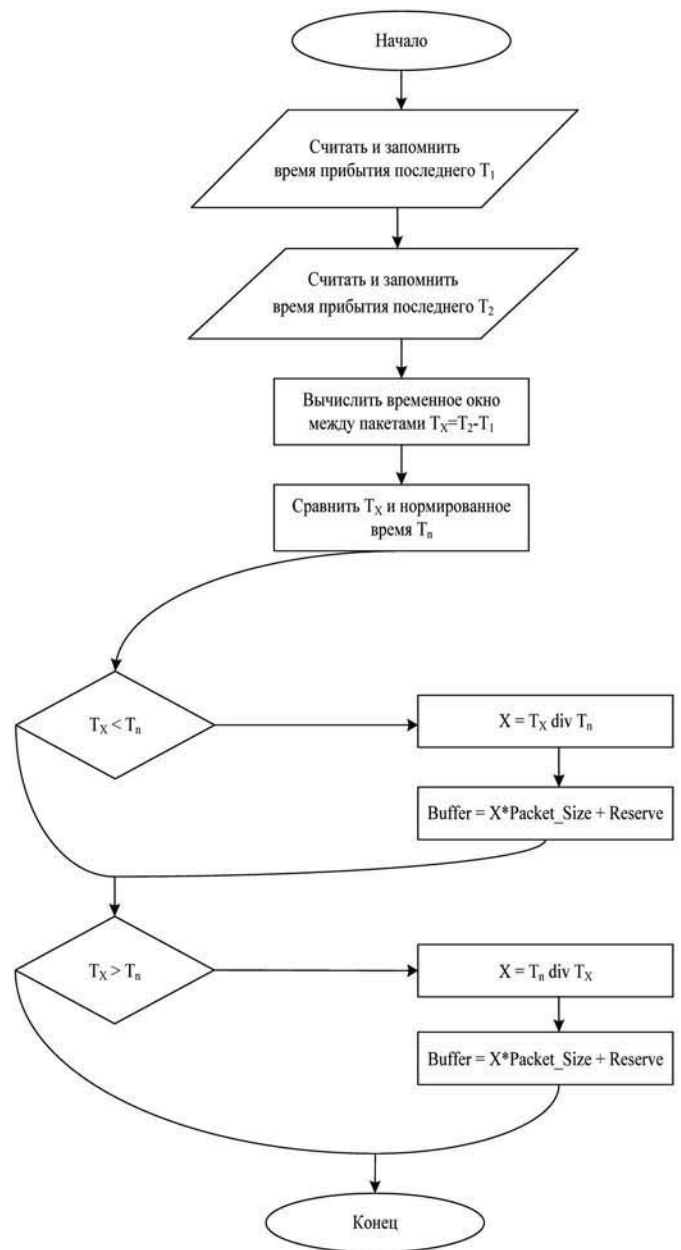


Рис. 3. Алгоритм обработки самоподобного трафика

Рассматривается 4 имитационных модели, представленных в программной среде GPSS World [4]. Коммутатор взят восьмипортовый. Для каждого порта организована очередь на 15 мест плюс одно место резервное.

Фрагмент первой имитационной модели, описывает работу восьмипортового коммутатора с распределением интервалов поступления кадров на коммутатор по закону Парето [5] с коэффициентом самоподобия  $H = 0,7$  и использованием предлагаемого алгоритма обработки самоподобного трафика. При этом формируется общая память размером 184 места, т.е. максимально одна из очередей может достигать значения 200.

Ниже представлена в качестве примера программа моделирования.

```

intex variable (0.8)
time_inter1 VARIABLE X1-X2
time_inter2 VARIABLE X3-X4
time_inter3 VARIABLE X5-X6
time_inter4 VARIABLE X7-X8
time_inter5 VARIABLE X9-X10
time_inter6 VARIABLE X11-X12
time_inter7 VARIABLE X13-X14
time_inter8 VARIABLE X15-X16

SYSTEM1 STORAGE 8

initial X$buf1,16
initial X$buf2,16
initial X$buf3,16
initial X$buf4,16
initial X$buf5,16
initial X$buf6,16
initial X$buf7,16
initial X$buf8,16

initial X$buf_main,184

Input1 GENERATE (pareto(1,0.375,1.6))
SAVEVALUE 2,X1 ; записываем в X2 момент поступления
предыдущего пакета
SAVEVALUE 1,C1 ; записываем в X1 момент поступления
пакета

loss8 savevalue p_loss8,N$loss8 ; суммируем поте-
рянные пакеты

EX1 Terminate

GENERATE 10000000
Terminate 1

start 1
reset
start 1
reset;
    
```

Вторая имитационная модель описывает работу восьмипортового коммутатора при поступлении самоподобного трафика с  $H = 0,9$  и использовании предлагаемого способа обработки трафика.

Третья имитационная модель описывает работу восьмипортового коммутатора, при этом трафик с  $H = 0,7$  поступает на коммутатор непосредственно.

В четвертой имитационной модели значение показателя Херста увеличено до  $H = 0,9$ , при этом трафик поступает непосредственно на коммутатор.

Результаты моделирования представлены на рис. 4-7. На графиках рис. 4 и 5 даны зависимости потерь кадров при

поступлении самоподобного трафика с использованием предлагаемого алгоритма и без него для  $H = 0,7$  и  $H = 0,9$ . Видно, что применение способа описанного в [1] позволяет уменьшить потери кадров.

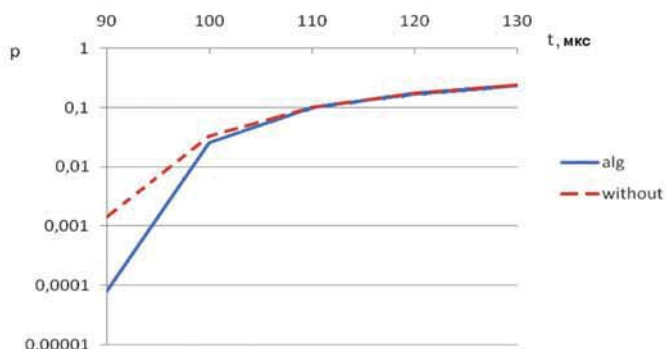


Рис. 4. Зависимость вероятности потерь  $p$  в коммутаторе от длительности обработки  $t$  в коммутационной матрице при  $H = 0,7$

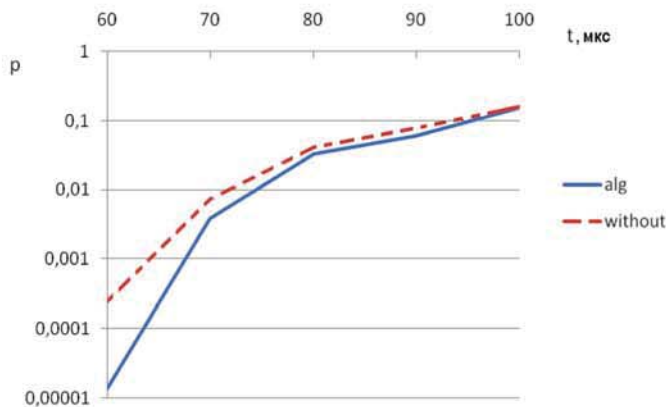


Рис. 5. Зависимость вероятности потерь в коммутаторе  $p$  от длительности обработки  $t$  в коммутационной матрице при  $H = 0,9$

На рис. 6 и 7 представлена зависимость среднего числа требований в очередях коммутатора от длительности обработки в коммутационной матрице, соответственно для  $H = 0,7$  и  $H = 0,9$ .

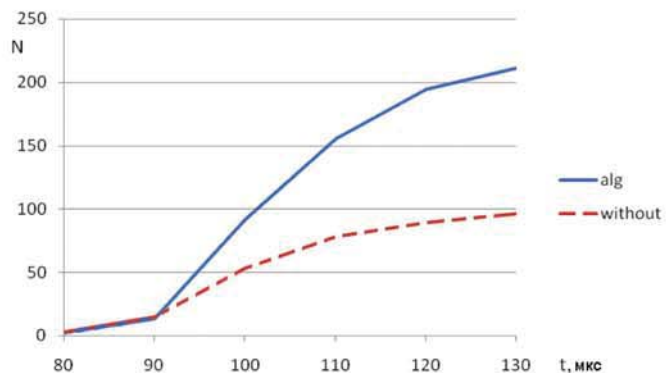


Рис. 6. Зависимость среднего числа требований  $N$  в очередях коммутатора от длительности обработки  $t$  в коммутационной матрице при  $H = 0,7$

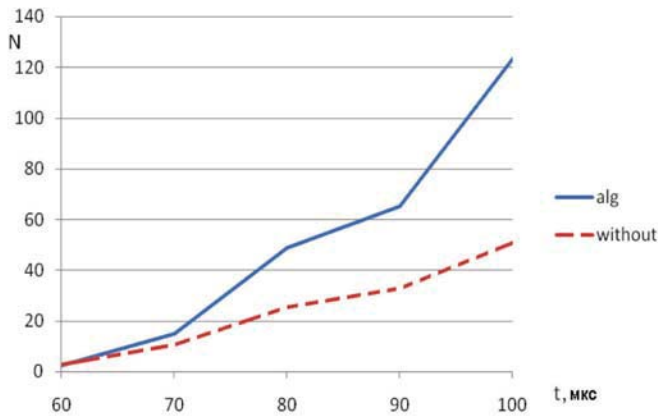


Рис. 7. Зависимость среднего числа требований  $N$  в очередях коммутатора от длительности обработки  $t$  в коммутационной матрице при  $H = 0,9$

### Выводы

Использование предлагаемого устройства позволяет повысить показатели качества обслуживания при поступлении самоподобного трафика. Выигрыш будет тем больше, чем больше значение  $H$ .

### Литература

1. Мирзакулова Ш.А., Балгабекова Л.О., Жолмырзаев А.К. Инновационный патент №27529 на изобретение "Способ и система управления потоками при передаче пакетов данных". Заявка № 2012/0993.1 от 26.09.2012 г. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Республики Казахстан от 29.03.13 г.
2. Мирзакулова Ш.А., Балгабекова Л.О., Жолмырзаев А.К. Исследование сетевого трафика // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. – Курск, 2012. – №5. – С.106-109.
3. Туманбаева К.Х., Мирзакулова Ш.А. Влияние самоподобности поступающего трафика на величину буфера Ethernet коммутатора // Вестник КазАТК. – Алматы, 2011. – № 1. – С. 19-23.
4. Бражник А.Н. Имитационное моделирование: возможности GPSS WORLD. – СПб. Реноме, 2006. – 439 с.
5. Шелухин О.Н. Мультифракталы. Инфокоммуникационные приложения. – М.: Горячая линия – Телеком. 2011. – 576 с.

## Modeling of self-similar traffic processing by L2 switch

Shuvalov V.P., Doctor of Technical Sciences, head of "Transmission of Discrete Data and Metrology" department, "SibSUTIS", Shvp04@mail.ru

Mirzakulova S.A., Senior teacher, "Automatic Electrical Communication" department "AUPET", Almaty, mirzakulova@mail.ru

### Abstract

The main fact about modern multiservice networks is the irregular packet coming that makes network traffic self-similar. Without taking self-similar traffic into consideration network design brings to switch buffer overload and packet loss. In the project the author evaluates the effectiveness of the following invention: systems and methods of data transmission manage on multiservice L2 packet networks. For this work the republic of Kazakhstan granted the patent. This algorithm provides incoming data smoothing. It prevents switch from the overload due to dynamic buffer memory allocation between switch ports. Modeling is used to evaluate the algorithm usage efficiency. The first model describes the work of switch with 8 ports. Density of intervals allocation between frames for self-similar traffic is set by Pareto principal with the value of Hurst parameter  $H=0,7$ . The proposed algorithm is used in this model. The mutual memory is 184 places, so one of the queues may have maximal value of 200. The second model describes the work of switch with 8 ports. Density of intervals allocation between frames for self-similar traffic is set by Pareto principal with the value of Hurst parameter  $H = 0,9$ . The proposed algorithm is used in this model. The third model describes the work of switch with 8 ports. Traffic has Hurst parameter  $H = 0,7$  and there are no using algorithm. The fourth model describes the work of switch with 8 ports. Traffic has Hurst parameter  $H = 0,9$  and there are no using algorithm. The authors proved the advances of the offered algorithm moreover it gives the increase in quality of service parameters for self-similar traffic in direct proportion to  $H$  parameter.

**Keywords:** Multiservice networks, self-similar traffic, modeling, GPSS World software environment, L2 switch.

### References

1. Mirzakulova S.A., Balgabecova L.O. Innofative Patent № 27529 for invention "Method and System of control flow in the transmission of data packets". Application No 2012/0993.1 from 26.09.2012. Registration in the State register of innovation of the Republic of Kazakhstan from 29.03.13. 12 p.
2. The Study of network traffic. Journal of scientific publications graduate and doctoral. Kursk, 2012. No5. Pp. 106-109.
3. Tumanbajeva K.H. Influence of self-similarity of incoming traffic on the buffer capacity of Ethernet Switch. KazATK. Almaty, 2011, No1. Pp. 19-23.
4. Brajnik A.N. Simulation modeling: opportunities of GPSS World. SPb. Renome, 2006. 439 p.
5. Sheluchin O.J. Multifractals. Infocommunication Applications. Moscow, 2011. 576 p.