

Т. М. МАНСУРОВ

Азербайджанский технический университет, г. Баку

Р. А. ГАНИФАЕВ

Национальная академия авиации, г. Баку

СТАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ВХОДЯЩЕГО ПОТОКА ВЫЗОВОВ В SOFTSWITCH

В статье отмечено, что пропускная способность пучка каналов связи зависит от статистических свойств потока вызова, т.е. от структуры пучка и его емкости, а также от требуемого качества обслуживания или нормы потерь. С этой целью проведены измерения статистических характеристик входящего потока вызовов, поступающего в Softswitch. На основе полученной статистики характеристики входящего потока вызовов определены параметры Херста самоподобия при различных количествах каналов с помощью программы Self-Similarity Analysis. Установлено, что самоподобие потока вызовов обладает пачечным характером и сохраняет свой пачечный характер при агрегировании и сложении нескольких потоков вызовов в пучке каналов Softswitch. С помощью достоверного измерения потока вызовов возможно создание надежной информационной основы для управления эксплуатацией и локализацией отказов оборудования, а также для мониторинга и технического обслуживания в планировании и проектировании Softswitch. В современных коммутационных системах распределения информации с пакетной передачей входящий поток вызовов является пачечным и обладает так называемым свойством самоподобия. Свойство самоподобия еще больше усложняет задачу, поскольку пачечный характер потока вызовов, обладающий этим свойством, сохраняет свою пачечность при агрегировании и сложении нескольких потоков в пучке каналов. Благодаря точному определению параметра Херста самоподобия можно повышать качество обслуживания и пропускную способность пучков соединительных линий и каналов Softswitch.

Ключевые слова: пропускная способность, мониторинг, коммутация, входящий поток, самоподобие, параметр Херста.

T. M. MANSUROV

tofiq-mansurov@rambler.ru

Azerbaijan Technical University, Baku

R. A. GANIFAYEV

rashad_hanifayev@mail.ru

National Academy of Aircraft, Baku

THE STATIC ANALYSIS OF CHARACTERISTICS OF THE ENTERING STREAM OF CALLS OF SOFTSWITCH

In article it is noted that the capacity of a bunch of communication channels depends on statistical properties of a stream of a call, i.e. on structure of a bunch and its capacity and also on the required quality of service or norm of losses. Measurements of statistical characteristics of the entering stream of calls coming to Softswitch are for this purpose taken. On the basis of the received statistics of characteristic of the entering stream of calls Hurst's parameters of self-similarity at various number of channels are determined by the Self-Similarity Analysis program. It is established that self-similarity of a stream the call has kidney character and keeps the kidney character at aggregation and addition of several streams of calls in a bunch of Softswitch channels. By means of reliable measurement of a flow of calls, creation of a reliable information basis for management of operation and fault localization of the equipment and also for monitoring and technical maintenance in planning and design of Softswitch is possible. In modern switching information distribution systems with packet forwarding the entering flow the call is kidney and has so-called property of self-similarity. The property of self-similarity complicates even more a task as the kidney nature of a flow of calls having this property saves the tamping at aggregation and addition of several flows in a bunch of channels. Thanks to exact determination of parameter of Hurst of self-similarity it is possible to increase quality of service and throughput of trunk groups and Softswitch channels.

Key word: throughput, monitoring, switching, the entering flow, self-similarity, Hurst's parameter.

Введение. Проектирование на основе достоверных измеряемых исходных данных и метода расчета, учитывающего характер потока вызова и законы распределения его основных параметров, позволит обеспечить ощутимую экономию средств на строительство и эксплуатацию сетей нового поколения. Благодаря более точному расчету повысится качество обслуживания и пропускная способность пучков соединительных линий и каналов связи. При системном подходе к проблеме повышения качества предоставляемых информационных услуг в современных коммутационных системах распределения информации, таких как Softswitch, невозможно обойтись без надежных методов анализа качества обслуживания вызовов в реальных условиях формирования их потоков и с учетом свойств самоподобного характера.

Актуальность работы. Пропускная способность пучка каналов связи зависит от статистических свойств потока вызова, структуры пучка и его емкости, а также от требуемого качества обслуживания или нормы потерь. Принято считать, что поступающий на обслуживание в систему коммутации поток является простейшим или пуассоновским потоком. Для него промежутки времени между вызовами имеют показательный закон распределения. Если интервалы между вызовами имеют показательное распределение, то число таких событий в единицу времени имеет распределение Пуассона. Основные статистические характеристики потока являются следующими – математическое ожидание числа вызовов за единицу

времени, дисперсия и среднее квадратическое отклонение. Однако, продолжительные наблюдения и исследования реальных потоков вызовов на различных телекоммуникационных сетях, в том числе в сетях NGN [1] показали некоторое отличие измеренных статистических данных от основных характеристик теоретических законов распределения. Другими словами, что в современных коммутационных системах распределения информации с пакетной передачей входящий вызов является пачечным и обладает так называемым свойством самоподобия. В статье оцениваются параметры входящего потока вызова Softswitch и на основе их соответствия самоподобию (показатель Херста) при различных количествах каналов с помощью программы Self Similarity Analysis [2].

Измерение статистических характеристик потоков вызовов Softswitch. Измерение трафика иначе именуется измерением полезной нагрузки или измерением рабочих характеристик. Имеются в виду различные измерительные операции, выполняемые в системах softswitch и в сетях связи с целью получения данных по таким предметам измерений, как текущее состояние; информация о сигнализации; информация о пользователях системные ресурсы. Эти измерения имеют целью создание надежной информационной основы для управления эксплуатацией и для локализации отказов оборудования, а также для мониторинга и технического обслуживания, для планирования и проектирования сетей. Обслуживание поступающего в пучки каналов Softswitch потока вызовов подразумевает установление соединения. Среди установленных соединений могут быть успешные, которые окончились разговором, и безуспешные – из-за занятости или не ответа вызываемого пользователя. Существуют также соединения, не установленные из-за потерь в коммутационной системе или недоступности какого-либо из участков сети («частично установленные»). Перечисленные варианты обслуживания характеризуются следующими параметрами [3]:

- доля вызовов, окончившихся разговором,
- доля вызовов, окончившихся неответом,
- доля вызовов, окончившихся слушанием сигнала «Занято»,
- доля вызовов, не окончившихся разговором из-за ошибок в процессе набора номера,
- доля вызовов, окончившихся не прохождением по техническим причинам.

Вызовы в пучки каналов Softswitch поступают как с телефонной сети общего пользования (ТФОП)

(рис. 1).

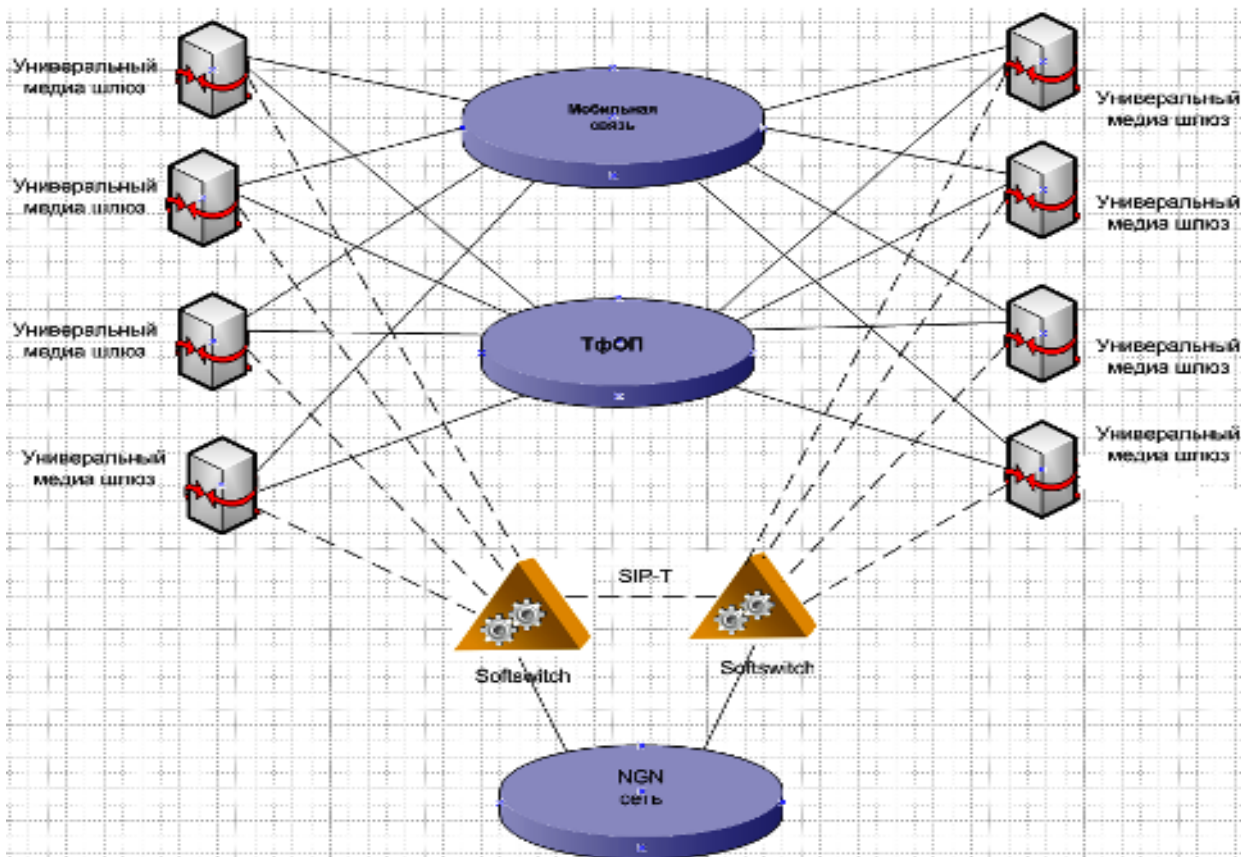


Рис. 1. Вызовы, поступающие с телефонной сети общего пользования ТФОП

Для проведения анализа потока вызовов, поступающей в пучки каналов Softswitch, сначала были сняты статистические данные с сервера о вызовах, поступающих от различных пользователей сети связи:

- число попыток вызовов в определенном стационарном направлении;
- число получивших ответ вызовов в определенном стационарном направлении;
- число сбоев выбора маршрута в определенном стационарном направлении вследствие занятости

всех каналов.

В табл. 1 приведены отчеты о статистических параметрах входящего потока вызовов в Softswitch по суткам недели.

Таблица 1

Отчеты о статистических параметрах входящего потока вызовов в Softswitch по суткам недели

Временной интервал	Число попыток вызовов в определенном станционном направлении				Число получивших ответ вызовов в определенном станционном направлении				Число сбросов выбора маршрута в определенном станционном направлении вследствие занятости всех каналов			
	30 каналов	60 каналов	90 каналов	120 каналов	30 каналов	60 каналов	90 каналов	120 каналов	30 каналов	60 каналов	90 каналов	120 каналов
Дни недели												
Понедельник	5987	10287	4681	10687	3789	6287	2735	5658	58	95	19	62
Вторник	6157	10323	4523	10415	3828	6485	2926	5844	69	110	22	69
Среда	6280	10466	4490	10155	3846	6392	2959	5939	46	123	28	59
Четверг	6326	10392	4708	10569	3883	6368	3101	5959	66	98	35	65
Пятница	6336	10260	4625	11088	3832	6276	3089	6290	68	114	32	72
Суббота	5669	9575	4386	9681	3576	6214	2829	5375	63	88	25	53
Воскресенье	5123	8486	3842	8983	3261	5529	2697	5274	52	63	17	41

Исследование самоподобного входящего потока вызова Softswitch. Первые о самоподобном телетрафике заговорили с момента его обнаружения в 1993 году группа ученых (W. Leland, M. Taqqu, W. Willinger и D. Wilson), которые исследовали Ethernet-трафик в сети корпорации Bellcore и обнаружили, что он обладает свойством самоподобия, т.е. выглядит качественно одинаково при почти любых масштабах временной оси [4]. При этом оказалось, что в условиях самоподобного трафика методы расчета современных компьютерных сетей (пропускной способности каналов, емкости буферов и пр.), основанные на пуассоновских моделях и формулах Эрланга, которые с успехом используются при проектировании телефонных сетей, дают неоправданно оптимистические решения и приводят к недооценке реальной нагрузки. Ситуация, сложившаяся в современных системах распределения информации, наличие большого количества сетевых услуг, на которых периодически возникают резкие колебания запросов в передаче данных и большие потери потока вызовов, появления интеграций новых коммутационных систем, необходимость обеспечения высокого качества обслуживания приложений, делают актуальным статистический анализ потока вызовов. Характеристики трафика в данных сетях хорошо изучены, а также разработаны строгие методики расчетов. В основу в современных коммутационных системах распределения информации, как правило, был положен принцип коммутации пакетов, а методики расчетов, возможно, вследствие некоторого отставания теоретической базы от бурно развивающихся технологий остались практически теми же, что и привело к возникновению «проблемы самоподобия». Кроме того, в настоящее время все большее распространение получают способы передачи речевой информации по сетям с коммутацией пакетов VoIP, ОКС№7, трафик которых также является самоподобным [5]. Важнейшим параметром, характеризующим степень самоподобия, является параметр Херста (Hurst) H . Для доказательства самоподобности генерируемого трафика используется метод абсолютных моментов. В качестве значений случайного процесса рассматривается количество требований, поступающее в коммутационную систему распределения информации в единицу времени. Исходная последовательность количества требований длиной N разделяется на блоки длиной m (отдельные агрегированные процессы размером m). На непересекающихся временных интервалах, т.е. на границах каждого блока k последовательность имеет среднее значение:

$$X_k^{(m)} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m X_{(k-1)m+j}, \quad k = \overline{1, [N/m]} \quad (1)$$

Рассчитав среднее значение \bar{X} для всей последовательности, затем для каждого блока k рассчитываем дисперсию D_k :

$$D_k^{(m)} = \frac{1}{N/m} \sum_{j=1}^m (X_k^{(m)} - \bar{X})^2. \quad (2)$$

Для самоподобного процесса дисперсия агрегированных процессов должна убывать медленнее, чем величина, обратная размеру выборки m [6]. Для выявления этого свойства необходимо построить дисперсионно-временной график зависимости дисперсий агрегированных процессов от степени агрегирования m . Поскольку Херстом было показано, что:

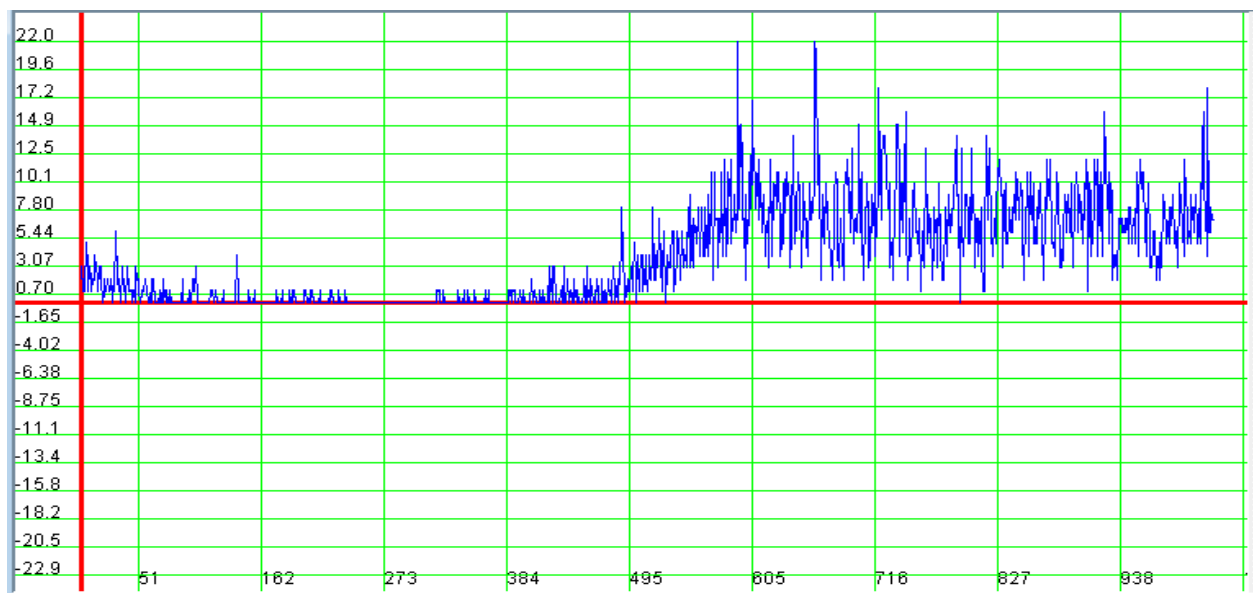
$$\log \left(\frac{\max D - \min D}{D_k^{(m)}} \right) \approx H \log \left(\frac{N}{2} \right), \quad (3)$$

то график этой зависимости строится в логарифмическом масштабе. Выражение в левой части уравнения (3) $\frac{\max D - \min D}{D_k^{(m)}}$ называется R/S статистикой или нормированным размахом. Используя значение

показателя Херста H , выделяют три типа случайных процессов:

- $0 \leq H \leq 0,5$ – случайным процесс является антиперсистентным, или эргодическим, рядом, который не обладает самоподобием;
- $H = 0,5$ – полностью случайный ряд, аналогичный случайным смещениям частицы при классическом броуновском движении;
- $H > 0,5$ – персистентный (самоподдерживающийся) процесс, который обладает длительной памятью и является самоподобным.

Таким образом, самоподобный вероятностный процесс характеризуется значениями параметра Херста, ограниченными строгим неравенством $0,5 < H < 1$ [6, 7].



Полученные численные значения параметра Херста для исследуемого входящего потока вызовов в Softswitch при различных количествах каналов по суткам недели сведены в табл. 2.

Таблица 2

Численные значения параметра Херст входящего потока вызовов в Softswitch при различных количествах каналов по суткам недели

Временной интервал	Параметры Херста, H			
	30 каналов	60 каналов	90 каналов	120 каналов
Понедельник	0.76	0.73	0.76	0.77
Вторник	0.76	0.71	0.77	0.75
Среда	0.73	0.73	0.77	0.74
Четверг	0.75	0.76	0.79	0.75
Пятница	0.74	0.73	0.78	0.68
Суббота	0.72	0.765	0.74	0.77
Воскресенье	0.72	0.71	0.77	0.77

Заключение. Полученные результаты проведенных измерений потока вызовов, поступающих в Softswitch, позволяют создать надежную информационную базу для управления эксплуатацией и локализацией отказов оборудования, а также для мониторинга и технического обслуживания в планировании и проектировании Softswitch. В современных системах коммутации и распределения информации с пакетной передачей, входящий поток вызов тоже является пачечным и обладает так называемым свойством самоподобия. Свойство самоподобия еще больше усложняет задачу, поскольку пачечный характер поток вызов, обладающий этим свойством, сохраняет свой пачечный характер при агрегировании и сложении нескольких потоков в пучке каналов. Точное определение параметра Херста самоподобия позволяет повысить качество обслуживания и пропускную способность пучков соединительных линий и каналов Softswitch.

Литература

1. Ложковский А.Г. Методы расчета качества обслуживания в мультисервисных сетях связи / А.Г. Ложковский // The 2-nd International Conference «Telecommunication, Electronics and Informatics». – Chishinau, 2008. – С. 117–126.
2. <http://www.cs.ucr.edu/~tkarag/Selfis/Selfis01b.zip>

3. Руководство по эксплуатации – Измерение трафика. Система SoftSwitch U-SYS SoftX3000.
4. Leland W. On the Self-Similarity of Ethernet Traffic / W. Leland, M. Taqqu, W. Willinger and D. Wilson // IEEE / ACM. Transactions of Networking. – 1994. – Vol. 2, № 1. – P. 1–15. – DOI: 10.1109/90.282603.
5. Криштофович А.Ю. Самоподобный случайный процесс как модель трафика сети ОКС №7 / А.Ю. Криштофович // Информатика, радиотехника, связь. – Самара, 2002. – № 7. – С. 17–19.
6. Крылов В.В. Теория телетрафика и её приложения / В.В. Крылов, С.С. Самохвалов. – СПб : БХВ-Петербург, 2005. – 288 с. : ил.
7. Ложковский А.Г. Оценка параметров качества обслуживания самоподобного трафика энтропийным методом / А.Г. Ложковский, Р.А. Ганифаев // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. – 2008. – № 1. – С. 57–62.

References

1. Lozhkovskij A.G. Metody rascheta kachestva obsluzhivaniya v multiserwisnyh setjah svjazi / A.G. Lozhkovskij // The 2-nd International Conference «Telecommunication, Electronics and Informatics». – Chishinau, 2008. – S. 117–126.
2. <http://www.cs.ucr.edu/~tkarag/Selfis/Selfis01b.zip>
3. Rukovodstvo po jekspluatácii – Izmerenie trafika. Sistema SoftSwitch U-SYS SoftX3000.
4. Leland W. On the Self-Similarity of Ethernet Traffic / W. Leland, M. Taqqu, W. Willinger and D. Wilson // IEEE / ACM. Transactions of Networking. – 1994. – Vol. 2, № 1. – P. 1–15. – DOI: 10.1109/90.282603.
5. Krishtofovich A.Ju. Samopodobnyj sluchajnyj process kak model' trafika seti OKS №7 / A.Ju. Krishtofovich // Informatika, radiotekhnika, svjaz'. – Samara, 2002. – № 7. – S. 17–19.
6. Krylov V.V. Teorija teletrafika i ejo prilozhenija / V.V. Krylov, S.S. Samohvalov. – SPb : BHV-Peterburg, 2005. – 288 s. : il.
7. Lozhkovskij A.G. Ocenka parametrov kachestva obsluzhivaniya samopodobnogo trafika jentropijnym metodom / A.G. Lozhkovskij, R.A. Ganifaev // Naukovi praci ONAZ im. O.S. Popova. – 2008. – № 1. – S. 57–62.

Рецензія/Peer review : 24.2.2019 р.

Надрукована/Printed : 10.4.2019 р.

Рецензент: д. т. н., проф. Мамедов Ф. Г.